

Tegn til bedring

**Norske elevers prestasjoner i
matematikk og naturfag i TIMSS 2007**

Liv Sissel Grønmo og Torgeir Onstad (red.)

Unipub 2009

©Unipub 2009

ISBN 978-82-7477-385-1

Henvendelser om denne boka rettes til:

T: 22 85 33 00

F: 22 85 30 39

E-post: post@unipub.no

www.unipub.no

Omslagsdesign og sats: Unipub

Trykk og innbinding: AIT Otta AS

Det må ikke kopieres fra denne boka i strid med åndsverkloven
eller med andre avtaler om kopiering inngått med Kopinor,
interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk

Forord

Denne boka presenterer noen av de viktigste resultatene fra TIMSS 2007. TIMSS-undersøkelsen er 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 studie av matematikk og naturfag i skolen. Det er en trendstudie som gir gode muligheter for å se på utvikling over tid, både nasjonalt og internasjonalt. TIMSS undersøker faglige prestasjoner hos elever på 4. og 8. trinn i grunnskolen. Det samles også inn bakgrunnsdata, gjennom et spørreskjema som elevene besvarer. Spørsmålene gir oss som forskere nyttig informasjon om for eksempel elevenes faglige selvtillit og holdninger og deres hjemmebakgrunn. Lærere og skoleledere svarer også på et utvalg spørsmål. Til sammen gir dette muligheter til å analysere faglige prestasjoner i et bredt perspektiv.

De viktigste resultatene fra TIMSS 2007 blir grundig presentert og analysert i denne boka. For å få et så helhetlig bilde som mulig av elevenes kunnskaper og holdninger, og av undervisningen i matematikk og naturfag i Norge, har vi trukket inn resultater fra tidligere undersøkelser i TIMSS og PISA. Vi har dessuten lagt vekt på å relatere våre analyser til annen relevant nasjonal og internasjonal utdanningsforskning.

Boka presenteres som forskningsartikler hvor de som er ansvarlige for de enkelte kapitlene, står som forfattere. Alle forfatterne står sammen om kapittel 9, som er det avsluttende diskusjonskapittelet. Kapittel 10 redegjør for rammeverk, gjennomføring og metoder. Her vil man finne svar på en del forskningsrelevante spørsmål. Boka kan imidlertid leses uten at man går inn på dette stoffet, derfor er det plassert til slutt. Selv om boka presenteres som forskningsartikler, er det gjennomgående lagt vekt på å framstille resultatene

slik at alle som har interesse av skole spørsmål, skal kunne ha utbytte av å lese den.

Redaktørene og forfatterne av boka vil rette en spesiell takk til Ann-Britt Haavik og Ole Magnus Skretting, som har hatt et stort ansvar for å kontrollere data og produsere figurer som framstiller resultatene på en god måte. En spesiell takk også til Marion Lunde Caspersen og Kjetil Vestfossen for deres bidrag underveis i studien. Vi vil videre takke alle skolene som i en travel hverdag sa seg villige til å delta i undersøkelsen, og alle kolleger som på ulike måter har bidratt.

Blindern, mars 2009

Innhold

Forord	3
1 Hovedfunn og trender i TIMSS 2007	9
1.1 Kort om TIMSS.....	9
1.2 Prestasjoner i matematikk	11
1.3 Prestasjoner i naturfag.....	23
1.4 Bruk av referanseland	29
2 Et matematikkdiraktisk perspektiv på TIMSS	33
2.1 Hvorfor matematikk i skolen?.....	33
2.2 Faglig innhold i skolematematikken	35
2.3 Undervisning i matematikk	38
2.4 TIMSS som vurdering av norsk skole	44
2.5 TIMSS i et matematikkdiraktisk og komparativt perspektiv	46
3 Prestasjoner i matematikk.....	49
3.1 Fordeling av elever på ulike kompetansenivåer.....	49
3.2 Prestasjoner på emneområder i matematikk	56
3.3 Presentasjon og drøfting av oppgaver.....	59
3.4 Oppsummering	111
4 Undervisning i matematikk	113
4.1 Matematikklærernes kvalifikasjoner.....	113
4.2 Tid til matematikk og vektlegging av ulike emneområder.....	117
4.3 Organisering og arbeidsmåter i matematikkundervisningen	122
4.4 Bruk av kalkulator	129
4.5 Matematikk knyttet til dagliglivet	131
4.6 Lekser i matematikk.....	132

4.7 Forstyrrende elevfaktorer i matematikkundervisningen	135
4.8 Avslutning	137
5 Et naturfagdidaktisk perspektiv på TIMSS.....	139
5.1 Naturfagets plass i skolen.....	139
5.2 Undervisning i naturfag.....	140
5.3 Naturfag slik det defineres i TIMSS.....	147
5.4 TIMSS i relasjon til norske læreplaner.....	149
5.5 TIMSS som vurdering av norsk skole	153
6 Prestasjoner i naturfag.....	155
6.1 Fordeling av elever etter nivåer.....	155
6.2 Prestasjoner på hvert av fagområdene	161
6.3 Presentasjon og drøfting av oppgaver.....	163
6.4 Kjønnforskjeller på ulike fagområder.....	184
6.5 Oppsummering	186
7 Undervisning i naturfag	189
7.1 Naturfaglærernes kvalifikasjoner.....	189
7.2 Tid til naturfag og ulike fagområder.....	192
7.3 Arbeidsmetoder i naturfag.....	194
7.4 Eksperimentell undervisning i naturfag	195
7.5 Naturfag knyttet til dagliglivet	198
7.6 Lekser i naturfag	200
7.7 Prøver i naturfag	202
7.8 Datamaskiner i naturfagtimene	204
7.9 Forhold som begrenser naturfagundervisningen	206
7.10 Oppsummering	207
8 Kjønnforskjeller, faglig selvtillit og holdninger til matematikk og naturfag.....	209
8.1 Kjønnforskjeller i prestasjoner	209
8.2 Elevenes faglige selvtillit	215
8.3 Elevenes holdninger til matematikk og naturfag.....	221
8.4 Oppsummering	225
9 Tegn til bedring – fortsatt store utfordringer	227
9.1 Hovedfunn i TIMSS	227
9.2 Framgang i matematikk i perioden fra 2003 til 2007	228

9.3 Trender i naturfag i perioden fra 2003 til 2007 – litt fram og litt tilbake	230
9.4 Norske elevers fordeling på kompetansenivåer i TIMSS – utfordringer i norsk skole	232
9.5 Tilpasset opplæring	237
9.6 Faglig framgang, men fortsatt store utfordringer for norsk skole	240
 10 Rammeverk og metoder	 243
10.1 Hva er TIMSS?.....	243
10.2 Rammeverk og instrumenter	251
10.3 Gjennomføring.....	265
10.4 TIMSS og PISA	274
 Referanser.....	 277
 Om forfatterne	 291

1 Hovedfunn og trender i TIMSS 2007

Liv Sissel Grønmo

TIMSS er en internasjonal komparativ undersøkelse av matematikk og naturfag i grunnskolen som er designet slik at det er mulig å måle utvikling over tid. Norge har deltatt i TIMSS i 1995, 2003 og 2007. Kapittel 1 presenterer hovedresultatene fra TIMSS 2007 og oversikter som viser trender i norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag. Noen skolepolitiske og undervisningsrelaterte faktorer drøftes som mulige årsaker til endringer i elevprestasjoner, og de relateres til funn i TIMSS 2007.

Først i kapittelet gis en kort og generell beskrivelse av TIMSS. En mer detaljert beskrivelse av rammer, metoder og gjennomføring av studien står i kapittel 10.

1.1 Kort om TIMSS

TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) er en internasjonal komparativ studie i matematikk og naturfag på 8. trinn og 4. trinn i grunnskolen. Målet med studien er på et bredt grunnlag å beskrive og sammenlikne elevprestasjoner i disse fagene og å sammenholde prestasjonene med ulike bakgrunnsvariabler. 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.

Det internasjonale prosjektsenteret for TIMSS ligger ved Boston College i USA. IEA Data Processing Center i Hamburg og Statistics Canada i Ottawa er også nære samarbeidspartnere. I Norge ledes prosjektet fra Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling (ILS) ved Universitetet i Oslo (UiO). Det avholdes jevnlig internasjonale møter for alle deltakerlandene underveis i prosjektet. På disse møtene utvikles rammeverket for undersøkelsen, oppgaver og spørreskjemaer gjennomgås, og innholdet i den internasjonale rapporten

fra studien presenteres og drøftes. Internasjonale ekspertkomiteer har ansvar for utviklingen av oppgaver og spørreskjemaer. Norge har fra begynnelsen av 1990-tallet vært representert i flere av disse komiteene.

Kort oppsummert er målene for TIMSS å

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

Det ble gjennomført to internasjonale komparative studier i matematikk og to i naturfag fram til 1990 (se kapittel 10). TIMSS var imidlertid den første studien hvor både matematikk og naturfag var inkludert. Arbeidet startet i 1991 under navnet *Third International Mathematics and Science Study*. Selve gjennomføringen av denne første TIMSS-studien skjedde i 1995, og Norge var et av deltakerlandene. I 1999 ble *TIMSS Repeat* gjennomført på 8. trinn, men da deltok ikke Norge. Fra og med TIMSS 2003 ble det å se på *trender*, eller utvikling over tid, en meget sentral del av denne komparative studien. Benevnelsen TIMSS ble beholdt, men skulle nå stå for *Trends in International Mathematics and Science Study*. Det tas nå sikte på å gjennomføre TIMSS-undersøkelser hvert fjerde år, det vil si i 2011, 2015 osv.

En viktig side ved TIMSS-studiene er altså å gi gode trenddata for de enkelte deltakerlandene. Ettersom Norge har deltatt på både 4. trinn og 8. trinn i 1995, 2003 og 2007, står dette siste perspektivet sentralt i boka.

For mer om populasjoner, utvalg og gjennomføring av studien i 2007 henviser vi til kapittel 10.

1.2 Prestasjoner i matematikk

1.2.1 Matematikkprestasjoner på 8. trinn

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. Ytterligere forklaringer til mål og skalaer i figuren er gitt i tekstboks 1.1 og i kapittel 10.

Tekstboks 1.1 Forklaring til figurene 1.1, 1.2, 1.9 og 1.10

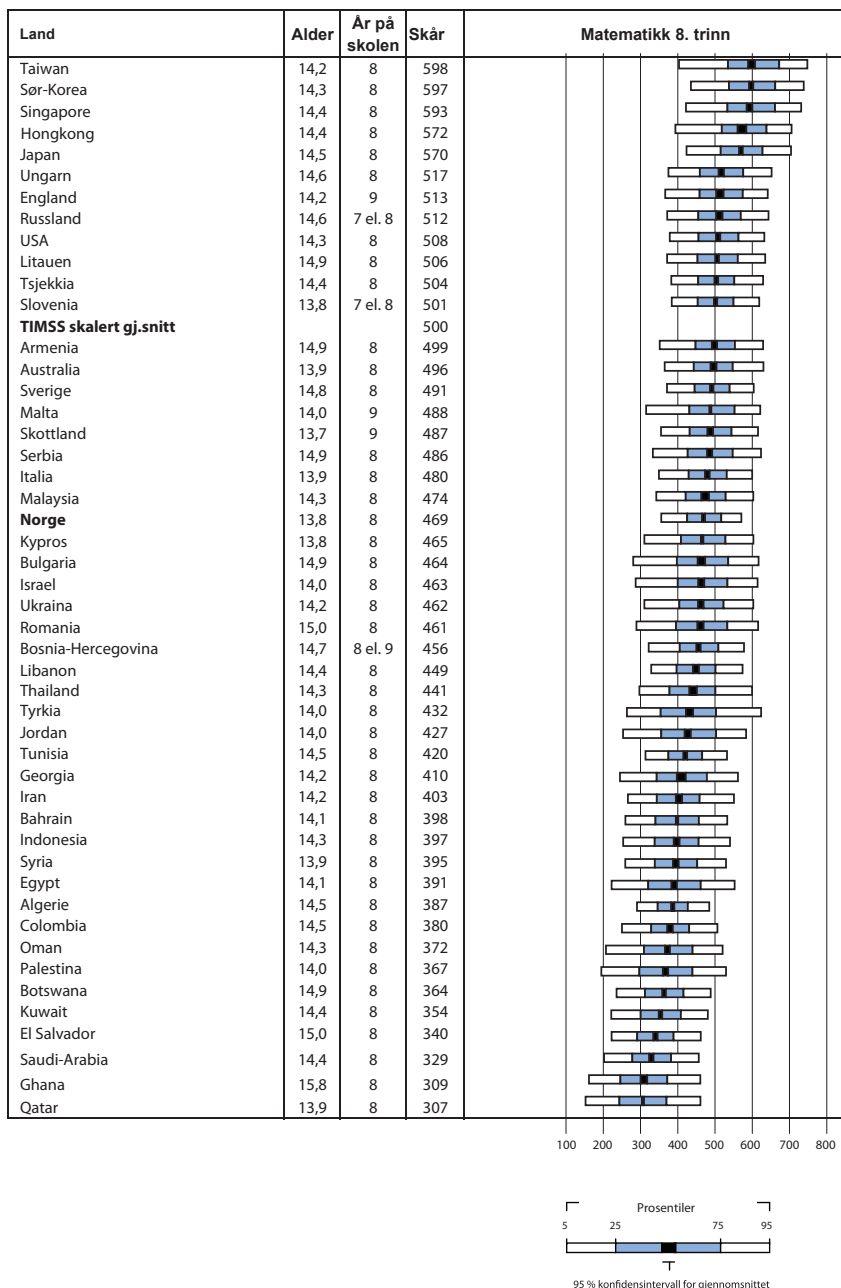
For å kunne gjøre studier som viser utvikling over tid (trendstudier), trenger man en fast skala å relatere resultatene til. I TIMSS beholdes mange oppgaver uendret fra undersøkelse til undersøkelse, slik at det er mulig å lage en slik fast skala. For å utvikle en skala av denne typen har man i TIMSS valgt å ta utgangspunkt i det internasjonale gjennomsnittet og spredningen for studien i 1995, og man har standardisert gjennomsnittet til 500 med et standardavvik på 100. Alle senere studier bruker denne skalaen for å beregne landenes gjennomsnittlige skår. I figur 1.1 er gjennomsnittet gitt som et tresifret tall i kolonnen med overskriften «Skår».

Lengst til høyre i figuren er fordelingen av elevenes skår vist i form av et diagram som angir 5-, 25-, 75- og 95-prosentilene. I tillegg vises et 95 % konfidensintervall for gjennomsnittsverdien (to standardfeil, SE, i hver retning ut fra gjennomsnittet).

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 fra Øst-Asia på toppen av lista. Vi ser videre at Norge fortsatt skårer signifikant lavere enn det internasjonale skalerte gjennomsnittet på 500 poeng (for mer om *skalert* gjennomsnitt, se kapittel 10).

1 Hovedfunn og trender i TIMSS 2007

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



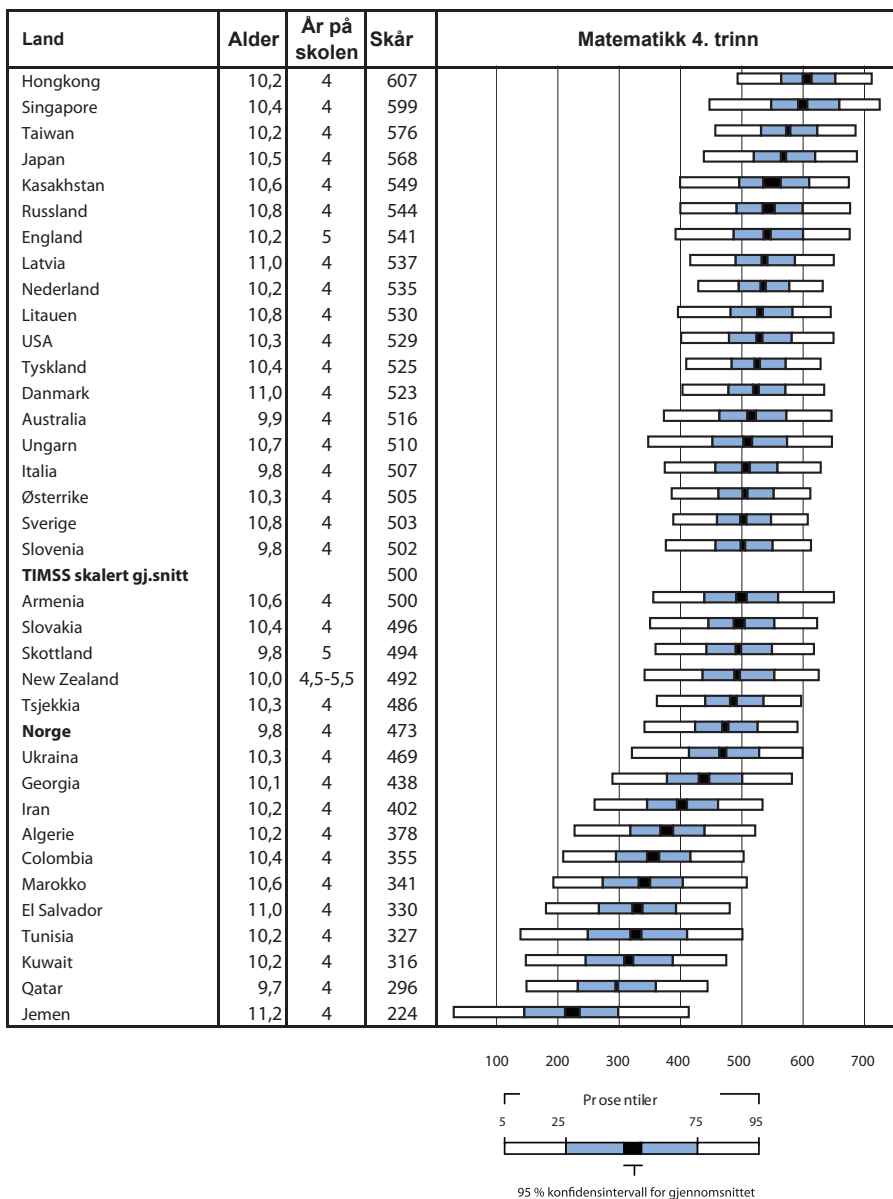
Det har i TIMSS blitt lagt vekt på at elevene som deltar i studien, skal ha samme antall år på skolen i alle land, noe som har medført at den gjennomsnittlige alderen til elevene varierer en del. Alle elevene har nå stort sett åtte års skolegang. Norske elever er blant de yngste i TIMSS 2007, men i motsetning til undersøkelsen i 2003 har norske elever nå like mange år på skolen som elever i andre land. I 2003 hadde norske elever på 8. trinn hoppet over et år på skolen i forbindelse med 1997-reformen, da skolestarten i Norge ble endret fra sju til seks år. Selv om norske elever er blant de yngste, viser figur 1.1 at de presterer svakere enn like gamle elever i mange andre land, for eksempel Slovenia, Australia, Skottland og Italia. Tre av disse landene er valgt som referanseland i denne rapporten.

1.2.2 Matematikkprestasjoner på 4. trinn

Figur 1.2 viser hovedresultatene i matematikk på 4. trinn for alle deltakerlandene i TIMSS 2007. 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.

1 Hovedfunn og trender i TIMSS 2007

Figur 1.2 Hovedresultater i matematikk for alle landene på 4. trinn.
Se tekstsaks 1.1 for forklaring



Ettersom man i TIMSS 2007 ønsker at elevene som testes, skal ha samme antall år på skolen bak seg, ser vi at det også her er visse aldersforskjeller, og at de norske elevene er blant de yngste. For å minimere dette problemet vil vi gjennom det meste av boka sammenlikne norske elevers prestasjoner med prestasjonene i land som har elever med tilnærmet samme alder som Norge.

1.2.3 Utvikling i matematikkprestasjoner i perioden 2003–2007

En viktig begrunnelse for å delta i internasjonale komparative studier, som TIMSS, er ikke bare å kunne sammenlikne egne data med andre lands data, men like mye å kunne måle utvikling over tid i eget land. Gode trenddata forutsetter at elevene i de populasjonene som undersøkes i ulike år, får en viss andel identiske oppgaver. Det er viktig at oppgavene beholdes identiske, siden selv relativt små endringer i en oppgave har vist seg å kunne gi store utslag på hvor vanskelig eller lett en oppgave faller ut (Olsen et al. 2001). I TIMSS hemmeligholder man derfor en del oppgaver for å kunne bruke dem i senere undersøkelser. Slike trendoppgaver går altså igjen fra undersøkelse til undersøkelse og gjør at man i TIMSS har gode forutsetninger for å uttale seg om utvikling over tid.

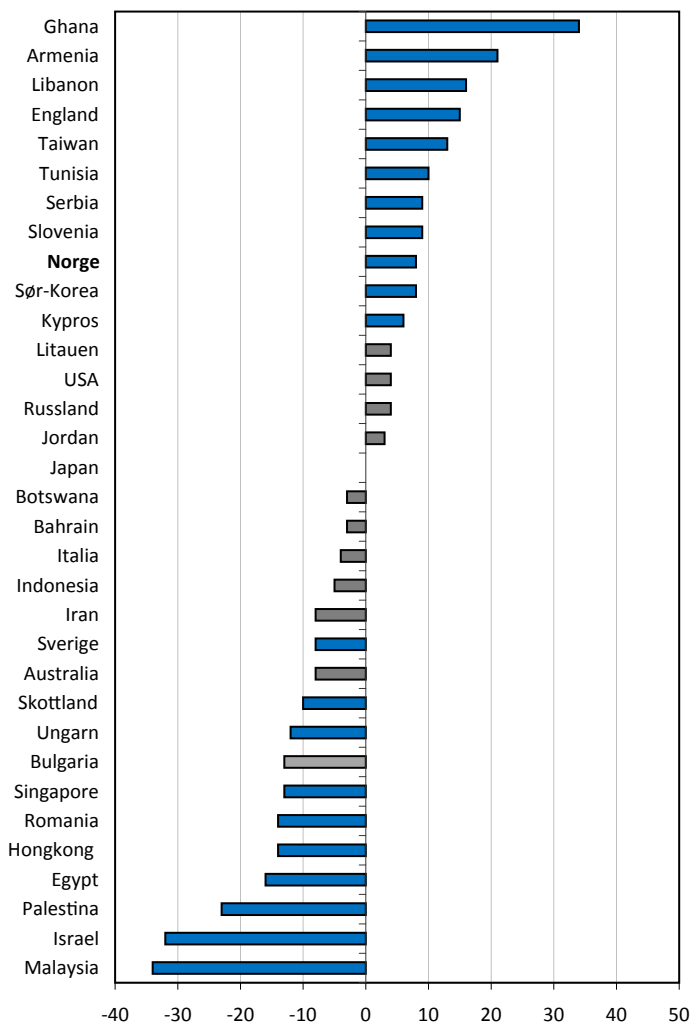
Figur 1.3 viser endringene i elevprestasjoner i matematikk på 8. trinn for alle land som har deltatt i både TIMSS 2003 og TIMSS 2007. Endringene er beregnet som differansen i gjennomsnittsskår mellom disse to undersøkelsene. Landene er sortert etter hvor stor endringen har vært i positiv retning. Søylar mot høyre angir framgang i prestasjoner fra 2003 til 2007, mens søylar mot venstre angir tilbakegang i dette tidsrommet. Feilmarginen varierer noe fra land til land, men ligger stort sett mellom 4 og 10 poeng.

Figur 1.3 viser at norske elever har hatt en framgang i prestasjoner i matematikk i perioden fra 2003 til 2007. Endringen er på 8 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.

Senere i kapittelet utdypes dette noe, og noen mulige årsaker til framgangen blir drøftet. Sverige er det eneste av de andre nordiske landene som deltar i TIMSS 2007 på 8. trinn. I TIMSS 2003-rapporten (Grønmo et al. 2004) ble det påpekt at Sverige var det eneste landet som hadde en større tilbakegang enn Norge i matematikkprestasjoner på 8. trinn i perioden fra 1995 til 2003. I perioden fra 2003 til 2007 fortsatte Sverige tilbakegangen, mens norske elever hadde en framgang.

1 Hovedfunn og trender i TIMSS 2007

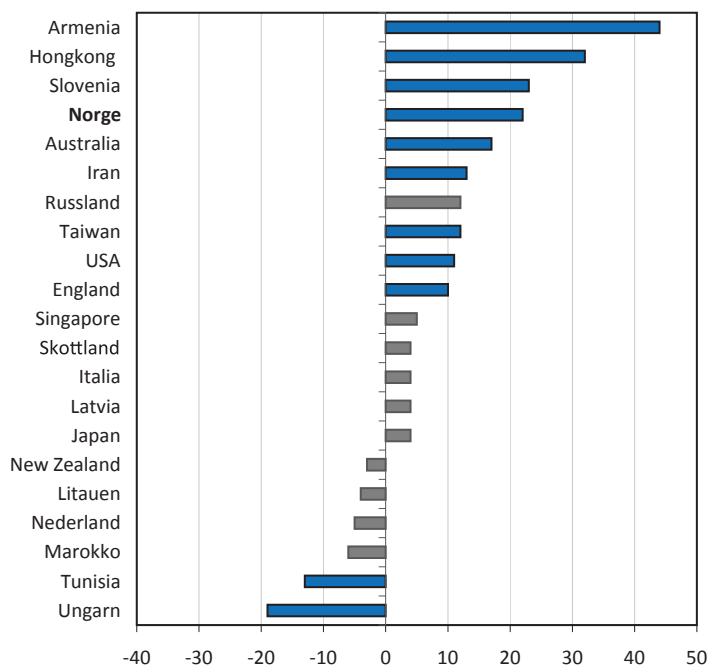
Figur 1.3 Endring i matematikkskår på 8. trinn i perioden 2003–2007. Blå farge viser at endringen er signifikant



Figur 1.4 viser endringene i elevprestasjoner i matematikk på 4. trinn i perioden 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 angir tilbakegang. Feilmarginene varierer noe fra land til land, men ligger stort sett mellom 4 og 10 poeng.

Av figur 1.4 ser man at det har vært en markert framgang i norske elev-ers prestasjoner i matematikk i perioden fra 2003 til 2007. Framgangen på 4. trinn er på hele 22 poeng. Selv om norske elever fortsatt presterer lavere enn elever i mange land det synes naturlig å sammenlikne seg med, er det ubetinget positivt at det for første gang er dokumentert en klar og signifikant framgang i matematikk for norske elever på begge trinn i TIMSS.

Figur 1.4 Endring i matematikkskår på 4. trinn i perioden 2003–2007. Blå farge viser at endringen er signifikant



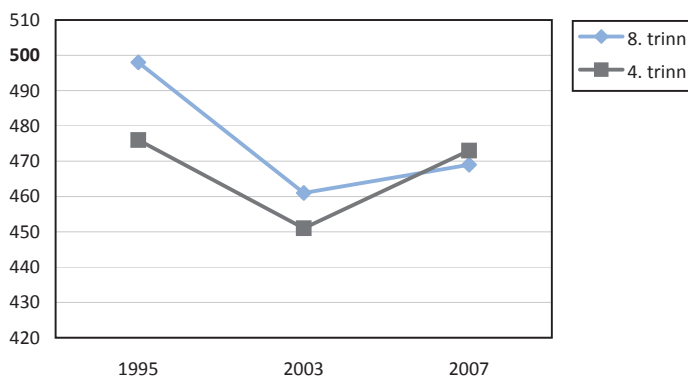
I TIMSS 1995 ble elever på to etterfølgende klassetrinn undersøkt. På bakgrunn av dette kunne man gjøre et grovt overslag over hvor mange poeng et års skolegang utgjorde. I den skalaen som brukes i TIMSS, fant man da at et skoleår pluss et år i alder grovt regnet førte til en økning på 40 poeng i skår. Ser vi på forskjellen i gjennomsnitt mellom Sverige og Norge, så er den i 2007 mindre enn 40 poeng på begge årstrinn. Sverige undersøker elever som er ett år eldre enn de norske, men som står oppført med likt antall år i skolen. Det skyldes at tilbudet til 6-åringer i Sverige er definert som førskole,

mens det i Norge er definert som skole. Kvalitativ forskning har vist at disse tilbudene innholdsmessig er svært like (Bjørnestad 2009). Selv om Norge ligger under Sverige i figurene 1.1 og 1.2, gir altså dette et noe skjevt bilde av forholdet mellom elevenes faglige prestasjoner i matematikk i de to landene. Det er også grunn til å påpeke at mens den negative utviklingstrenden i Norge er brutt, opplever Sverige fremdeles tilbakegang i matematikk på 8. trinn. Sverige deltok ikke på 4. trinn i TIMSS 2003. Derfor er det ingen data for utvikling i Sverige i perioden fra 2003 til 2007 på det trinnet.

1.2.4 Utvikling i matematikkprestasjoner i perioden 1995–2007

Det er også interessant å se på hvordan utviklingen i prestasjoner for norske elever har vært i matematikk for hele 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 Utvikling av norske matematikkprestasjoner i perioden 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 i perioden 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 skolen.

1.2.5 Mulige årsaker til framgangen i matematikkprestasjoner i perioden 2003–2007

Sannsynligvis er det flere årsaker til at vi gjennom TIMSS 2007 nå kan dokumentere en forbedring i norske elevers prestasjoner i matematikk på 4. og 8. trinn i perioden fra 2003 til 2007. I TIMSS i 2003 var det noen restriksjoner på bruk av kalkulator på 8. trinn, mens det ikke var det i 2007. Det kan ha innvirket noe på resultatet for 8. trinn. På 4. trinn er kalkulator ikke tillatt overhodet. Det kan også synes rimelig å anta at noe av framgangen på 8. trinn skyldes at norske elever i denne populasjonen i 2007 har ett år mer formell skolegang enn det 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 framgangen i matematikk i dette tidsrommet. Elevene på 4. trinn 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 ett år lengre formell skolegang har bidratt mer til den positive utviklingen man ser fra 2003 til 2007. Vi vil her 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. Spørsmål som var knyttet til betydningen av fagkunnskap i matematikk og naturfag, sto særlig sentralt i debatten.

Kvalitetsutvalget, eller Utvalget for kvalitet i grunnopplæringen, ble nedsett 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 en styrket satsing på realfag (NOU 2002; NOU 2003). 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

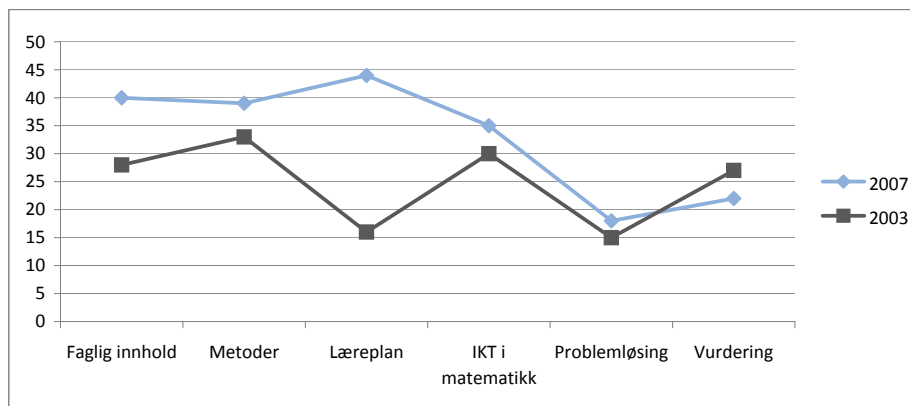
innføringen av Kunnskapsløftet (K06) (KD 2006a). Grunnleggende ferdigheter i sentrale skolefag, blant annet matematikk, blir her løftet fram som et prioritert satsingsområde. I forbindelse med innføringen av K06 ble matematikkfaget dessuten styrket med 85 ekstra undervisningstimer på barnetrinnet. Kunnskapsdepartementet har i tillegg utviklet en strategiplan, Et felles løft for realfagene 2006–2009 (KD 2006b), hvor forskning på undervisning og læring i realfagene utvides. I den forbindelse er det opprettet nasjonale sentre for å styrke opplæring i og rekruttering til matematikk og naturfag. Det har hersket stor politisk enighet om denne økte satsingen på realfag. I den skolepolitiske debatten har derfor søkelyset de senere år særlig vært rettet mot ønsket om å bidra til å styrke norske elevers kompetanse i både matematikk og naturfag.

Vi ønsker også å peke på at utviklingen av et nasjonalt vurderingssystem, gjennom nasjonale prøver i sentrale skolefag, har bidratt til økt oppmerksomhet på og vektlegging av kunnskap i skolen. Da resultatene fra de nasjonale prøvene i regning, lesing og engelsk for 2008 ble offentliggjort (12.11.2008), la kunnskapsministeren i sin presentasjon vekt på at innsats for kvalitet nytter. Han framhevet betydningen av systematisk læringsarbeid for å øke elevenes faglige kunnskaper.

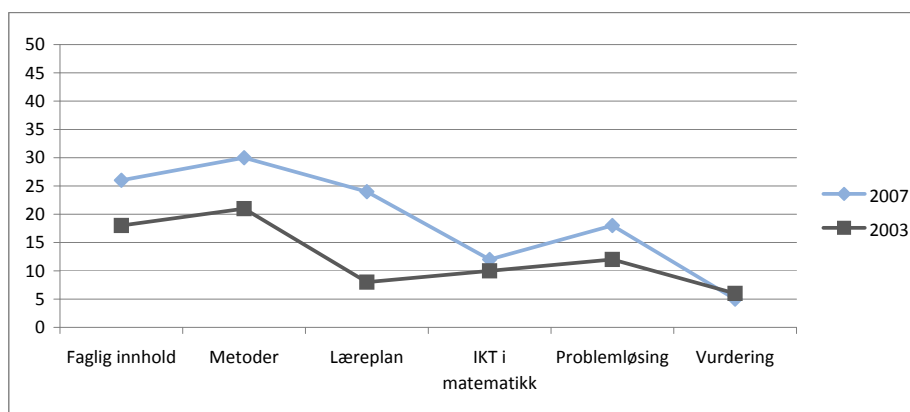
Undervisningsrelaterte faktorer:

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. Flere norske matematikklærere deltok i faglig relevant videre- og etterutdanning i 2007 enn i 2003. Figur 1.6 viser prosentandelen av norske matematikklærere på 8. trinn som i 2003 og 2007 oppga at de hadde deltatt på denne typen kurs i løpet av de siste to årene. Figur 1.7 viser det samme for matematikklærere på 4. trinn. Av disse figurene ser man at det for begge trinn er en klar økning i andelen norske matematikklærere som har deltatt i faglig relevant etter- eller videreutdanning, i perioden fra 2003 til 2007.

Fig. 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



Figur 1.7 Prosentandelen av norske matematikklærere på 4. 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.

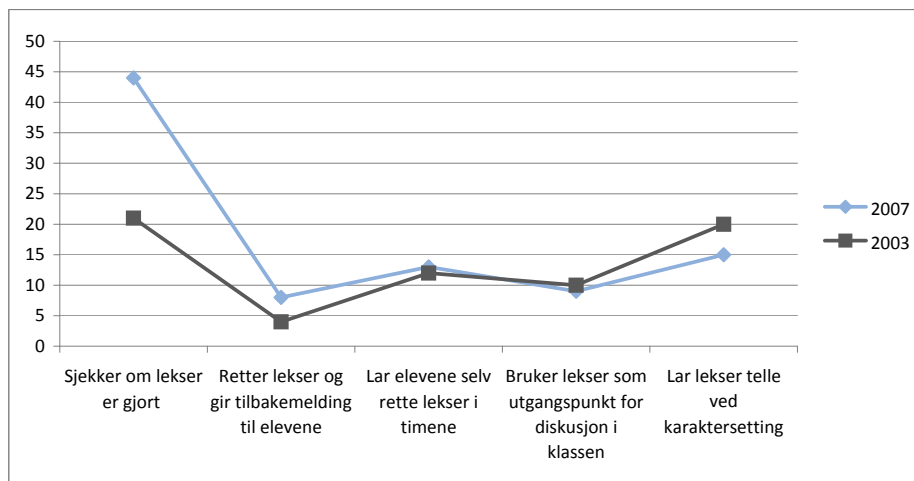
At lærernes faglige kunnskaper har betydning for elevenes læring, er forskningsmessig dokumentert (Falch & Naper 2008). St.meld. nr. 31 (KD 2007–2008) peker også på betydningen av lærernes faglige kompetanse for elevenes utvikling av kunnskap. Økningen i lærernes deltakelse i fagrelevante kurs, sammen med en viss økning i andelen matematikklærere med minst ett

års fordypning i matematikk eller matematikkdiraktikk, 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 lærere i andre land gjorde, men leksene her i landet ble i langt mindre grad fulgt opp med ulike typer kontroller og tilbakemeldinger til elevene. Nå kan det påvises en klar økning i prosentandelen norske matematikklærere på 8. trinn som oppgir at de sjekker om elevenes lekser er gjort. Figur 1.8 viser prosentandelen av matematikklærerne på 8. trinn som oppgir at lekser brukes på ulike måter. (Data for 4. trinn foreligger ikke på dette spørsmålet.) Det framgår av figur 1.8 at det har vært en markert økning i lærere som svarer at de følger opp lekser ved å sjekke at de er gjort, og det har vært en moderat økning i prosentandelen lærere som oppgir at de retter leksene og gir elevene tilbakemelding. Det kan altså virke som om de signalene som kom om svak oppfølging av lekser i TIMSS 2003-rapporten, har blitt tatt på alvor.

Innføringen av nasjonale prøver må kunne antas å generelt ha ført til at oppmerksomheten har blitt rettet mot 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 i klasserommet synes å ha blitt bedre. Systematikk i læringsarbeidet blir av utdanningsforskere trukket fram som svært viktig i forbindelse med elevenes utvikling av kunnskap (Klette 2004). De momentene som er nevnt her, må derfor kunne anses å ha innvirket positivt på elevenes faglige prestasjoner.

Figur 1.8 Anvendelser av lekser i matematikk på 8. trinn. Prosentandelen av lærerne som oppgir at aktiviteten foregår i omtrent halvparten av timene eller oftere



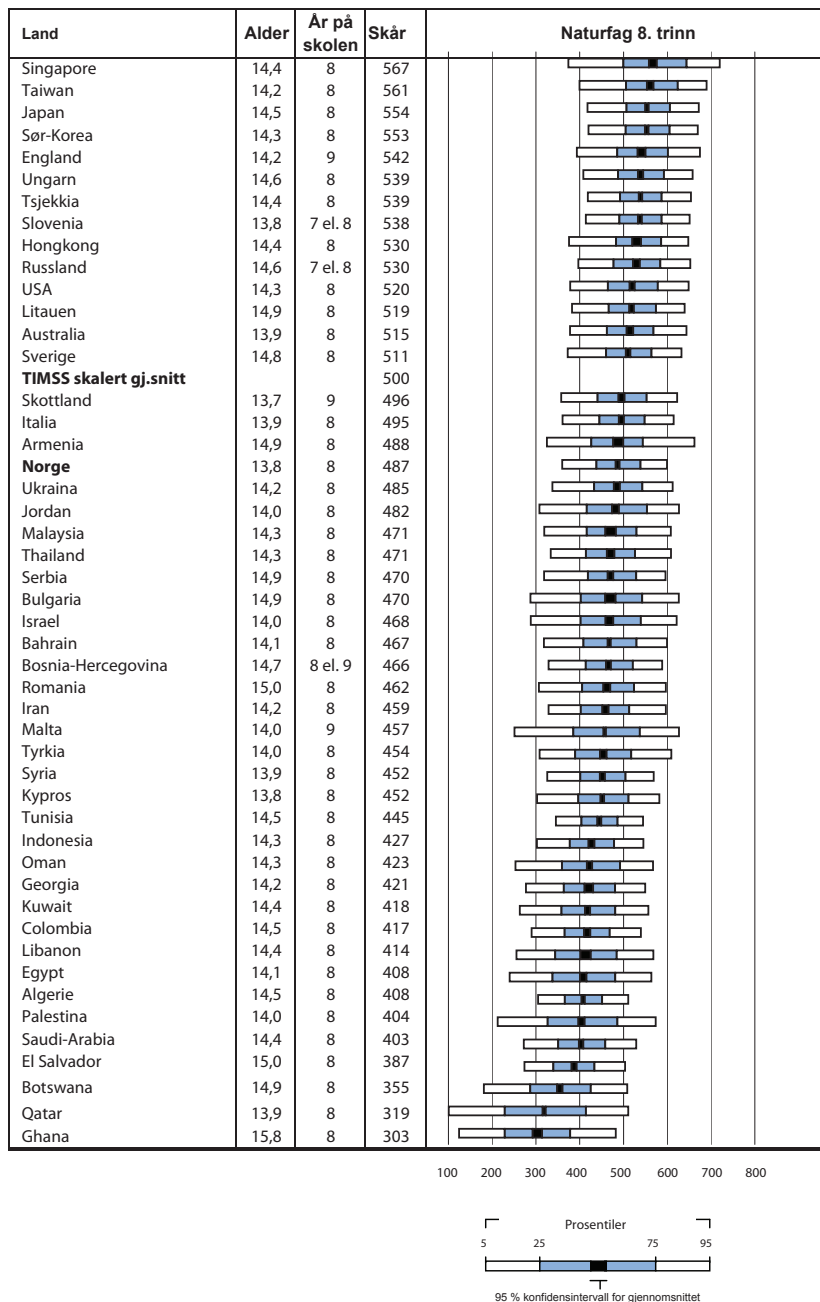
1.3 Prestasjoner i naturfag

1.3.1 Naturfagprestasjoner på 8. trinn

Naturfagprestasjonene på 8. trinn for alle deltakerlandene i TIMSS 2007 er vist i figur 1.9. Også i naturfag finner vi flere østasiatiske land på toppen av lista. Norske elever skårer signifikant lavere enn det internasjonale skalerte gjennomsnittet på 500 poeng. (Skalert internasjonalt gjennomsnitt forklares i tekstboks 1.1 og i kapittel 10.)

1 Hovedfunn og trender i TIMSS 2007

Figur 1.9 Hovedresultater i naturfag for alle landene på 8. trinn.
Se tekstboks 1.1 for forklaring

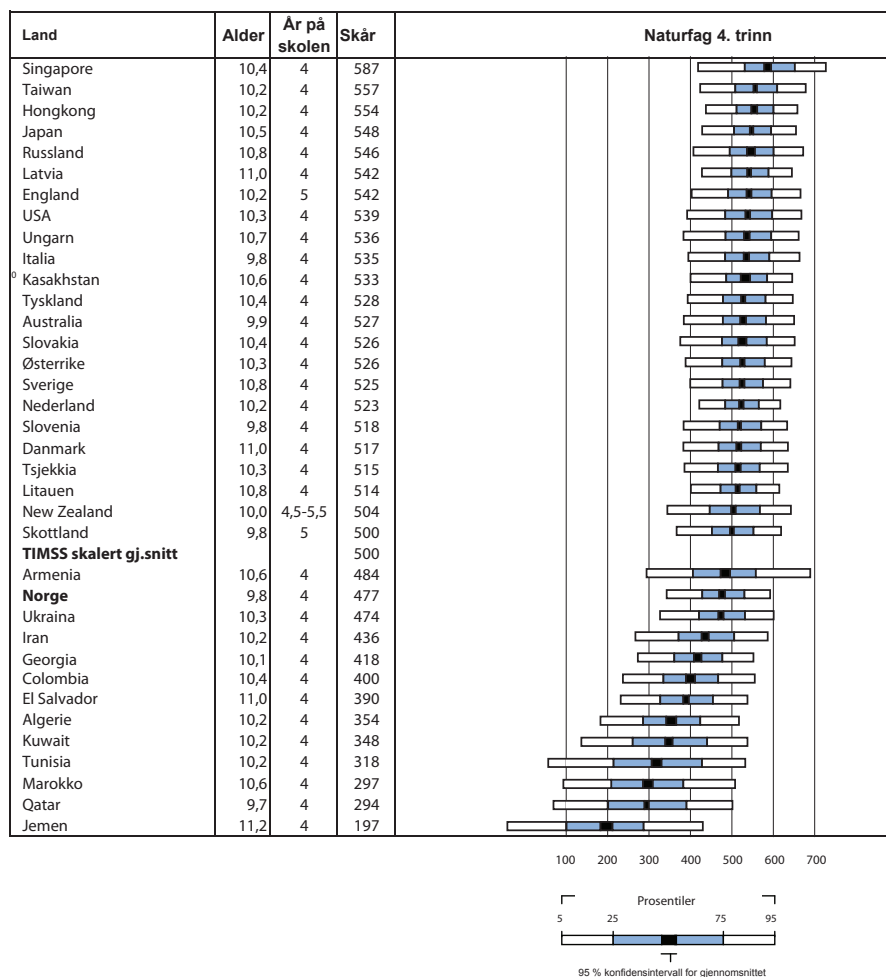


1.3.2 Naturfagprestasjoner på 4. trinn

Naturfagprestasjonene på 4. trinn for alle deltakerlandene i TIMSS 2007 er vist i figur 1.10. Også på dette trinnet skårer norske elever signifikant lavere enn det internasjonale 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 (Grønmo et al. 2004).

Figur 1.10 Hovedresultater i naturfag for alle landene på 4. trinn.

Se tekstboks 1.1 for forklaring

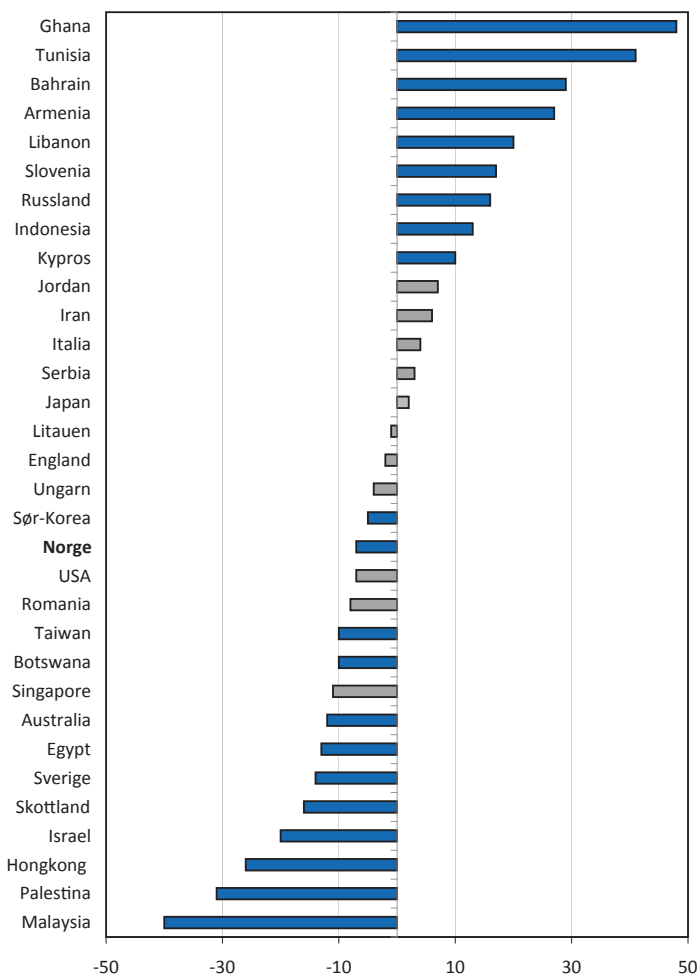


1 Hovedfunn og trender i TIMSS 2007

1.3.3 Utvikling i naturfagprestasjoner i perioden 1995–2007

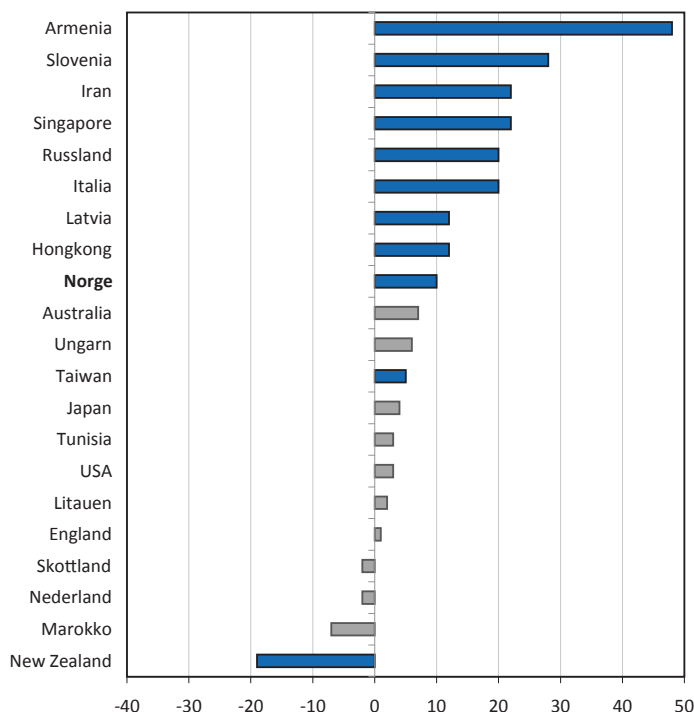
Internasjonale komparative studier som TIMSS gir gode data for å kunne analysere utvikling i prestasjoner over tid. Figur 1.11 viser endringene i elevprestasjoner i naturfag på 8. trinn for alle land som har deltatt i både TIMSS 2003 og TIMSS 2007. Norge har en liten, men signifikant tilbakegang på 7 poeng i naturfagprestasjoner i perioden fra 2003 til 2007.

Figur 1.11 Endring i naturfagskår på 8. trinn i perioden 2003–2007. Blå farge viser at endringen er signifikant



Figur 1.12 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 klar og signifikant framgang i naturfagprestasjoner på dette trinnet i perioden fra 2003 til 2007. Framgangen er på 10 poeng.

Figur 1.12 Endring i naturfagskår på 4. trinn i perioden 2003–2007. Blå farge viser at endringen er signifikant

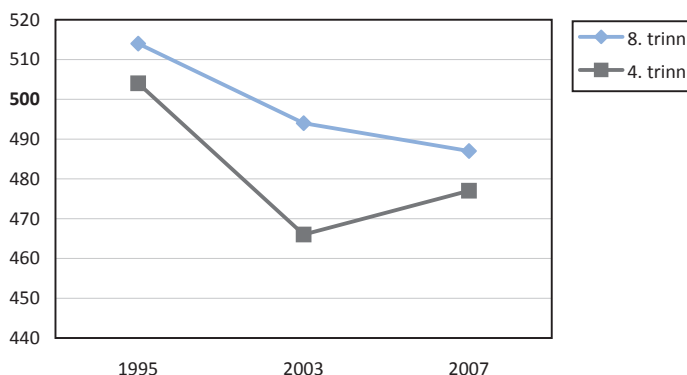


Det har altså vært en framgang i norske elevers prestasjoner i naturfag på 4. trinn i perioden fra 2003 til 2007, men en tilbakegang på 8. trinn. Utviklingen i naturfag er dermed ikke like entydig positiv som i matematikk, der det i denne perioden var en klar framgang på begge trinn. Et interessant poeng er at tilbakegangen i naturfag på 8. trinn synes å være kjønnsrelatert. Dersom vi skiller mellom jenter og gutter på dette trinnet, ser vi at mens jentene skårer to poeng lavere i 2007 enn i 2003, har guttene gått hele 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.

1 Hovedfunn og trender i TIMSS 2007

Utviklingen i naturfagprestasjoner for norske elever på 8. og 4. trinn i perioden fra 1995 til 2007 er vist i figur 1.13. 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 1.13 *Uvikling av norske naturfagprestasjoner i perioden 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, Kjærnsli & Brekke 1997a, 1997b; 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 trekke fram ytterligere ett poeng. Dersom et land har hatt framgang i matematikk på 8. trinn i perioden fra 2003 til 2007, har samme land som regel også hatt framgang i naturfag (figur 1.3 og 1.11). Tilsvarende gjelder for resultatmessig tilbakegang. Sverige har for eksempel hatt tilbakegang i begge fagene på dette trinnet, og har dermed fortsatt den svake utviklingen de hadde i perioden fra 1995 til 2003. Norge skiller seg derfor noe ut fra dette bildet ved at vi har hatt framgang i matematikk, men tilbakegang i naturfag. Mulige årsaker til dette skisseres nedenfor, og temaet blir også drøftet mer utførlig i kapittel 9.

1.3.4 Mulige årsaker til utviklingen i norske naturfagprestasjoner i perioden 2003–2007

TIMSS 2007 har altså påvist framgang i naturfag på 4. trinn, men fremdeles noe tilbakegang på 8. trinn. Bildet i naturfag er derfor 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 fått mer oppmerksomhet enn naturfag de siste årene. Grunnleggende ferdigheter i matematikk 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, men 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 at matematikkfaget har fått noe mer skolepolitisk oppmerksomhet enn naturfag.

Med innføringen av Kunnskapsløftet fikk skolen en ekstra timeressurs til naturfag på barnetrinnet, men ikke på ungdomstrinnet. Det kan muligens ha bidratt noe til at resultatene fra TIMSS 2007 viser framgang i naturfag for 4. trinn, men ikke for 8. trinn.

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.

1.4 Bruk av referanseland

I denne boka har vi valgt å relatere de norske resultatene til fire såkalte *referanseland*. Disse landene ble valgt før vi begynte å gjøre våre analyser, og etter følgende kriterier:

- som representanter for grupper av land med ulike undervisningsprofiler for matematikk og naturfag (i samsvar med analyser av TIMSS- og PISA-data fra tidligere studier)
- at landene deltok på både 4. og 8. trinn, slik at man kan bruke de samme referanselandene i hele boka

- at alderen til elevene i disse landene skulle være tilnærmet den samme som for de norske elevene på både 4. og 8. trinn

Betegnelsen *ulike undervisningsprofiler* er basert på analyser av data fra internasjonale komparative studier tilbake til TIMSS 1995 (Grønmo, Kjærnsli & Lie 2004). Slike analyser har senere blitt gjennomført med data fra både PISA og TIMSS, og i både matematikk og naturfag (Olsen & Grønmo 2006, Kjærnsli & Lie 2006, Olsen 2006). Analysene har tegnet relativt stabile mønstre for grupper av land både over tid og i ulike fag. Disse mønstrene kan man betegne som ulike *profiler* for landenes undervisning i henholdsvis matematikk og naturfag. De ulike gruppene skiller seg fra hverandre når det gjelder hvilke typer oppgaver elevene presterer relativt best eller dårligst på.

Analysene av elevenes prestasjoner i matematikk fra TIMSS 1995 viste at det var meningsfylt å snakke om følgende grupper av land: en engelskspråklig, en østeuropeisk, en østasiatisk og en nordisk (Grønmo, Kjærnsli & Lie 2004). Senere analyser av data fra TIMSS og PISA underbygger dette. Profilene grupperer seg i to veldig ulike *typer*. Den ene typen består av den østeuropeiske og den østasiatiske profilen, og den andre av den nordiske og den engelskspråklige profilen. Land både med den østeuropeiske og den østasiatiske profilen gjør det relativt best på det vi kan kalle tradisjonelle fagområder i matematikk, som algebra og geometri, mens nordiske og engelskspråklige land presterer relativt best på områder som statistikk og sannsynlighet. De to sistnevnte er undervisningsområder i matematikk som har kommet inn i skolefaget i de senere år, da gjerne med henvisning til behovet for matematikk i dagliglivet. Samtidig som det er klare likheter mellom den østeuropeiske og den østasiatiske profilen, er det også noen ulikheter. Mange østasiatiske land presterer for eksempel bedre enn de østeuropeiske. Det er også noen ulikheter mellom den nordiske og den engelskspråklige profilen, som for eksempel at de nordiske landene presterer svakest i algebra. Analyser av elevprestasjoner i naturfag viser at landene grupperer seg på tilsvarende måte som i matematikk (Grønmo & Kjærnsli 2003, Grønmo, Kjærnsli & Lie 2004, Kjærnsli & Lie 2006).

I denne boka, som i den forrige TIMSS-rapporten, vil de norske resultatene bli sammenliknet med ett referanseland fra hver av de ikke-nordiske gruppene nevnt over. I tillegg er det med en representant fra det kontinentale Vest-Europa.

Ut fra de utvalgskriteriene som her er presentert, kunne vi i 2007 ikke bruke de samme referanselandene som i 2003. Noen land var ikke lenger aktuelle fordi de ikke deltok i begge populasjonene i 2007. Følgende land ble valgt:

- Australia (representant for de engelskspråklige landene)
- Italia (representant for det kontinentale Vest-Europa)
- Japan (representant for Øst-Asia)
- Slovenia (representant for Øst-Europa, selv om denne betegnelsen ikke er helt korrekt i geografisk forstand)

(Japan og Slovenia var også referanseland i rapporten for TIMSS 2003.)

Alle disse landene oppfyller våre uttakskriterier bortsett fra at de japanske elevene er noe eldre enn de norske. Når Japan likevel ble valgt, var det fordi det ikke var noe annet asiatisk land som oppfylte utvalgskriteriene bedre. Spesielt i forbindelse med sammenlikninger av prestasjoner, må elevvalder tas i betraktning. Det at Japans prestasjoner generelt ligger høyt over de andre referanselandene, inkludert Norge, kan imidlertid ikke forklares bare ved en henvisning til at de japanske elevene er omtrent et halvt år eldre. Hadde disse elevene vært yngre, er det rimelig å anta at prestasjonene hadde vært litt svakere. Det generelle bildet ville antagelig likevel i store trekk blitt det samme.

Noen av de valgte landene har betydelig innflytelse internasjonalt i de fagdidaktiske forskningsmiljøene, særlig vil Australia og Japan falle inn under den kategorien. Som det ble påpekt i forrige TIMSS-rapport, kan de forskjellene vi finner mellom land, ofte ikke forstås uten en grundig analyse av det enkelte lands skolesystem og samfunn i en videre forstand. Det vil gå utover rammene for denne rapporten å gjøre en slik analyse. For mer om skolesystemet i de enkelte land, henvises det til «TIMSS 2007 Encyclopedia» (Mullis et al. 2008b). Resultatene fra de utvalgte landene vil derfor i hovedsak bli brukt som referansepunkt for å reflektere rundt de norske resultatene, og vi bruker derfor betegnelsen *referanseland*.

Ved å velge referanseland ut fra de ovenfor nevnte kriteriene er det vår intensjon å minimalisere noen av komparasjonsproblemene i analysene av de norske resultatene i TIMSS. Vi bruker data fra TIMSS-studien til å reflektere rundt ulike tematiske problemstillinger. Det å relatere norske resultater til resultatene i referanselandene, gir etter vår mening analysene større dybde. Det bidrar til at man kan reflektere over hva det legges vekt på i matematikk og naturfag i andre land, og hvordan undervisning i disse landene organiseres

1 Hovedfunn og trender i TIMSS 2007

og gjennomføres. TIMSS kan i så måte være en god premissleverandør for en diskusjon av situasjonen i norsk skole. Begrunnelsen for valg av referanseland er at vi på en best mulig måte skal oppfylle intensjonen om at TIMSS skal bidra til å utvikle ideer om hvordan man kan forbedre undervisningen og læringsutbyttet i norsk skole.

2 Et matematikdidaktisk perspektiv på TIMSS

Liv Sissel Grønmo og Ole Kristian Bergem

TIMSS gir oss gode data og mye informasjon som gir et godt utgangspunkt for å drøfte sentrale temaer innenfor fagdidaktisk forskning og norsk skoleutvikling. Det gjelder for eksempel spørsmål knyttet til hvorfor man har matematikk i skolen. Med bakgrunn i ulike begrunnelser for faget kan man videre drøfte det faglige innholdet i skolematematikken og undervisningen i matematikk. I dette kapittelet drøftes disse spørsmålene og hva TIMSS kan bidra med i disse diskusjonene i relasjon til TIMSS-data.

TIMSS har i tillegg til prestasjonsdata i matematikk spørreskjemaer til elever og lærere. Mange av spørsmålene der er relatert til undervisning. TIMSS gir oss derfor mye informasjon som er nyttig når man skal drøfte matematikkfaget i norsk skole i et bredt nasjonalt og internasjonalt perspektiv.

2.1 Hvorfor matematikk i skolen?

Matematikk har en sentral plass i grunnskole og videregående utdanning verden over. Ulike begrunnelser har blitt brukt for å legitimere fagets plass i skolen. Den danske matematikdidaktikeren Mogens Niss (2003) hevder at de fleste av disse begrunnelsene kan knyttes til følgende tre grupper av kategorier:

- samfunnets teknologiske og sosioøkonomiske utvikling
- samfunnets politiske, ideologiske og kulturelle eksistens og utvikling
- behovet for å utruste det enkelte individ med de kunnskapene det kan trenge for å håndtere privatliv, yrkesliv (utdanning og yrke) og samfunnsliv

Hvilke begrunnelser som brukes, varierer ut fra tid og mellom land. I de nordiske og de engelskspråklige landene har det for eksempel vært lagt mye vekt på at et levende demokrati forutsetter kompetente samfunnsborgere. I land

som Tyskland, Frankrike, Russland og Kina har samfunnets kulturelle og ideologiske eksistens vært sterkere framme som legitimering av matematikkfaget. Matematikk har også vært begrunnet med det vi kan kalle formaldanning – at faget i seg selv utvikler logisk sans og strukturert tenkemåte. Dette er samme type argument som tidligere ble brukt om latin (Niss 2003).

Utviklingen av naturvitenskap, økonomi og informasjonsteknologi i et moderne samfunn baserer seg i stor grad på matematikk. Det samme gjør mye av forskningen innen medisin, språk og samfunnskunnskap. Man kan si at matematiske modeller og beregninger gjennomsyrrer dagens høyt utviklede teknologiske samfunn (Skovsmose 1994; Ernest 2000). Matematikk utgjør altså en nødvendig basis for samfunnet. Et moderne samfunn ville ikke vært mulig uten avansert matematikk. Dette kan kalles «matematikkenes objektive relevans» (Niss 1994). Niss kaller det et paradoks at på tross av matematikkens objektive relevans kan den enkelte samfunnsborger oppleve at matematikk er subjektivt irrelevant, siden man kan greie seg ganske bra i samfunnet uten å ha særlig matematisk kompetanse. Matematikken er for eksempel ofte skjult i våre høyteknologiske produkter, og man trenger ikke forstå den avanserte matematikken som ligger til grunn for selv å bruke disse produktene.

Demokratisering av skolen til å omfatte alle samfunnslag har pågått siden slutten av 1800-tallet, med stadig større vekt på alles rett til både grunnutdanning og videregående utdanning. De siste tiårene har *matematikk for alle* blitt et slagord med stor gjennomslagskraft, ikke minst i nordiske og engelskspråklige land. Hva som ligger i *matematikk for alle*, og hvordan dette fortolkes og implementeres i skolen, har stor betydning. En mulig fortolkning er å legge innhold og metoder opp til hva gjennomsnittseleven har mulighet til å lære. En annen fortolkning er at alle skal få et opplegg tilpasset egne evner og muligheter. I norske læreplaner synes det å være den siste fortolkningen som har blitt løftet fram. Enkelte forskere hevder imidlertid at det er den første som synes å ha blitt implementert i skolen (Skagen 2002).

Data fra TIMSS-undersøkelsen er velegnet til å diskutere hvordan *matematikk for alle* har blitt fortolket og implementert i norsk skole. Gjennom analyser av hvordan elever presterer på ulike oppgaver i TIMSS, får man klare indikasjoner på hva som oppfattes som viktig for alle elever å lære i matematikk, og hva som synes å bli nedtonet. Studien gir mulighet til å drøfte dette i et internasjonalt perspektiv. Et slikt nasjonalt og internasjonalt perspektiv kan være en god bakgrunn for en didaktisk diskusjon om hvilke av de ulike begrunnelsene

for faget norsk skole synes å legge vekt på. Dersom TIMSS-resultatene peker mot at norsk skole i stor grad vektlegger enkle kunnskaper som alle kan klare å tilegne seg, hva da med samfunnets behov for personer med høy matematisk kompetanse? Hvordan ivaretas individuelle behov hos elevene? Gis både elever som har spesielt gode evner og interesse for faget, og elever som sliter med faget, passende utfordringer? I kapittel 3 presenteres bakgrunnsdata fra TIMSS 2007 som kan danne utgangspunkt for en slik diskusjon. I kapittel 9 vurderes og drøftes disse temaene i et fagdidaktisk perspektiv.

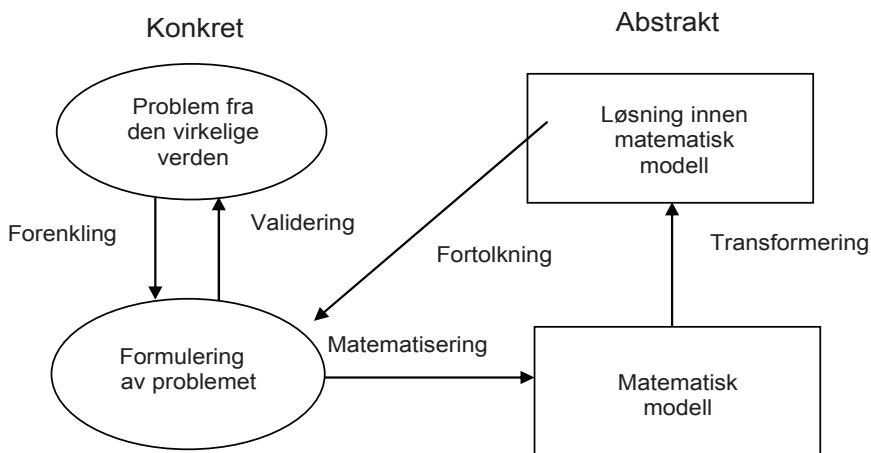
2.2 Faglig innhold i skolematematikken

En viktig begrunnelse for matematikk i skolen relatert til den enkeltes behov er at skolen skal gi alle elever en basis av grunnleggende kunnskaper i matematikk. Med denne basiskunnskapen skal elevene stå godt rustet til å løse problemer de står overfor i privatliv og yrkesliv, og dermed kunne utvikle et godt grunnlag for å fungere som aktive deltakere i samfunnet. Det legges da stor vekt på at elevene skal opparbeide seg kompetanse i å anvende sin matematiske kunnskap. Flere forskere understreker at en slik matematisk kompetanse forutsetter en basis av fakta, ferdigheter og begrepsforståelse innen tall og tallregning (Grønmo 2005). At alle elever trenger en slik faglig basis i det som kan kalles *ren matematikk*, betyr ikke at alle elever trenger avanserte matematiske kunnskaper for eksempel innen algebra (Ernest 2000). I tillegg til at alle samfunnsborgere trenger kunnskaper som setter dem i stand til å bruke matematikk for å løse problemer i dagliglivet og til å delta i demokratiske prosesser, har imidlertid samfunnet også behov for at en viss andel av befolkningen har en relativt høy spesialkompetanse i matematikk. Å utdanne personer med høy matematisk kompetanse kan altså begrunnes både ut fra enkeltindividers ønsker om å utdanne seg til yrker hvor slik kompetanse er nødvendig, og ut fra samfunnets behov for teknologisk og økonomisk utvikling. Også denne gruppen elever trenger gode elementære kunnskaper innen den delen av ren matematikk som går på tall og aritmetikk. Mange av de problemene elever som går videre med matematikk, har for eksempel innen algebra, skyldes manglende elementære kunnskaper og ferdigheter i aritmetikk (Brekke et al. 2000). En god basis i ren matematikk innen tall og tallregning er derfor viktig for alle elever i skolen, både for de som fortrinnsvis trenger det av praktiske nyttehensyn, og for de som skal gå videre og bli

høyt kvalifiserte innen faget. I tillegg til en grunnleggende kunnskapsbasis i aritmetikk trenger denne siste gruppa av elever også å utvikle kompetanse i for eksempel algebra. Da må skolen kunne tilby dem dette og generelt sørge for at også disse elevene får faglige utfordringer tilpasset sitt nivå.

Matematikk kan anses som både et produkt og en prosess. Matematikk som produkt kan for eksempel være akseptert matematisk kunnskap på et område, eller svaret på en oppgave i matematikk. Prosessaspektet er særlig knyttet til aktiviteten som fører fram til en løsning. Ikke minst i skolefaget har det etter hvert blitt vanlig å legge mye vekt på prosessaspektet. *Matematisering* har blitt brukt som en betegnelse på prosessen med å gå fra et gitt problem i den virkelige verden til å omsette dette til matematisk språk, se figur 2.1.

Figur 2.1. Forholdet mellom virkelig verden og matematisk verden (etter Standards, NCTM 1989)



Høyre side av figuren refererer til den abstrakte matematiske verden, og venstre side refererer til problemer i den virkelige verden som man matematiserer og løser ved å anvende ren matematikk. Når man skal diskutere innholdet i skolematematikken, synes det rimelig å diskutere hvor mye vekt som skal legges på ren matematikk i forhold til anvendt matematikk. Anvendelse forutsetter at man med utgangspunkt i et autentisk problem kan matematisere og sette opp en modell som man arbeider med innenfor ren matematikk, for til slutt å relatere det matematiske svaret tilbake til problemet i den virkelige verden. For å kunne lykkes med dette, kreves det at man både har kompetanse innen

ren matematikk og får anledning til å arbeide med autentiske problemstillinger. Nedprioriteringen av automatiserte ferdigheter i tall og tallregning synes derfor problematisk. Det å legge vekt på at alle elever skal kunne anvende sin matematiske kunnskap er vel og bra, men dette bør ikke anses for å være et alternativ til at elevene trenes i og lærer ren matematikk (Gardiner 2004).

Norske læreplaner har avspeilet ulike internasjonale trender innen matematikkundervisning. Etter sputniksjokket i 1957 var *Back to basics*, med prioritering av elementære ferdigheter i matematikk, et gangbart slagord i den vestlige verden. Utover på 1960- og 1970-tallet ble det lagt vekt på at elevene tidlig skulle introduseres for mengdebegreper og logiske operasjoner. Dette var sentrale elementer i det som ble kalt *moderne matematikk*. *Problemløsning* ble så den dominerende undervisningstrenden på 1980-tallet, og på 1990-tallet ble *matematikk i dagliglivet* framhevet som et sentralt mål for matematikkundervisningen. Alle disse trendene avspeilet seg i de norske læreplanene. Eksempelvis var *problemløsning* et hovedområde i M87 og en tilnærming som skulle gjennomsyre all matematikkundervisning. I L97 fikk *matematikk i dagliglivet* en tilsvarende overordnet rolle.

Hva som skal være innholdet i skolematematikken, er knyttet til begrunnelsene for faget. Hvis for eksempel anvendelse av matematikk i dagliglivet blir et prioritert mål, vil det ha betydning for hvilke temaer som vektlegges i undervisningen. Statistikk og tallregning vil da peke seg ut som særlig viktige emneområder. Dersom samfunnets teknologiske og sosioøkonomiske utvikling framheves, vil dette innebære en sterkere vektlegging av temaer som spesielt flinke elever må beherske for å kunne videreutvikle sin matematiske kompetanse, for eksempel algebra.

Med økt vekt på anvendelse av matematikk kan det synes som om matematikkens presise formuleringer og logiske struktur i mindre grad enn tidligere vektlegges i skolematematikken (Gardiner 2004). Formuleringer som «bare en manipulering med symboler» eller «mekanisk regning» har blitt brukt om det å beherske de fire regningsartene eller å kunne forenkle algebraiske uttrykk eller løse likninger. Arbeid innen ren matematikk forutsetter imidlertid i høyeste grad refleksjon og forståelse. Det er også viktig å være klar over at på alle nivåer i matematikk er det behov for å trene inn grunnleggende ferdigheter. Det gjelder i algebra i like stor grad som i tall og tallregning. Skolens oppgave bør derfor også inkludere det å gi elevene denne typen grunnleggende kompetanse.

Læreplan i TIMSS

TIMSS opererer med «læreplan» som betegnelse på tre nivåer i skolen. *Intendert læreplan* er rammefaktorer som bestemmes på de øverste nivåene i skolesystemet, for eksempel læreplanen slik den framstår i offisielle dokumenter som L97 og K06. Den *implementerte læreplanen* brukes om fortolkningen av planen og iverksettingen av den på skolen og i klasserommet. Det siste nivået omtales som *resultert* eller *oppnådd læreplan* og viser til hva elevene har tilegnet seg av kunnskaper og holdninger.

TIMSS gir gode data for å kunne analysere hvilken matematisk kompetanse elevene i Norge har tilegnet seg, det vi altså kan kalle oppnådd læreplan. Det elevene presterer i matematikk, gir også indikasjoner om implementert læreplan. Disse resultatene kan så fortolkes og relateres til den intenderte læreplanen. Siden TIMSS er en internasjonal komparativ studie, kan alle disse aspektene av læreplanen drøftes i et internasjonalt perspektiv. Det betyr ikke at TIMSS eller andre sammenlikninger med ulike land skal styre innholdet i norsk læreplan. Men denne informasjonen gir gode bakgrunnsdata for refleksjon rundt alle nivåer av læreplan i norsk skole.

TIMSS har utviklet et rammeverk for studien som blant annet tar sikte på at elevene i alle deltakerlandene skal testes i oppgaver som i hovedsak faller inn under landets læreplan. De norske elevene som var med i TIMSS 2007, har blitt undervist under to læreplaner, først og fremst L97, men også et år under K06. Begge læreplanene ble derfor tatt med i vurderingen av hvorvidt matematikkoppgavene i TIMSS 2007 var dekket av norsk læreplan.

I vurderingen av hva som er med i norsk læreplan eller ikke, refereres det i denne boka til det norske læreplandokumentet eller i noen tilfeller til lærebøker (se kapittel 10). Et moment som må nevnes, er at det var spesielt vanskelig å vurdere oppgavene ut fra K06, siden kompetansemålene der bare er gitt for 2., 4., 7. og 10. trinn. På grunn av at rammeverket i TIMSS er bestemt ut fra konsensus mellom mange land, vil det likevel alltid være noen oppgaver som faller utenfor det enkelte deltakerlands læreplaner. For mer om dette, se kapittel 10.

2.3 Undervisning i matematikk

Den kanskje aller største utfordringen for matematikklærere er å kunne tilrettelegge undervisningen i faget slik at den passer for alle elevene i klassen. Et sentralt spørsmål vil derfor være hvordan man kan undervise i matematikk

slik at læringsutbyttet for alle elevene blir optimalisert. Er det noen undervisningsmåter som generelt fungerer bedre enn andre? Eller er det slik at ulike arbeidsmåter bør benyttes, for eksempel ut fra kriterier som klassetrinn og elevens kognitive eller faglige nivå? Denne typen spørsmål ligger til grunn for mye av den forskningen som er knyttet til matematikkundervisning i grunnskolen, det være seg kvantitative studier som TIMSS og PISA, kvalitative klasseromsstudier (Haug 2007; Klette et al. 2008) eller forskningsprosjekter knyttet til evalueringer av implementert læreplan (se f.eks. Alseth et al. 2003).

Fra slutten av 1970-tallet og til langt utover på 1990-tallet har *konstruktivismen* som læringsteori vært svært dominerende innenfor matematikkdiraktikk. Selv om man finner ulike varianter av konstruktivistisk teori, er den sentrale tesen i denne læringsteorien at individet selv konstruerer sin kunnskap ut fra interaksjon med omgivelsene. Kunnskap utvikles altså ved at individet knytter nye erfaringer til allerede eksisterende kognitive strukturer (Ernest 1998). Ut fra et slikt syn på læring og kunnskapsutvikling har det blitt understreket at det er svært viktig at all undervisning tar hensyn til elevenes forkunnskaper og tilpasses disse. Også våre læreplaner har i stor grad vært påvirket av denne læringsteorien, og særlig i L97 finner vi flere formuleringer som kan spores tilbake til dette synet på læring. Philips (1995) hevder at en av de store fortjenestene til den konstruktivistiske læringsteoriens inntog i skolen er at det å gi elevene individuell oppfølging nå er blitt allment akseptert.

I de siste to decenniene har imidlertid konstruktivisme som lærings- og kunnskapsteori blitt til dels kraftig kritisert for å ha et ekstremt individualistisk utgangspunkt. Kritikken har særlig vært rettet mot konstruktivismens manglende evne til å redegjøre for sosiale og kulturelle faktorerers betydning for læring og kunnskapstilegnelse (Kilpatrick 1987; Lerman 1996; Waschescio 1998; Sfard 1998, 2006). Gjennom *sosialkonstruktivismen* har man forsøkt å imøtekomme noe av denne kritikken ved i større grad å vektlegge og integrere sosiale aspekter i den konstruktivistiske læringsteorien. Likevel kan det hevdes at kritikken av konstruktivismen har ført til stor interesse for andre typer læringsteorier, særlig *sosiokulturell teori*. Her defineres læring som det å utvide sitt «diskursive repertoar», det vil si å forbedre sitt grunnlag for å delta i faglig relevante samtaler (for en mer utførlig utlegning av sosiokulturell læringsteori, se for eksempel Säljö 2006). Dette oppnås først og fremst gjennom deltakelse i kommunikative samhandlinger med andre. *Deltakelse* og *kommunikasjon* er altså nøkkelbegreper her. Innenfor matematikkdiraktisk

forskning har dette synet på læring medført at det har blitt ansett som særlig viktig å studere de matematikkfaglige samtalene i klasserommet.

Finnes det så sammenhenger mellom de ulike læringsteoriene og undervisning i matematikk, og hvilket ansvar har man eventuelt innen utdanningsforskning for å «oversette» læringsteorier til konkrete forslag for undervisningspraksis? Colliver (2002) hevder at hensikten med utdanningsforskning, som i stor grad vil bygge på ulike læringsteoretiske og epistemologiske grunnsyn, nettopp er å forbedre undervisningspraksisen. Cobb (2002), derimot, advarer mot å «oversette» læringsteorier til spesifikke undervisningsmetoder og argumenterer for at de befinner seg på ulike epistemiske nivåer. Det kan imidlertid argumenteres for at all undervisningspraksis vil kunne sies å være relatert til bestemte kunnskaps- og læringssyn, noe som kommer tydelig fram i følgende sitat:

All teaching practice supposes an epistemology, a theory of the knowledge it transmits. (Sensevy, Tiberghien, Santini, Laubé & Griggs 2008, s. 435)

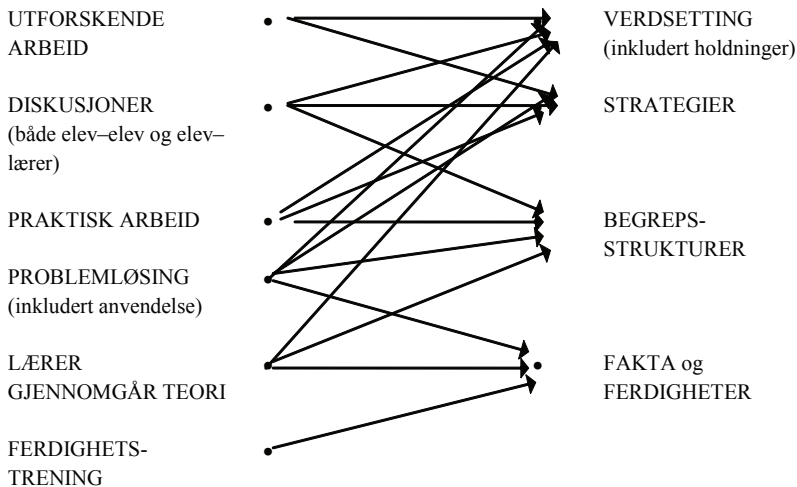
Læreplaner, hvor visse undervisningsmetoder til tider spesifiseres og anbefales, vil for eksempel i stor grad måtte ta utgangspunkt i anerkjente og aksepterte teorier om læring. Lærersentrerte undervisningsmetoder har ofte blitt knyttet til og begrunnet i en behavioristisk læringsteori (Greeno, Collins & Resnick 1996; Lerman & Zevenbergen 2004), og konstruktivisme har likeledes blitt brukt til å begrunne undervisningsmetoder som anses å være elevsentrerte (Sfard 2000; Carlgren et al. 2006).

Å «oversette» læringsteorier til undervisningspraksis er langt fra enkelt. Det går ingen enkle og entydige linjer fra ideer om læring og kunnskapsbygging til undervisningsmetoder og arbeidsmåter i klasserommet. Særlig problematisk er dette dersom man ikke har en dypere forståelse av de relevante lærings-teoretiske grunnprinsippene. Konstruktivistisk læringsteori har for eksempel blitt brukt til å begrunne en økt vektlegging av utforskning, eksperimentering og lek som metoder i matematikkundervisningen. Disse metodene vil alle kunne egne seg utmerket i matematikkundervisningen, og det er all grunn til å tro at de med fordel kunne blitt brukt langt oftere i norske klasserom. Både TIMSS-data og klasseromsstudier viser at matematikkundervisningen i Norge ofte har et monotont preg hvor teoretisk gjennomgang og individuelt arbeid med oppgaver fra læreboka dominerer. Dersom bruk av alternative undervisningsmetoder

skal støtte opp om elevenes læringsarbeid, er det imidlertid avgjørende at de aktivitetene man tar i bruk, rammes inn og eksplisitt relateres til det aktuelle matematiske temaet. Blir aktivitetene bare stående som løse revne enkelthendelser, er sjansene store for at det matematiske innholdet blir heller uklart for elevene. Både ved Matematikksenteret ved NTNU og på nettstedet www.matematikk.org forsøker man å inspirere lærere til i større grad å ta i bruk ikke-tradisjonelle undervisningsmetoder i matematikkundervisningen.

Klette (2008) påpeker at det generelt er en uklar sammenheng mellom læringsteorier og undervisningspraksis. En stor utfordring for fagdidaktisk og pedagogisk forskning vil derfor nettopp være å finne måter å «oversette» læringsteorier til konkret undervisningspraksis på. Det ville kunne bringe forskning og praksis tettere sammen og øke den samfunnsmessige nytten av forskning på undervisning. I en engelsk forskningsrapport om matematikkundervisning forsøkte man å framstille forholdet mellom undervisnings-/arbeidsformer og læringsutbytte skjematisk (Cockroft 1982). Dette er gjengitt i figur 2.2. (Oversatt av forfatterne).

Figur 2.2. Forholdet mellom undervisnings-/arbeidsformer og læringsutbytte



Hovedbudskapet i figur 2.2 er at ulike undervisnings-/arbeidsformer gir forskjellig læringsutbytte. Dersom elevene skal lykkes med å utvikle en bred og sammensatt matematikkfaglig kompetanse, inklusive positive holdninger til faget, er det viktig at læreren benytter varierte arbeidsformer i sine

undervisningsopplegg. Selv om dette arbeidet ble gjort allerede tidlig på 1980-tallet, og detaljer i figuren utvilsomt kan diskuteres, synes hovedinnholdet fremdeles å ha relevans.

Lærerens rolle i matematikktimene har vært gjenstand for både debatt og endringer i lys av konstruktivistisk læringsteori. Konstruktivistisk lærings-teori synes ofte å ha blitt (mis)tolket i en retning som innebærer en tro på at elevene på egen hånd er i stand til å «konstruere» sin matematiske kunnskap, og at den optimale måten å arbeide på derfor er at elevene i størst mulig grad jobber individuelt. Ifølge en slik tolkning bør da læreren tre tilbake og innta en nærmest perifer rolle i klasserommet, altså bare være en slags tilrettelegger for elevenes eget læringsarbeid. En av grunnene til at individuelt arbeid synes å ha blitt en dominerende arbeidsmåte i norske matematikklasserom, kan derfor være at det i konstruktivistisk teori så eksplisitt hevdes at elevene selv konstruerer kunnskapen sin. Det er likevel grunn til å problematisere en slik tolkning av konstruktivismen. At individet selv konstruerer sin kunnskap, betyr ikke nødvendigvis at elevene i størst mulig grad bør arbeide på egen hånd, og at de lærer best når de er overlatt til seg selv. Vygotsky (2001) er den kanskje mest innflytelsesrike teoretikeren innenfor sosialkonstruktivismen. Et av hans viktigste teoretiske begreper er *den nærmeste utviklingssonen*. Denne sonen er området mellom det en elev kan gjøre på egen hånd, og det han/hun kan gjøre med hjelp av en voksen eller en viderekommen medelev. Alle elever har en slik potensiell utviklingssone, noe som innebærer at man med assistanse fra andre kan lære mer enn man kan gjøre på egen hånd. Dysthe (2007) understreker at dette betyr at dersom man bare lar elevene arbeide ut fra eget initiativ, eller tilpasser undervisningen til det nivået de allerede har nådd, gir man ikke elevene optimale læringsmuligheter. Elevene må stimuleres og motiveres til å strekke seg, og samspill med andre som kan mer, vil da være helt nødvendig, hevder Dysthe.

Innenfor sosialkonstruktivismen, som altså i stor grad bygger på Vygotskys teorier, er videre *forhandling av mening* et sentralt begrep. Begrepet er særlig relatert til læringens sosiale aspekter. Voigt (1995) hevder at elever og lærere gjennom interaksjonen i klasserommet forhandler seg fram til enighet både om meningsinnholdet i matematiske begreper og om hvilken type argumentasjon som skal anses å være gyldig i matematikk. Generelt kan man si at læreren, ifølge sosialkonstruktivistisk læringsteori, vil ha en viktig posisjon gjennom for eksempel å konfrontere elever med opplysninger og faglig

informasjon som «forstyrrer» deres misoppfatninger av matematiske sammenhenger. Slik vil lærere kunne stimulere elevene til å utvikle og korrigere sin matematiske begrepsforståelse.

Innenfor sosiokulturell læringsteori kommer lærerens viktige rolle i klasserommet kanskje enda tydeligere fram. Læreren skal, ifølge utlegninger av denne læringsteorien, være den personen som sørger for at kommunikasjonen i klasserommet og elevenes faglige begrepsforståelse knyttes an til det som regnes for å være matematisk anerkjente begreper og posisjoner (Sfard & Kieran 2001; Sfard 2006). De matematiske symbolene, begrepene og reglene er typiske eksempler på artefakter som konstitueres innenfor et større sosialt univers, og elever vil, overlatt til seg selv, ha liten mulighet til å utvikle en adekvat matematisk begrepsforståelse. Det er derfor viktig at læreren, gjennom sine vurderinger i klasserommet, tilkjennegir hvilken type matematisk forståelse som harmonerer med den historisk og sosialt utviklede matematikken. Van Oers (2000) påpeker at dette ofte kommer klart til syne i læreres evalueringer av uttalelser i klasserommet. Dyktige lærere gjør observasjoner av elevenes aktiviteter, både muntlige og skriftlige, og vurderer noen som bra og andre som uriktige eller inadekvate. Det gjøres åpenbart på grunnlag av lærerens ideer om hva som utgjør matematikk og matematiske normer.

Som en oppsummering kan vi si at ifølge så vel sosialkonstruktivistisk som sosiokulturell læringsteori er det viktig at læreren spiller en aktiv rolle i klasserommet og ikke bare innehar en ubetydelig birolle. Dersom elevene i for stor grad overlates til seg selv, overser man de aspektene ved læring av matematikk som spesielt framheves innenfor sosiokulturell teori: at læring av matematikk består i en utvidelse av ens evne til å delta i faglig relaterte samtaler. Denne evnen opptrenes særlig gjennom deltakelse i muntlige, matematikkfaglige samtaler i klasserommet (Sfard 2000; Van Oers 2000).

I TIMSS har man både elevspørreskjema, lærerspørreskjema og skolespørreskjema. TIMSS gir oss derfor data som er velegnet til å få informasjon om undervisningsrelaterte faktorer i skolen, for eksempel den prosentvise forekomsten av individuelle arbeidsformer i ulike land eller hvor stor andel av tiden til matematikk som benyttes til helklasseundervisning. Ofte stilles lærere og elever likelydende spørsmål, og dersom svarene er sammenfallende, vil det styrke funnene. Gjennom TIMSS kan man altså dokumentere hvilke undervisningsmetoder som brukes mye eller lite i Norge, og hvordan vi skiller oss ut fra andre land. Ved å sammenlikne dette med resultatene fra annen

forskning får man da et relativt godt grunnlag for å gjøre analyser og trekke konklusjoner om hva som kjennetegner matematikkundervisningen i Norge i et internasjonalt perspektiv.

2.4 TIMSS som vurdering av norsk skole

Vurdering har blitt et sentralt område i skoleforskning, ikke minst påvirket av store internasjonale komparative studier som TIMSS. Diskusjonen om vurdering går på både formål, innhold og form. Det er vanlig å sette vurdering *for* læring og vurdering *av* læring opp mot hverandre, på samme måte som man snakker om formativ og summativ vurdering. Dysthe (2008, s. 17) påpeker følgende:

Det er viktig å være klar over at disse distinksjonane handlar om intensjonen bak vurderinga og ikkje om ulike formar for vurdering. Vurdering for læring betyr at vurderinga har som intensjon å skaffe informasjon som gjer undervisninga og rettleiinga betre, og som fremjar læring. Vurdering av læring (summativ vurdering) har som formål å gi ein karakter eller ein skåre og rangere eller kvalifisere. Det er altså ikkje vurderingsforma eller teknikken i seg sjølv som er formativ eller summativ, men formålet bak og bruken av han.

Selv om dette referer seg til vurdering i klasserommet av den enkelte elev, kan det være nyttig å bruke det som et utgangspunkt for å reflektere rundt TIMSS, da sett ut fra vurdering *av* læring eller vurdering *for* læring i et land.

Ser man på TIMSS først og fremst som en undersøkelse som skal plassere oss høyt eller lavt i prestasjoner sammenliknet med andre land, blir TIMSS et redskap for vurdering *av* læring i et land. Det har nok vært vanlig for mange å se på dette som det viktigste ved denne typen studier, og mye av kritikken av slike studier synes å ha tatt et slikt utgangspunkt. Ser man på TIMSS som en studie som gir oss informasjon om *hvordan* man kan få til bedre læring i et land, blir intensjonen vurdering *for* læring det som står sentralt. De som har vært tilhengere av slike studier, har ofte framhevet dette som den viktigste intensjonen for å delta i slike undersøkelser. Siden det ikke er formen som bestemmer om vurderingen er *av* læring eller *for* læring, men intensjonen med den, blir det viktig å diskutere intensjonen med å delta i TIMSS-studien.

Mange anser nok TIMSS og PISA først og fremst som internasjonale studier som rangerer land ut fra elevenes faglige prestasjoner. Medieoppslag som særlig setter søkelyset på hvor dårlig Norge presterer i forhold til andre land, bidrar i stor grad til dette. Ser man derimot på mange av de forskningsrapportene som har blitt skrevet i etterkant av disse studiene, er søkelyset i hovedsak rettet mot hvordan resultatene fra studiene kan bidra til bedre læring for elever i norsk skole. Det synes også som om media etter hvert i noe større grad forholder seg til dette perspektivet, altså hva som skal til for å få til bedre læring i skolen.

Et viktig aspekt ved en vurdering er at den skal bidra til økt læring for elevene. Også for TIMSS er det et overordnet mål at vurderingen av elevenes faglige kompetanse i matematikk og naturfag skal bidra til økt læring. Men her snakker vi ikke om læring for den enkelte elev, men om det man kan kalle læring for det enkelte deltakerlandet. TIMSS er designet for å kunne gi informasjon om hvordan et lands undervisning i matematikk og naturfag synes å fungere sammenliknet med andre land.

I de foregående delkapitlene har det blitt lagt vekt på å trekke fram hvilken type informasjon TIMSS kan gi på noen fagdidaktisk viktige områder. Studien kan i tillegg gi ideer til oppgaver som kan brukes i vurdering av elever på en skole eller i en klasse. For hver studie offentliggjøres omtrent halvparten av oppgavene, mens de resterende holdes hemmelig for å brukes som trendoppgaver (se kapittel 10). Oppgavene i TIMSS har en gjennomgående høy kvalitet, de har blitt utviklet og utprøvd flere ganger før de brukes i den endelige studien. Men oppgavene har også sine klare begrensninger. Siden dette er en skriftlig test, er det bare kunnskaper som egner seg for denne formen for testing, som vurderes. I en undervisningssituasjon vil andre måter å vurdere kunnskaper på også ha sin naturlige plass, man vurderer kanskje muntlige prestasjoner eller besvarelser på større oppgaver som elever kan løse over tid. Mange av oppgavene i TIMSS vil imidlertid også kunne egne seg til en diskusjon rundt for eksempel matematiske begreper og sammenhenger, enten i en gruppe eller i en klasse.

Siden TIMSS er en internasjonal studie, vil det dessuten være andre begrensninger på hva som vurderes. Visse prioriterte aspekter i norsk læreplan vektlegges i mindre grad i TIMSS. Rammeverket er et kompromiss mellom en lang rekke deltakende land om hva som er viktig kunnskap i matematikk. På de områdene som TIMSS tester, vil dataene ha meget høy kvalitet. TIMSS

er ikke designet for å si noe om de enkelte elevene eller skolene i Norge, til det har man nasjonale prøver. Det er viktig å ha en god forståelse av hva man får svar på gjennom denne studien, og hva man ikke får svar på. Forskerne som gjennomfører studien, er helt klare på at det er mange spørsmål om matematikkundervisning i skolen som TIMSS ikke kan gi svar på. Konsekvensen er at resultatene fra TIMSS i denne boka drøftes og relateres til resultater fra andre typer studier og vurderinger, både nasjonale og internasjonale. I den grad ulike studier samsvarer med og utdyper hverandre, bidrar det til å styrke de konklusjonene som trekkes. Derfor blir det i denne boka henvist til mange andre studier, ikke bare for å styrke eventuelle konklusjoner, men også for å kunne vurdere resultatene kritisk. TIMSS gir på enkelte områder meget gode data om matematikk i skolen, men kan ikke brukes til å vurdere alle sider ved et lands matematikkundervisning.

2.5 TIMSS i et matematikdidaktisk og komparativt perspektiv

I dette kapittelet har grunnleggende matematikdidaktiske spørsmål om hvorfor vi har matematikk i skolen, om innholdet i skolematematikken og om hvordan man kan undervise i matematikk, blitt relatert til TIMSS. Vi har pekt på at analyser av ulike data fra studien kan benyttes som grunnlag for et bidrag til en slik didaktisk debatt. I siste delkapittel ble det drøftet hvorvidt TIMSS kunne brukes i en vurdering av matematikk i norsk skole. Det ble understreket at TIMSS er en vurdering av et lands matematikkundervisning, men som i all annen vurdering er det viktig å ha klart for seg hva som er intensjonen for vurderingen. Intensjonen med å delta er fra vårt ståsted ikke å komme høyest på en rangering av land, først og fremst fordi enhver slik rangering i seg selv er problematisk. Hensikten må være å bidra til en kollektiv læring for hvordan norsk skole kan bli bedre. Den rangeringen av land som presenteres i hovedtabellen fra studien, må derfor leses med en viss innsikt. For eksempel har elevene i en slik tabell ulik alder, noe som er en viktig faktor når resultatet skal fortolkes.

At svenske elever er ett år eldre enn de norske, og at de i realiteten har ett år mer skolegang bak seg, er et eksempel på dette. Det skyldes at i Sverige defineres tilbudet til seksåringer som førskole, mens det i Norge defineres som skole. En studie som har sammenliknet tilbudet til seksåringene i de to

landene, konkluderte med at tilbudet til svenske elever var minst like mye innrettet mot faglig læring som i Norge (Bjørnstad 2009), selv om de to tilbudene formelt hadde ulike benevnelser. Også andre faktorer kan spille en rolle i en rangering av land, noe som gjør at resultatet må fortolkes med en viss forsiktighet. For eksempel er det en del utviklingsland hvor ikke alle elever går kontinuerlig på skole, men kanskje er borte en stund for så å fortsette skolegangen senere.

3 Prestasjoner i matematikk

Liv Sissel Grønmo og Ole Kristian Bergem

I dette kapittelet presenteres flere typer resultater som viser elevenes prestasjoner i matematikk på henholdsvis 8. og 4. trinn. TIMSS har kategorisert fire kompetansenivåer for prestasjoner, betegnet som avansert, høyt, middels og lavt. I den første delen av kapittelet vil fordelingen av norske elever på disse nivåene bli sammenliknet med våre referanseland. Med utgangspunkt i tidligere TIMSS-studier vil vi dessuten se på utviklingen i denne fordelingen for Norge over tid. Det er fire rapporteringsområder i matematikk i TIMSS 2007: Tall, Algebra (bare 8. trinn), Geometri og Statistikk. Norske elevers prestasjoner på hvert av disse emneområdene vil bli vist og kommentert. I siste del av kapittelet presenteres og drøftes utvalgte oppgaver i TIMSS 2007, organisert etter emner, kompetansenivå og trinn.

3.1 Fordeling av elever på ulike kompetansenivåer

Et generelt bilde av norske elevers prestasjoner i matematikk ble presentert i kapittel 1. Det har vært en signifikant framgang i matematikkprestasjoner for norske elever på både 8. trinn og 4. trinn i perioden fra 2003 til 2007. Det markerer et klart brudd med tidligere trender i TIMSS og PISA, som har pekt på en generell nedgang i matematikkprestasjoner for norske elever fra 1995 og framover.

TIMSS 2007 har en poengskala med et skalert gjennomsnitt på 500 poeng og et standardavvik på 100 som viser elevenes generelle prestasjonsnivå i matematikk (se kapittel 10 for mer om dette). TIMSS 2007 har også 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. 2008a). De kritiske poengnivåene er 625, 550, 475 og 400, og de 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 kunnskapen består i.

3 Prestasjoner i matematikk

3.1.1 Fordeling av elever på kompetansenivåer i matematikk på 8. trinn

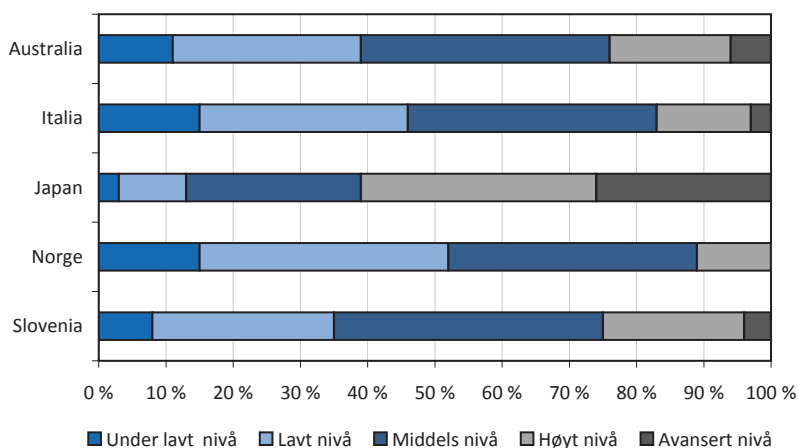
Tabell 3.1 beskriver kompetansen for de ulike nivåene på 8. trinn (Mullis et al. 2008a, vår oversettelse). Generelt har elever på lavt kompetansenivå kun noe elementær kjennskap til tall og enkle regneoperasjoner. Elever på høyere kompetansenivåer kan i økende grad demonstrere forståelse, anvende matematikk og resonnere i matematikk. Elever som har den kompetansen som kjennetegner ett nivå, vil i tillegg ha de kompetansene som definerer de lavereliggende nivåene. Beskrivelsene av nivåene er derfor kumulative.

Tabell 3.1 Karakteristikk av de ulike kompetansenivåene i matematikk i TIMSS på 8. trinn

Avansert nivå (625)
Elevene kan organisere og trekke konklusjoner fra ulike typer informasjon, de kan foreta generaliseringer, og de kan løse problemer som ikke er rutinepreget for dem. De kan løse et mangfold av oppgaver med forhold, proporsjonalitet og prosent, og kan bruke den kunnskapen de har om numeriske og algebraiske begreper og relasjoner, i sin problemløsning. Elevene kan modellere situasjoner og uttrykke generaliseringer algebraisk. De greier å anvende sine geometrikunnskaper i komplekse problemsituasjoner. Elevene kan fortolke og bruke data fra flere kilder for å løse flertrinns-oppgaver.
Høyt nivå (550)
Elevene kan bruke sin forståelse og kunnskap i en rekke relativt komplekse situasjoner. De kan forholde seg til og regne med brøker, desimaltall og prosent, de kan operere med negative heltall, og løse tekstoppgaver som inneholder proporsjoner. Elevene kan arbeide med algebraiske uttrykk og lineære likninger, og de kan bruke kunnskap om geometriske egenskaper til å løse oppgaver om areal, volum og vinkler. De kan tolke data i en rekke grafer og tabeller og kan løse enkle oppgaver med sannsynlighet.
Middels nivå (475)
Elevene kan anvende grunnleggende matematisk kunnskap i enkle situasjoner. De kan løse ett-trinns tekstoppgaver ved å addere og multiplisere hele tall og desimaltall. De kan arbeide med enkle brøker, og de forstår enkle algebraiske uttrykk. De viser forståelse av egenskapene til trekkanter og av grunnleggende geometriske begreper. De kan lese og tolke grafer og tabeller. De kjenner grunnleggende oppfatninger om sannsynlighet.
Lavt nivå (400)
Elevene har noe kunnskap om hele tall og desimaltall, og om grunnleggende regneoperasjoner. De har også noe kunnskap om enkle grafer.

Figur 3.1 viser fordelingen på kompetansenivåer på 8. trinn i Norge og fire andre land. Standardfeilen på disse målingene er mellom 0,3 og 1,9 prosent. 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 laveste definerte nivået. Elevene i referanselandene gjør det gjennomgående bedre enn de norske elevene, 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, er deres prestasjoner likevel bemerkelsesverdig mye bedre.

Figur 3.1 Fordeling av elever på kompetansenivåer i matematikk på 8. trinn

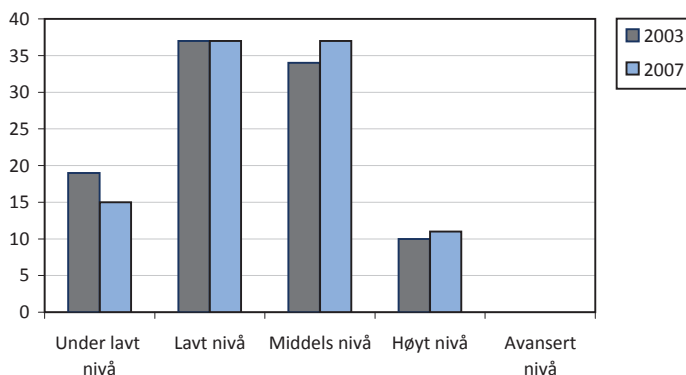


Som det framgår av figur 3.1, har alle referanselandene, men altså ikke Norge, elever som når *avansert nivå* i matematisk kompetanse. Dette er i høyeste grad tankevekkende, spesielt siden Slovenia, Australia og Italia alle har elever med samme alder og like mange år på skolen som Norge. Det virker urimelig at flinke norske elever ikke skal klare å komme opp på det samme nivået som det elever i andre land gjør.

3 Prestasjoner i matematikk

Figur 3.2 Endringer 2003–2007:

Norske elever fordelt på kompetansenivåer i matematikk på 8. trinn

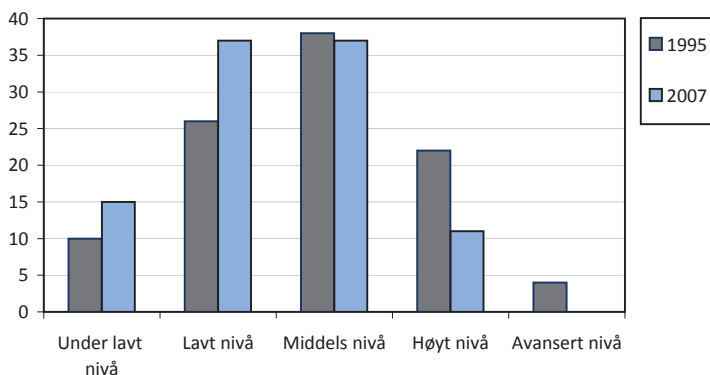


Figur 3.2 gir et bilde av endringene fra TIMSS 2003 til TIMSS 2007 i Norge når det gjelder fordeling på kompetansenivåer i matematikk på 8. trinn. Et positivt trekk er at det er litt færre elever i Norge som nå ligger under det laveste definerte nivået, det vil si under 400 poeng. Det er også positivt at det er en svak prosentvis økning av elever som i 2007 oppnår å komme på *middels nivå*. Men det er verdt å merke seg at det ikke er noen endring på det øverste nivået, avansert nivå, for norske elever. På samme måte som i 2003 er det fortsatt ingen norske elever (under 0,5 prosent) som i 2007 kommer opp på avansert nivå.

De norske resultatene fra TIMSS 2007 er videre sammenliknet med TIMSS 1995. Figur 3.3 viser utviklingen i fordelingen på kompetansenivåer fra 1995 til 2007 på 8. trinn.

Figur 3.3 Endringer 1995–2007:

Norske elever fordelt på kompetansenivåer i matematikk på 8. trinn



Flere slående trekk kommer fram i sammenlikningen mellom 1995 og 2007. Av figur 3.3 framgår det at prosentandelen elever som presterer på middels nivå, er omtrent den samme i 2007 som i 1995, mens det er klart færre på de to høyeste nivåene og klart flere på det laveste nivået og under. Resultatet bidrar til å reise spørsmålet om hvor god norsk skole er til å gi en differensiert opplæring i matematikk, en opplæring som favner alle elever, fra de svakeste til de dyktigste. Denne problematikken står sentralt i diskusjonene i kapittel 9.

3.1.2 Kompetansenivåer i matematikk på 4. trinn

Tabell 3.2 beskriver de ulike kompetansenivåene i matematikk (Mullis et al. 2008a, vår oversettelse) på 4. trinn, og figur 3.4 viser fordelingen på disse nivåene i Norge og i referanselandene. Standardfeilen på målingene er mellom 0,1 og 1,9 prosent. Også på 4. trinn har Norge en større andel elever som presterer under det laveste definerte nivået, enn det som er tilfellet i referanselandene, og Norge har tilsvarende færre elever på de to høyeste nivåene.

Tabell 3.2 Karakteristikker av de ulike kompetansenivåene i matematikk i TIMSS på 4. trinn

Avansert nivå (625)
Elevene kan bruke sin forståelse og kunnskap i en rekke relativt komplekse situasjoner og forklare tankegangen sin. De kan anvende proporsjonalitet i ulike sammenhenger. De viser forståelse av brøker og desimaltall. De greier å velge passende informasjon for å løse flertrinns tekstoppgaver. De kan formulere eller velge en regel for å uttrykke en sammenheng. Elevene kan bruke geometrisk kunnskap om ulike to- og tredimensjonale figurer i en rekke sammenhenger. De kan organisere, tolke og representere data for å løse oppgaver.
Høyt nivå (550)
Elevene greier å bruke sin kunnskap og forståelse til å løse oppgaver. De kan løse flertrinns tekstoppgaver som inneholder operasjoner med hele tall. De greier å bruke divisjon i en rekke problemløssituasjoner. De viser forståelse av plassiffer og av enkle brøker. Elevene kan videreutvikle mønstre for å finne et senere ledd, og de kan identifisere sammenhenger mellom ordnede par. De viser noe kunnskap innen grunnleggende geometri, og de kan tolke og bruke data fra tabeller og diagrammer for å løse oppgaver.

3 Prestasjoner i matematikk

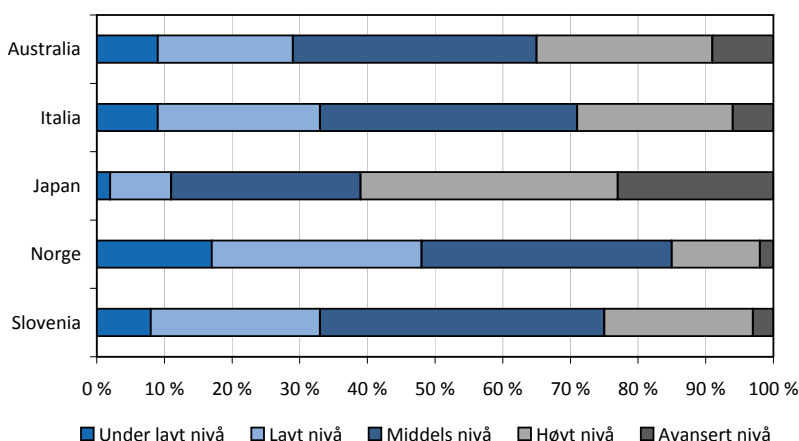
Middels nivå (475)

Elevene kan bruke grunnleggende matematisk kunnskap i enkle situasjoner. Elever på dette nivået viser forståelse av hele tall. De kan videreutvikle enkle numeriske og geometriske mønstre. De har kjennskap til ulike todimensjonale figurer. De kan lese og tolke ulike representasjoner av samme data.

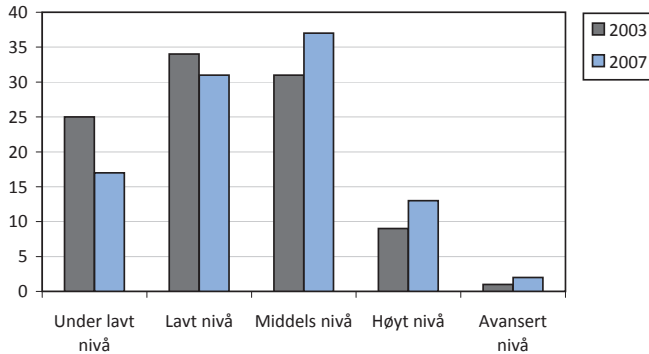
Lavt nivå (400)

Elevene har noe grunnleggende matematisk kunnskap. De viser forståelse av addisjon og subtraksjon med hele tall. De viser kjennskap til trekanter og uformelle koordinatsystemer. De kan lese informasjonen fra enkle søylediagrammer og tabeller.

Figur 3.4 Fordeling av elever på kompetansenivåer i matematikk på 4. trinn

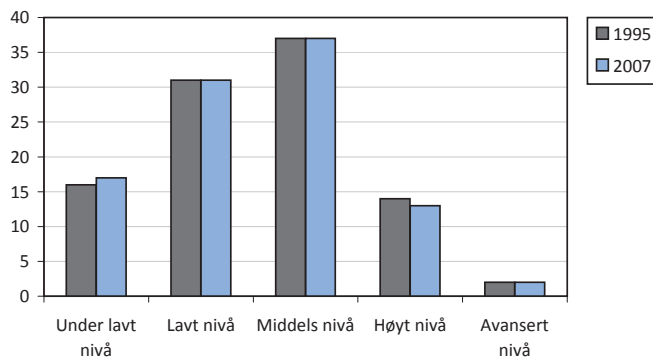


Ser man på utviklingen i Norge på 4. trinn fra 2003 til 2007, slik den er vist i figur 3.5, er det noen endringer som er iøynefallende. Det er en klar prosentvis nedgang i elever som ligger under det laveste definerte nivået og på lavt nivå, mens det er en tilsvarende økning i prosentandelen elever på middels og høyt nivå. Selv om norske elever fortsatt presterer svakere enn de valgte referanselandene, er dette en positiv utvikling som er vel verdt å merke seg. Endringen har dessuten skjedd på relativt kort tid, fire år er et kort tidsrom for å måle endringer i skolen. Endringene i fordelingen på kompetansenivåer er for øvrig noe større på 4. trinn enn på 8. trinn. Det er som forventet ut fra resultatene som ble presentert i kapittel 1, hvor det ble påvist en større framgang på 4. trinn enn på 8. trinn.

*Figur 3.5 Endringer 2003–2007:**Norske elever fordelt på kompetansenivåer i matematikk på 4. trinn*

Også på 4. trinn er det liten endring på det aller øverste kompetansenivået, avansert nivå. Få norske elever når dette nivået. Ut fra dette, og på bakgrunn av at våre referanseland har langt flere elever som presterer på de to høyeste nivåene, synes spørsmålet om hvor godt tilrettelagt norsk skole er for de flinkeste elevene, å være like aktuelt på 4. trinn som på 8. trinn.

I figur 3.6 blir fordelingen av elever på ulike kompetansenivåer i matematikk i TIMSS 1995 og TIMSS 2007 sammenliknet. Som det ble påpekt i kapittel 1, er prestasjonsnivået for norske elever på 4. trinn i 2007 omtrent tilbake på samme nivå som i 1995. Sammenlikner man fordelingen på prestasjonsnivåer, er de så godt som identiske.

*Figur 3.6 Endringer 1995–2007:**Norske elever fordelt på kompetansenivåer i matematikk på 4. trinn*

3 Prestasjoner i matematikk

For å oppsummere kan man si at både når det gjelder generelt prestasjonsnivå, og når det gjelder fordeling på kompetansenivåer av elever på 4. trinn i 2007 er det liten endring fra 1995. Man kan med andre ord trekke den slutningen at tilbakegangen fra 1995 til 2003 har stoppet opp, og at man nå kan dokumentere framgang i matematikk for 4. trinn fra 2003 til 2007. Dette er ubetinget positivt. Men som sammenlikningen med andre land viser, står norsk skole fortsatt overfor store utfordringer.

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. 1997a). Det samme kommer fram i dataene fra TIMSS 2007. Norge har langt flere elever på de to laveste kompetansenivåene og langt færre på de to høyeste enn referanselandene. Dette gjelder elever på begge årstrinnene. Hvordan man skal lykkes med å differensiere undervisningen og gi alle elevene en tilpasset opplæring, synes derfor å være en stor utfordring i norsk skole. Siktemålet bør være å forbedre elevenes kunnskaper i matematikk ytterligere på alle trinn.

I kapittel 9 blir denne diskusjonen utdypet og diskutert i et mer helhetlig perspektiv. Spørsmål rundt differensiering og tilpasset opplæring står sentralt der, og blir drøftet i lys av skolens læreplaner, både på det intenderte nivået, slik det er uttrykt i selve planen, og på det implementerte nivået, slik det fortolkes og viser seg i undervisningen i klasserommet.

3.2 Prestasjoner på emneområder i matematikk

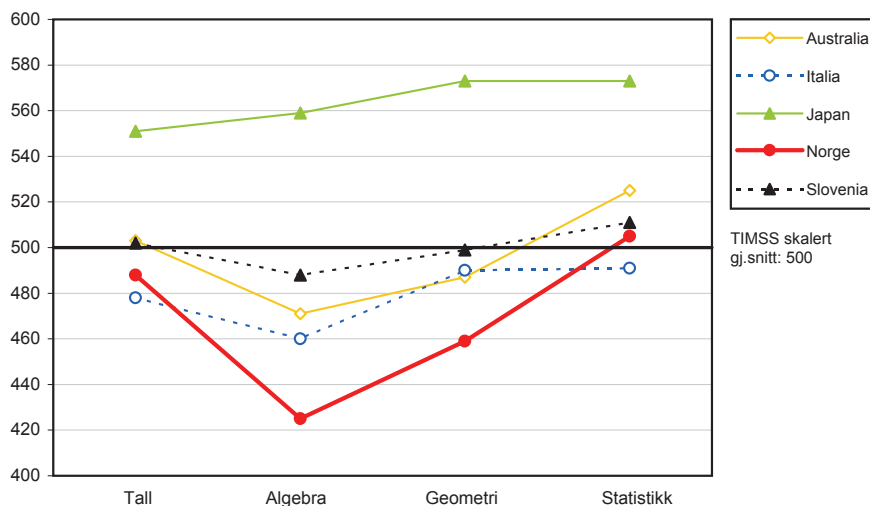
3.2.1 Prestasjoner på emneområder på 8. trinn

TIMSS 2007 har fire rapporteringskategorier for matematisk innhold på 8. trinn: *Tall*, *Algebra*, *Geometri* og *Statistikk* (Mullis et al. 2008a). TIMSS 2003 hadde i tillegg kategorien *Målinger*, men denne er nå blitt integrert delvis i Tall og delvis i Geometri. Endringen er motivert av ønsket om flere oppgaver innen hvert emneområde, noe som vil kunne bidra til å øke prestasjonsnivået på dataene for hvert område. Dermed kan man ikke sammenlikne prestasjoner i innholdskategorier mellom TIMSS 2003 og 2007 direkte.

Figur 3.7 viser prestasjonene for Norge og referanselandene på de fire områdene på 8. trinn. De norske elevene presterer under det internasjonale gjennomsnittet på tre av områdene (Tall, Algebra og Geometri). Spesielt svakt er resultatet i Algebra, hvor Norge ligger markert lavere enn både det internasjonale

gjennomsnittet og alle referanselandene. Bare på området Statistikk er norske elevers prestasjoner litt over det internasjonale skalerte gjennomsnittet på 500 poeng, men heller ikke her presterer de spesielt bra i relasjon til referanselandene. Resultatet samsvarer relativt godt med tidligere undersøkelser, som TIMSS 1995 (Lie et al. 1997a) og TIMSS 2003 (Grønmo et al. 2004).

Figur 3.7 Matematikkprestasjoner på emneområder på 8. trinn



At norske elever gjør det svakt i algebra, er ikke nytt. Det samsvarer med resultatene i tidligere TIMSS-studier. Resultatene som presenteres i figur 3.7, aktualiserer spørsmålet om vi i for stor grad har nedprioritert algebra i norsk skole. I et internasjonalt perspektiv er våre elevers prestasjoner i algebra så svake at en debatt rundt vår generelle nedprioritering av dette emneområdet bør initieres. Mangelfull forståelse og kompetanse i algebra vil kunne gi elever som sikter seg inn mot yrker som forutsetter gode kunnskaper i matematikk, store problemer. Om det ikke er nødvendig kunnskap for alle elever, kan det ha en avgjørende betydning for de man ønsker å rekruttere til yrker som krever høy kompetanse i matematikk.

En evaluering av ingeniørutdanningen i Norge, gjennomført av NOKUT (Nasjonalt organ for kvalitet i utdanningen), påviste et betydelig problem med frafall av studenter (www.nokut.no). Kun 44 prosent av studentene som begynte høsten 2003, hadde fått vitnemål per 1. oktober 2006. Rapporten trakk fram dårlige kunnskaper i matematikk som en viktig forklaringsfaktor for frafallet. Det ble anbefalt å gjennomgå innholdet i og kravene til matematikk

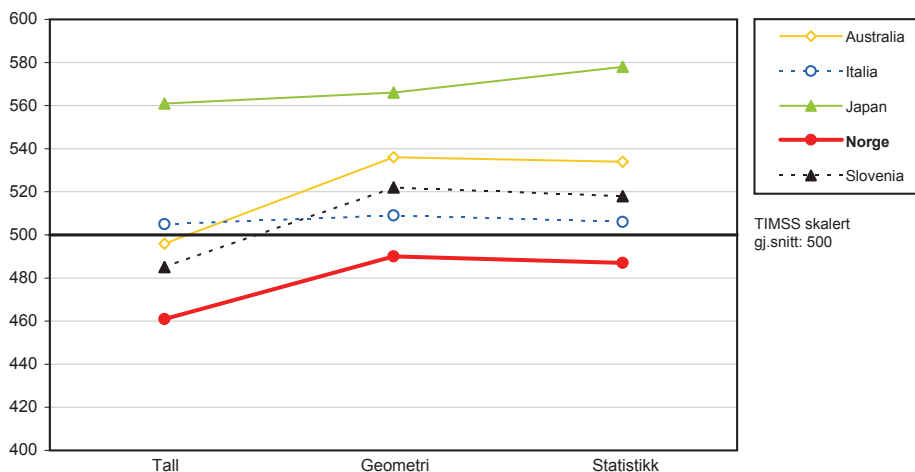
3 Prestasjoner i matematikk

i videregående skole. I tillegg ble det foreslått å heve minimumskravene til matematikkarakterer for opptak til ingeniørstudiet ved enkelte institusjoner. Solide kunnskaper i algebra er viktig for de som skal inn i slike og tilsvarende yrker. Resultatene som er presentert i figur 3.7, indikerer at anbefalingene fra NOKUT om å gjennomgå innholdet i matematikkundervisningen på videregående skole også med fordel kan utvides til å inkludere innholdet i matematikk i grunnskolen.

3.2.2 Prestasjoner på emneområder på 4. trinn

TIMSS 2007 har tre rapporteringskategorier for matematisk innhold på 4. trinn: *Tall*, *Geometri* og *Statistikk* (Mullis et al. 2008a). Også på 4. trinn har rapporteringskategoriene blitt endret noe fra 2003 til 2007, slik at kategorien *Målinger* nå er integrert delvis i Tall og delvis i Geometri. Begrunnelsen for denne endringen er den samme som nevnt over om 8. trinn. Figur 3.8 viser hvordan elevene i Norge og i referanselandene presterer på de tre emneområdene i TIMSS 2007.

Figur 3.8 Prestasjoner på emneområder på 4. trinn



Resultatet for norske elever på 4. trinn framstår som enda svakere i et internasjonalt perspektiv enn resultatene på 8. trinn. Norske elever skårer signifikant under det internasjonale gjennomsnittet på alle emneområdene, og de skårer også klart svakere enn alle referanselandene. Selv om vi kan påvise en klar framgang i matematikk fra 2003 til 2007 for norske elever på 4. trinn

(se kapittel 1), presterer vi fortsatt lavt i forhold til land det synes naturlig å sammenlikne seg med.

På samme måte som i TIMSS 2003 er Tall fortsatt det aller svakeste området for norske elever på 4. trinn. Dette ble framhevet som et stort problem i rapporten fra TIMSS 2003, og det framstår også i TIMSS 2007 som et spesielt svakt punkt. Senere i dette kapittelet, og også i kapittel 9, blir problemet rundt norske elevers svake prestasjoner i områdene Tall og Algebra ytterligere diskutert.

Videre i dette kapittelet vil oppgaver fra de ulike emneområdene på både 8. og 4. trinn, bli drøftet og kommentert. Tabellen som følger hver oppgave, viser prosentandelen elever i Norge og referanselandene som har svart riktig på den aktuelle oppgaven. I tillegg oppgis det internasjonale gjennomsnittet. Vi har valgt å presentere oppgaver som i TIMSS 2007 har blitt brukt til å eksemplifisere de ulike kompetansenivåene i matematikk, og i tillegg har vi tatt med oppgaver som særlig kan bidra til å illustrere de norske resultatene. Man må hele tiden vise varsomhet i tolkningen av resultatene på oppgavenivå, særlig i forhold til det å generalisere. I den grad det samme mønsteret avtegner seg over oppgaver med liknende innhold og krav til kompetanse, kan det likevel gi indikasjoner på hva som er spesielt vanskelig og lett for norske elever. I valg av oppgaver har det blitt lagt vekt på at de i størst mulig grad skal vise typiske trekk ved norske elevers besvarelser, og dermed kunne danne utgangspunkt for fagdidaktiske refleksjoner. Alle frigitte oppgaver fra TIMSS 2007, samt frigitte oppgaver fra tidligere TIMSS-studier, vil man kunne finne på nettsidene til www.timss.no.

3.3 Presentasjon og drøfting av oppgaver

3.3.1 Oppgaver i Tall

Oppgave 1 (8. trinn)

Dette er en åpen oppgave i emneområdet Tall for elever på 8. trinn. Elevene får oppgitt det totale antallet personer som er i en buss, og forholdet mellom antall barn og voksne. På bakgrunn av opplysningene skal de beregne antall barn i bussen. Riktig svar, 20, finner man ved først å dividere 36 med 9 ($5 + 4$) og dernest multiplisere delsvaret 4 med 5.

3 Prestasjoner i matematikk

Figur 3.9 Oppgave i Tall med resultater for 8. trinn

Det er 36 passasjerer i en buss. Forholdet mellom antall barn og antall voksne i bussen er 5 til 4. Hvor mange barn er det i bussen? Svar: _____	Australia	35
	Italia	31
	Japan	54
	Norge	16
	Slovenia	24
	Int.gj.snitt	27

Det lave internasjonale gjennomsnittet, 27 prosent, viser at dette er en oppgave som må regnes for å ligge på avansert nivå. De norske elevene presterer under det internasjonale gjennomsnittet, og Norge ligger lavere enn alle referanselandene. Resultatet gir derfor et nedslående bilde av norske elevers kompetanse til å anvende et gitt forhold til å løse et spesifikt matematisk problem. Verken i L97 eller K06 er temaet «forhold» spesifikt nevnt, men det framheves begge steder at elevene skal kunne regne med prosent, som er et viktig eksempel på et matematisk forhold, allerede på 7. trinn. Den norske TIMSS-gruppa har derfor vurdert oppgaven til å være i samsvar med norsk læreplan.

Begrepet «forhold» er et sentralt begrep i utviklingen av matematisk forståelse, og selv om dette er en oppgave som også falt ut som relativt vanskelig internasjonalt, er det tankevekkende at norske elever presterer så vidt svakt. I TIMSS 1995 var Proporsjonalitet en egen kategori, på linje med Tall, Målinger, Algebra, Geometri og Statistikk (kalt Datarepresentasjon i 1995). Også den gang var det et av områdene hvor norske elever presterte spesielt svakt sett i et internasjonalt perspektiv (Lie et al. 1997a). Det ble antydnet at årsaken til de svake norske resultatene i 1995 kunne være at oppgavene anga forhold med symboltegn, som $5 : 4$, og at norske elever muligens ville gjort det bedre om forholdet var blitt uttrykt i tekst, slik som i oppgaven som diskuteres her. Dessverre ser det ut til at resultatet for Norge er like svakt selv om forhold beskrives uten bruk av symboler.

Mulige forklaringer på det svake norske resultatet både tidligere og nå kan heller være så vidt enkel at man ikke legger mye vekt på eksplisitt å arbeide med å utvikle begrepet «forhold» i norsk grunnskole. Det er et matematisk viktig, men også ganske komplekst og teoretisk begrep som kan falle vanskelig for mange elever. Noe av årsaken til det svake norske resultatet på denne

oppgaven kan være at man i norsk skole i for liten grad behandler vanskelige og teoretiske matematiske begreper som «forhold» og «proporsjonalitet».

Oppgave 2 (8. trinn)

Denne flervalgsoppgaven ligger, som den forrige oppgaven, på et middels kompetansenivå innen området Tall, i underkategorien brøk. Elevene får i oppgave å addere tre brøker med ulike nevner. For å løse oppgaven kreves det at man kan finne fellesnevner, utvide de tre brøkene og dernest addere tellerne og beholde fellesnevneren. Riktig svar er alternativ D.

I et av kompetansemålene for 7. trinn i K06 står det at elevene skal kunne «finne samnemnar (bm.: fellesnevner) og utføre addisjon, subtraksjon og multiplikasjon av brøkar». L97 har liknende målformuleringer, og denne oppgaven har derfor blitt vurdert til å være i samsvar med norsk læreplan.

Figur 3.10 Oppgave i Tall med resultater for 8. trinn

$\frac{2}{5} + \frac{5}{4} + \frac{9}{8} =$	Australia	28
Ⓐ $\frac{16}{17}$	Italia	71
Ⓑ $\frac{41}{40}$	Japan	79
Ⓒ $\frac{81}{40}$	Norge	25
Ⓓ $\frac{111}{40}$	Slovenia	63
	Int.gj.snitt	44

Resultatet for norske elever på denne oppgaven er svakt. Vi ligger langt under det internasjonale gjennomsnittet og markert lavere enn samtlige referanse-land, bortsett fra Australia, som bare er marginalt bedre enn Norge.

Her kan det være interessant å se på hvilke svaralternativer norske elever velger. Vi ser at alle svaralternativene har riktig fellesnevner, bortsett fra alternativ A, som man får om man ikke bryr seg om å finne fellesnevner, men bare uten videre legger sammen tellerne for seg og nevnerne for seg. A er det alternativet nesten halvparten av de norske elevene velger, noe som avslører en manglende kompetanse i regning med brøk. Sett ut fra de målformuleringene som ble referert over, kunne man kanskje forventet at norske elever skåret

3 Prestasjoner i matematikk

vesentlig høyere på denne oppgaven. Å finne fellesnevner når man adderer eller subtraherer brøker er, som vi har påpekt, i K06 et uttalt læringsmål etter 7. trinn i grunnskolen.

Oppgave 3 (8. trinn)

Denne åpne oppgaven innenfor området Tall faller ut som middels vanskelig internasjonalt. Oppgaven er hva vi kan kalle en tradisjonell matematikkoppgave hvor elevene skal multiplisere to desimaltall. Norske elever presterer litt over det internasjonale gjennomsnittet og tilnærmet like godt som flere av referanselandene.

Figur 3.11 Oppgave i Tall med resultater for 8. trinn

Regn ut: $0,402 \cdot 0,53 =$	Australia	71
	Italia	75
	Japan	80
	Norge	65
	Slovenia	64
	Int.gj.snitt	59
Svar: _____		

I den norske rapporten fra TIMSS 2003 (Grønmo et al. 2004) ble det understreket at norske elever på 8. trinn så ut til å prestere spesielt svakt på oppgaver som krevde denne typen nøyaktige utregninger. Det gjaldt selv relativt enkle oppgaver hvor man for eksempel skulle subtrahere desimaltall med likt antall siffer (Grønmo et al. 2004, s. 62–63). Resultatet for denne oppgaven kan i første omgang tolkes som at dette ikke er noe problem lenger, noe som i så fall ville være svært positivt. Her må det imidlertid tas med i vurderingen at i TIMSS 2003 var det betydelige restriksjoner på bruk av kalkulator for elevene på 8. trinn, mens man i 2007 fritt kunne bruke kalkulator på alle oppgavene. Det er derfor vanskelig å vurdere om det har vært noen positiv utvikling på dette området. Som det blir påvist i kapittel 4, er Norge et land som utmerker seg ved stor tilgang på og bruk av kalkulator. Resultatet på denne oppgaven må ses i lys av dette.

Formelle algoritmer for de fire regningsartene er noe som vanligvis trenes inn på lavere trinn i skolen. Dette er hovedgrunnen til at det ble åpnet for fri bruk av kalkulator på 8. trinn i TIMSS 2007, men fremdeles ikke ble tillatt å bruke kalkulator på 4. trinn. I presentasjonen av oppgaver på 4. trinn vil

vi se at divisjon og multiplikasjon fortsatt er områder hvor norske resultater er svake. Hele denne tematikken vil for øvrig bli diskutert i senere oppsummeringer, blant annet i kapittel 9.

Oppgave 4 (8. trinn)

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

Figur 3.12 Oppgave i Tall med resultater for 8. trinn

En jakke koster vanligvis 60 zed. Da Atle kjøpte jakka, var prisen satt ned med 30%. Hvor mye sparte Atle?	Australia	49
	Italia	47
	Japan	50
	Norge	54
	Slovenia	53
	Int.gj.snitt	43

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

Prosent er også en type forhold, og som vi har påpekt tidligere, er forståelsen av slike begreper sentrale for utviklingen av matematisk forståelse. Nå tester ikke oppgave 5 først og fremst elevenes forståelse av prosentbegrepet, men deres evne til å utføre en enkel prosentberegning ved hjelp av kalkulator. På oppgave 1, derimot, som var en åpen oppgave hvor elevene skulle ta utgangspunkt i et forhold oppgitt som 5 : 4, og hvor man måtte kjenne til betydningen av det matematiske begrepet «forhold», gjorde norske elever det heller svakt. Vi ser altså at norske elever presterer svært ulikt på disse to

oppgavene. Det kan synes som om de har opparbeidet en god kompetanse i enkel beregning av prosent, i alle fall hvis de har tilgang til kalkulator.

Oppgave 5 (8. trinn)

Dette er et eksempel på en type oppgave innen området Tall som er relatert til en hverdagskontekst. Oppgaven er knyttet til sport, triatlon, og elevene skal gjøre flere beregninger av tid basert på gitte opplysninger. Det er i alt fire spørsmål med ulik vanskegrad i denne oppgaven.

Oppgave A er den som faller lettest ut. Med en internasjonal løsningsfrekvens på 58, er den en relativt lett oppgave, på middels kompetansenivå. Oppgaven krever at man er i stand til å utføre noen beregninger med addisjon av minutter. Riktig svar er at Kate brukte 35 minutter og Siri 40 minutter på svømmingen. Alle referanselandene, også Norge, presterer langt over det internasjonale gjennomsnittet på denne oppgaven. Afrikanske og arabiske land presterer derimot svært svakt. Også på andre oppgaver som er relatert til en hverdagskontekst, ser vi det samme mønsteret, noe som kan tyde på at elevene i afrikanske og arabiske land har liten trening i å løse denne typen matematikkoppgaver.

Oppgave B er en topoengsoppgave som faller langt vanskeligere ut. Oppgaven krever at man kan beregne tid på bakgrunn av hastighet, og at man kan gjøre om fra timer til minutter. For å få to poeng må man ha de riktige svarene: Kate 80 min, Beate 90 min og Siri 95 min. (Svar gitt i timer og minutter aksepteres også.) Norske elever ligger på det internasjonale gjennomsnittet for å få to poeng på denne oppgaven. De andre referanselandene, bortsett fra Italia, ligger noe over. Hvis ett av svarene er feil, eller hvis det man har oppgitt for Beate og Siri er feil, men konsistent med det man har oppgitt for Kate, belønnes man med ett poeng. For «delvis riktig» ligger både Norge og referanselandene over det internasjonale gjennomsnittet.

Figur 3.13 Oppgave i Tall med resultater for 8. trinn

Triatlon

Triatlon er en idrettsøvelse hvor deltakerne først svømmer, så sykler og til slutt løper fastsatte distanser. Den personen som først fullfører hele konkurransen, har vunnet.

Kate, Beate og Siri konkurrerte mot hverandre i triatlon. Den konkurransen de gjennomførte, besto av 1 km svømming, 40 km sykling og til slutt 15 km løping.

- A. Beate var den raskeste svømmeren. Hun brukte 25 min på den ene kilometeren. Kate brukte 10 min mer enn Beate, og Siri brukte 5 min mer enn Kate.

Bruk denne informasjonen til å fylle ut resten av tabellen for svømming

Svømming	Kate	Beate	Siri
Tid (minutter)		25	

- B. Kate var den raskeste syklisten. På de 40 km var gjennomsnittsfarten hennes 30 km i timen. Beate brukte 10 min mer enn Kate, og Siri brukte 15 min mer enn Ka

Bruk denne informasjonen til å fylle ut tabellen for sykling:

Sykling	Kate	Beate	Siri
Tid (minutter)			

A:	
Australia	86
Italia	80
Japan	81
Norge	79
Slovenia	88
Int.gj.snitt	58

B: Riktig	
Australia	18
Italia	12
Japan	26
Norge	14
Slovenia	18
Int.gj.snitt	13

B: Delvis riktig	
Australia	37
Italia	40
Japan	41
Norge	40
Slovenia	44
Int.gj.snitt	28

I spørsmål C skal elevene ut fra gitte opplysninger regne ut hvor lang tid deltakerne bruker på løpetappen. Oppgaven går ut på mye av det samme som spørsmålet under punkt B, nemlig beregning av tid på bakgrunn av hastighet og omgjøring mellom timer og minutter, men med andre tall. Riktig svar er her: Siri 120 min, Beate 130 min og Kate 135 min. (Svar gitt i timer og minutter aksepteres også.) Alle svarene må være riktige for at eleven skal oppnå poeng. Av det internasjonale gjennomsnittet på 22 prosent ser vi at denne oppgaven ligger på avansert kompetansenivå. De norske elevene ligger litt over det internasjonale gjennomsnittet, mens både Australia og Japan gjør det markert bedre.

3 Prestasjoner i matematikk

I spørsmål D skal elevene legge sammen svarene sine fra de tre første deloppgavene for slik å finne ut hvem som vant triatlonkonkurransen totalt. For å få to poeng kreves det enten at man ut fra tidligere fullførte beregninger kommer fram til riktig tid for de tre konkurrentene, og at Beate er sammenlagtvinner, eller at de resultatene man oppgir i D, er konsistente med tidligere avgitte svar, selv om disse er feil. Man kan altså i teorien få to poeng her selv om man har gjort opptil flere feil på de tre første oppgavene. Prinsippet er at følgefeil ikke skal straffes. Dersom elevene har gjort riktige tidsberegninger for de tre konkurrentene, men oppgir feil person som vinner, eller ikke indikerer hvem som har vunnet, får de ett poeng. Det er imidlertid få som får delvis riktig på denne oppgaven, noe som tyder på at det vanlige er at elevene enten får den helt til eller ikke får den til i det hele tatt. Som alle referanselandene ligger Norge langt over det internasjonale gjennomsnittet på D-oppgaven.

Fig. 3.14 Oppgave i Tall med resultater for 8. trinn

- C. Siri var den raskeste løperen. På de 15 km holdt hun en gjennomsnittsfart på 7,5 km i timen. Beate brukte 10 min mer enn Siri, og Kate brukte 5 min mer enn Beate.

Bruk denne informasjonen til å fylle ut tabellen for løping:

Løping	Kate	Beate	Siri
Tid (minutter)			

- D. Fyll ut tabellen for å vise hvor lang tid hver av dem brukte på hele triatlonen.

Triatlon	Kate	Beate	Siri
Tid (minutter)			

Hvem vant triatlonen?

Svar: _____

C:	
Australia	45
Italia	23
Japan	44
Norge	28
Slovenia	29
Int.gj.snitt	22

D: Riktig	
Australia	58
Italia	40
Japan	62
Norge	49
Slovenia	43
Int.gj.snitt	33

D: Delvis riktig	
Australia	12
Italia	4
Japan	3
Norge	8
Slovenia	5
Int.gj.snitt	8

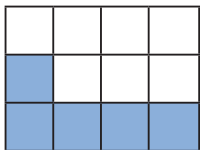
Selv om mange av oppgavene i TIMSS er det man kan kalle tradisjonelle matematikkoppgaver, som for eksempel å utføre en addisjon eller en multiplikasjon, finnes det også en del oppgaver av den typen som her blir presentert. Et av argumentene for også å inkludere denne typen oppgaver i TIMSS, er at de ikke bare måler elevenes rene matematiske kunnskaper, men også deres evner til å anvende denne kunnskapen i mer autentiske og relevante kontekster. Dette synet på matematikk synes også å gjenspeile seg i det som uttrykkes i læreplanene i matematikk i en god del land, kanskje særlig i de nordiske og de engelskspråklige landene (Grønmo & Olsen 2006). Ser vi på norske læreplaner, som L97 og K06, finner vi ofte formuleringer av typen «i praktiske situasjoner» om mål for matematikkundervisningen. I L97 var også «Matematikk i dagliglivet» et eget hovedområde i planen. Denne utviklingen mot større vekt på å relatere oppgaver i matematikk til relevante kontekster har ført til bruk av betegnelser som for eksempel «matematikk for alle», «numeralitet» og «mathematical literacy» (Grønmo et al. 2004; Lindenskov, L. & Wedege, T. 2000). Særlig i PISA har denne typen oppgaver vært fram-tredende. I denne studien ønsker man nettopp å måle elevenes evne til å bruke de matematiske kunnskapene sine i autentiske situasjoner, det som har blitt kalt «mathematical literacy». Også TIMSS inneholder imidlertid oppgaver av denne typen.

Oppgave 6 (8. trinn)

Denne flervalgsoppgaven fra området Tall ble brukt i den internasjonale rapporten (Mullis et al. 2008a) som eksempel på den matematiske kompetansen elever på middels nivå har utviklet. I oppgaven blir elevene presentert for et rektangel som er delt inn i tolv ruter. Fem av disse rutene er skyggelagt. Elevene skal så sammenlikne det med fem delvis skyggelagte sirkler, og de skal krysse av for den sirkelen som har like stor andel av sitt areal skyggelagt som rektangelet. Riktig svar er alternativ D.

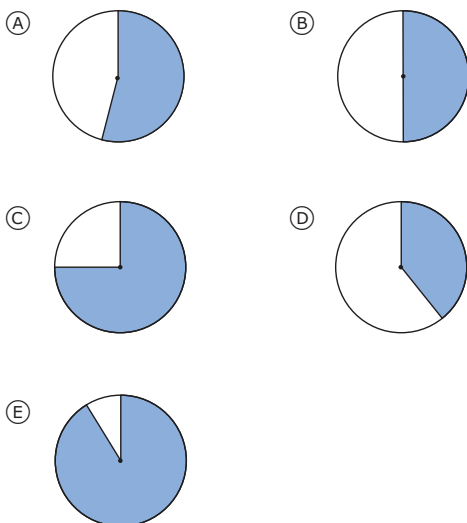
3 Prestasjoner i matematikk

Figur 3.15 Oppgave i Tall med resultater for 8. trinn



En del av rektangelet ovenfor er skyggelagt. Hvilken sirkel har omtrent like stor del av sitt areal skyggelagt?

Australia	75
Italia	70
Japan	85
Norge	73
Slovenia	72
Int.gj.snitt	63



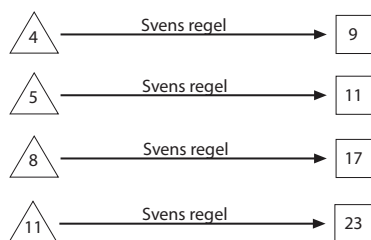
Både i L97 og i K06 står det at elevene allerede på 4. trinn skal ha opparbeidet en viss kompetanse i å bruke enkle brøker, og at denne så skal utvikles videre på senere årstrinn. TIMSS-gruppa i Norge vurderte derfor denne oppgaven til å være i samsvar med norsk læreplan. Oppgaven krever ikke at elevene har noen kompetanse i formell regning med brøk, den undersøker først og fremst om elevene har utviklet en viss forståelse av hva som ligger i begrepet brøk, og hvordan enkle brøker kan illustreres ved hjelp av ulike figurer og diagrammer.

Norske elever presterer bedre enn det internasjonale gjennomsnittet på denne oppgaven og er på høyde med alle referanselandene, bortsett fra Japan.

Oppgave 7 (4. trinn)

Denne oppgaven i emneområdet Tall på 4. trinn står i den internasjonale rapporten som et eksempel på hva elever på det høyeste kompetansenivået, avansert nivå, greier å løse. I oppgaven presenteres elevene for en rekke tall generert etter en regel, og ut fra disse tallene skal de uttrykke regelen som ligger bak mønsteret. Riktig svar er at Sven multipliserer tallet i trekanten med 2 og så adderer 1.

Figur 3.16 Oppgave i Tall med resultater for 4. trinn



Australia	20
Italia	22
Japan	39
Norge	9
Slovenia	8
Int.gj.snitt	16

Sven brukte hele tiden den samme regelen for å få tallet i $\square$ fra tallet i $\triangle$. Hva var regelen?

Svar: _____

Det er et uttrykt kompetansemål i K06 at elever etter 4. trinn skal kunne «eksperimentere med, kjenne att, beskrive og vidareføre strukturar i enkle talmønster». Denne oppgaven ble derfor vurdert av den norske TIMSS-gruppa til å være i samsvar med norsk læreplan. Vi ser likevel at norske elever presterer under det internasjonale gjennomsnittet og langt svakere enn alle referanselandene, unntatt Slovenia.

Oppgaven krever for øvrig ingen redegjørelse for hvordan man kommer fram til regelen, og det er derfor ikke mulig å si noe om hvilken løsningsstrategi elevene eventuelt har brukt her. Det svake resultatet for norske elever synes på samme måte som på 8. trinn å aktualisere spørsmålet om hva norsk skole gir til de flinkeste elevene. Selv om dette er en vanskelig oppgave, er det liten grunn til at Norge skal ligge så langt bak de fleste av referanselandene.

Oppgave 8 (4. trinn)

Dette er en åpen topoengsoppgave på 4. trinn innen området Tall. Elevene skal finne prisen på tivolibilletter for barn ut fra visse opplysninger i oppgaven. På dette trinnet vil man forvente at oppgaven løses ved prøving og feiling, det vil si at elevene prøver ut ulike verdier for billettene helt til de får et svar som er i overensstemmelse med de gitte opplysningene, eller ved at elevene dividerer 50 zed med 5 (en voksenbillett er lik to barnebilletter), som vil være den aller enkleste løsningsmåten. Oppgaven kan også løses ved hjelp av likning. Riktig svar er 10 zed. For å få to poeng må elevene ha riktig svar og vise utregning. Riktig svar uten vist utregning, eller riktig oppsett, men med feil eller ufullstendig utregning, gir ett poeng. Norske elever ligger på denne oppgaven klart over det internasjonale gjennomsnittet og over alle referanselandene.

Figur 3.17 Oppgave i Tall med resultater for 4. trinn

En far tok med 3 barn på tivoli. Billettene kostet dobbelt så mye for voksne som for barn. Faren betalte til sammen 50 zed for de 4 billettene. Hvor mange zed koster en barnebillett? Vis hvordan du kom fram til svaret. Svar: _____	Riktig	
	Australia	15
	Italia	9
	Japan	15
	Norge	17
	Slovenia	15
	Int.gj.snitt	12
	Delvis riktig	
	Australia	25
	Italia	16
	Japan	17
	Norge	29
	Slovenia	9
	Int.gj.snitt	17

I L97 (s. 161) er ett av målene i matematikk for 4. trinn uttrykt slik: «I opplæringen skal elevene bruke tall og regning i praktiske situasjoner. Velge og begrunne valg av regneart, metode og redskap, og vurdere svar.» Oppgave 8 må kunne sies å måle aspekter ved elevenes matematiske kompetanse som er relatert til denne målformuleringen. Ut fra de skisserte løsningsalternativene ser vi at oppgaven ikke stiller store krav til formell utregning, det er mulig å resonnerer

seg fram til riktig svar, og tallene er rimelig enkle. Det framgår av resultatene at mange norske elever har fått delvis riktig, altså funnet riktig svar, men de har ikke vist utregningen. Senere skal vi se eksempler på oppgaver som viser at norske elever synes å få større problemer med oppgaver som krever at det benyttes spesifikke matematiske formler eller mer formelle løsningsprosedyrer.

Oppgave 9 (4. trinn)

Dette er en oppgave innenfor emneområdet Tall som er på det høyeste prestasjonsnivået, avansert nivå. I oppgaven skal elevene finne det «uleselige» tallet, noe som krever at man kan utføre en subtraksjon hvor «tierlån» inngår. I tillegg til å kjenne til og beherske subtraksjon, skal elevene kunne resonnerer seg fram til hvilket tall som er uleselig i dette regnestykket. Oppgaven synes altså å teste både elevenes forståelse og ferdigheter i subtraksjon, og den er plassert i underkategorien «resonnering».

Fig. 3.18 Oppgave i Tall med resultater for 4. trinn

942	Australia	22
-57	Italia	49
415	Japan	80
Martin hadde oppgaven over i hjemmeleke, men han sølte litt brus på den. Et tall ble uleselig. Svaret hans på 415 var riktig. Hvilket tall er det som mangler?	Norge	18
	Slovenia	32
	Int.gj.snitt	42
Svar: _____		

I K06 er et av kompetansemålene etter 4. trinn at elevene skal kunne «utvikle og bruke ulike reknemetodar for addisjon og subtraksjon av fleirsifra tal både i hovudet og på papiret». Liknende målformuleringer finnes også i L97. TIMSS-gruppa mener derfor at denne oppgaven faller innenfor norsk læreplan.

Av resultatene framgår det at norske elever ligger markert under det internasjonale gjennomsnittet og betydelig under alle referanselandene, bortsett fra Australia. Årsakene til det svake norske resultatet kan være mange. Tidligere har det blitt pekt på at norske elever synes å skåre svakt på oppgaver som krever bruk av spesifikke formler eller algoritmer. En mulig forklaring på det dårlige resultatet på denne oppgaven, som ville samsvare med det forannevnte, er at norske elever er usikre på den formelle utregningen av et slikt

3 Prestasjoner i matematikk

stykke, og at det blir ekstra vanskelig å skulle resonnerer seg fram til et oppsett hvis man er usikker på selve algoritmen. Forsøker man prøving og feiling, må man likevel kunne utføre selve subtraksjonen for å komme fram til riktig svar, uten bare å gjette. En annen mulig forklaring på det svake resultatet er at norske elever i liten grad har blitt presentert for oppgaver som krever denne typen resonnering. Dette illustrerer det poenget som gjentatte ganger blir framhevet i denne boka, nemlig at det kan synes som om norsk skole i liten grad gir dyktige elever utfordringer som kan bidra til å stimulere deres interesse for matematikk og øke deres matematiske kompetanse.

Oppgave 10 (4. trinn)

Dette er en åpen oppgave innenfor emneområdet Tall på 4. trinn. Elevene blir bedt om å multiplisere to tosifrede tall. Riktig svar er 1378.

Figur 3.19 Oppgave i Tall med resultater for 4. trinn

Gang ut: 53 · 26 Svar: _____	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 kunne «... 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 oppgave 10 er relatert til en praktisk situasjon, har TIMSS-gruppa under tvil vurdert oppgaven til å være i samsvar med norsk læreplan. Hvorvidt norske elever på 4. trinn har erfaring med og trening i å utføre denne typen multiplikasjon uten bruk av kalkulator, kan synes mer usikkert. Det svake resultatet for Norge på denne oppgaven indikerer at dette er en i overkant vanskelig oppgave for norske elever. Vi ligger svært langt under det internasjonale gjennomsnittet, og vi ligger 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, hvor søkelyset var spesielt rettet mot situasjonen i norsk skole. Noen av de viktigste konklusjonene som ble trukket i disse artiklene, var at det å anvende matematikk forutsetter gode kunnskaper i ren matematikk, da særlig innenfor området Tall og tallregning. Videre ble det trukket fram 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 av tallsystemer og 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 automatiserte ferdigheter. Det er i samsvar med hva man har sett i tidligere undersøkelser (Grønmo 2005). 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.

Oppgave 11 (4. trinn)

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 oppsett og 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!

3 Prestasjoner i matematikk

Figur 3.20 Oppgave i Tall med resultater for 4. trinn

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

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 egner seg godt til å gi gode data på hvordan norske elever presterer i et internasjonalt perspektiv, og til å vise utvikling i prestasjoner over tid. Siktemålet med våre læreplaner er selvsagt ikke at elevene skal prestere godt i slike undersøkelser. 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 som ser ut til å være tilfellet i andre land? Hvis svaret er 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 inn grunnleggende algoritmer for de fire regningsartene.

Oppgave 12 (4. trinn)

Dette er en oppgave innenfor 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.

Figur 3.21 Oppgave i Tall med resultater for 4. trinn

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

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.

Oppgave 13 (4. trinn)

Dette er en flervalgsoppgave innenfor emneområdet Tall. I likhet med oppgave 11 og 12 er den brukt som et eksempel på hva elever på et middels kompetansenivå på 4. trinn greier å løse. Elevene skal i oppgaven angi hvilket tall som samsvarer med det som er oppgitt som et visst antall enere, tiere og hundre. Legg merke til at disse er gitt i nevnte rekkefølge, motsatt av den rekkefølgen de har i svaralternativene under.

Både i L97 og K06 er det allerede på de første årstrinnene formulert mål knyttet til det å arbeide med plassverdisystemet. Denne oppgaven er derfor klart i samsvar med målene uttrykt i disse læreplanene. Av resultatene ser vi at Norge ligger omtrent på det internasjonale gjennomsnittet og på linje med alle referanselandene. Bare Japan skårer betydelig høyere.

3 Prestasjoner i matematikk

Figur 3.22 Oppgave i Tall med resultater for 4. trinn

Hvilket tall er lik 3 enere + 2 tiere + 4 hundreere?	Australia	67
(A) 432	Italia	69
(B) 423	Japan	83
(C) 324	Norge	68
(D) 234	Slovenia	73
	Int.gj.snitt	71

3.3.2 Oppgaver i Algebra

Oppgave 14 (8. trinn)

Oppgave 14 er en åpen oppgave innenfor emneområdet Algebra. I den internasjonale rapporten blir oppgaven 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 én penn og to 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 10 zed.

Figur 3.23 Oppgave i Algebra med resultater for 8. trinn

Jan vet at en penn koster 1 zed mer enn en blyant.	Australia	36
Vennen hans kjøpte 2 penner og 3 blyanter for 17 zed.	Italia	19
Hvor mange zed trenger Jan for å kjøpe 1 penn og 2 blyanter?	Japan	42
Vis hvordan du kom fram til svaret.	Norge	18
	Slovenia	30
	Int.gj.snitt	18

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 – man gjetter på en pris, og så prøver man ut om det gir riktig svar.

Algebra er ikke et prioritert emneområde i våre læreplaner, noe som drøftes og problematiseres flere steder i denne boka. Likevel gjør målformuleringer i både L97 og K06 som er relatert til algebra, 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.

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.

For å få poeng på denne oppgaven måtte man vise hvordan man var kommet fram til svaret. Skåringsguiden skilte 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, blant annet 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. Dette må sies å gjenspeile det som ble påpekt tidligere i kapittelet, under presentasjonen av resultater på emnenivå, at norske elever synes å være spesielt svake i algebra.

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.

Oppgave 15 (8. trinn)

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. En viktig forskjell på denne oppgaven og den forrige er at oppgave 15 krever 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 oppgave 15 ut som enklere enn den foregående, det internasjonale gjennomsnittet er nær dobbelt så høyt, men vi ser at norske elever presterer relativt mye svakere på denne oppgaven. Norge ligger langt under både det internasjonale gjennomsnittet og våre referanseland. Av de sistnevnte skårer særlig Japan svært høyt.

3 Prestasjoner i matematikk

Fig. 3.24 Oppgave i Algebra med resultater for 8. trinn

I Zedland brukes likningen $y = 4x + 30$ til å beregne prisen for å sende en vare. x står for vekta 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 synes nedprioritert i våre læreplaner, og at målformuleringene om dette emnet på 8. trinn er heller vage, har TIMSS-gruppa i Norge vurdert oppgave 15 til ikke å være dekket av norsk læreplan på dette trinnet. De norske resultatene synes å avspeile dette.

Generelt kunne man kanskje tro at det at oppgave 15 er en flervalgsoppgave, og det at det er mulig å gjette seg til riktig svar, ville bidra til å øke prosentandelen norske elever som svarer riktig. I det perspektivet er det verdt å merke seg at prosentandelen 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 bare 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, er spørsmålet om hva som gis til de dyktige elevene, blitt reist tidligere i denne boka. Spørsmålet blir igjen aktuelt 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.

Oppgave 16 (8. trinn)

Oppgave 16 er også en flervalgsoppgave i Algebra på høyt nivå. Det internasjonale gjennomsnittet for oppgaven er på 34 prosent. Elevene skal i denne oppgaven sette inn verdier for a og b i et algebraisk uttrykk. Riktig svar er alternativ A, 15.

Denne oppgaven har helt klart sine utfordringer og fallgruver. Man skal sette inn et negativt tall, og det er i tillegg et negativt tegn foran den bokstaven som skal erstattes med dette negative tallet.

Figur 3.25 Oppgave i Algebra med resultater for 8. trinn

$a = 3$ og $b = -1$.		Australia	30
Hvor mye er $2a + 3(2 - b)$?		Italia	22
(A) 15 (B) 14 (C) 13 (D) 9		Japan	60
		Norge	13
		Slovenia	44
		Int.gj.snitt	34

Oppgaven viste seg å være relativt vanskelig også internasjonalt, med Japan som et klart unntak. Resultatet i Norge, sammenliknet både med internasjonalt gjennomsnitt og med referanseland, viser igjen at norske elever synes å ha langt svakere kunnskaper i algebra enn elever i andre land. Problemet later til å være aller størst når oppgavene blir litt kompliserte, som for eksempel når man skal håndtere negative verdier og fortegn. Da presterer norske elever spesielt svakt. Det kan tyde på at selv om norske elever på 8. trinn lærer om innsetting av tall i algebraiske uttrykk, får de for lite ferdighetstrening på dette området.

TIMSS-gruppa i Norge vurderte innsetting av verdier i et algebraisk uttrykk til å ligge innenfor våre læreplaner i matematikk. Men ser man på den svært lave skåren for norske elever, synes de å ha lite trening i dette. Det vil ofte være et spørsmål om skjønn når man vurderer hvilke oppgaver som kan sies å falle inn under læreplanen. Spesielt gjelder det planer som er utformet på den måten som for eksempel K06 er, hvor det bare angis kompetansemål for visse årstrinn. I tillegg til å studere formuleringene i L97 og K06 har derfor den norske TIMSS-gruppa også undersøkt de mest brukte lærebøkene i matematikk på 4. og 8. trinn. Det har gjort gruppa bedre i stand til å kunne avgjøre hvilke av TIMSS-oppgavene som synes å falle innenfor norsk læreplan, slik

3 Prestasjoner i matematikk

den implementeres på disse trinnene. En samlet vurdering medførte at denne oppgaven ble ansett for å være dekket i læreplanen.

Oppgave 17 (8. trinn)

Oppgave 17 er en flervalgsoppgave i Algebra av middels vanskelighetsgrad. Oppgaven synes overkommelig hvis man har elementære kunnskaper om algebraiske uttrykk. Selv uten noe særlig undervisning om algebraiske uttrykk, skulle det være mulig å løse oppgaven ved et enkelt resonnement. I Norge, som i andre land, var den vanligste feilen at elevene valgte alternativ B i stedet for alternativ A, som er det riktige. Det betyr at de ikke har forstått at man her må trekke fra, siden Anne har 3 færre jakker enn Helge, de legger til 3 i stedet.

Figur 3.26 Oppgave i Algebra med resultater for 8. trinn

Helge har 3 jakker flere enn Anne. Antall jakker Helge har, kaller vi n . Hvor mange jakker har Anne uttrykt ved n ?	Australia	49
(A) $n - 3$	Italia	60
(B) $n + 3$	Japan	57
(C) $3 - n$	Norge	38
(D) $3n$	Slovenia	44
	Int.gj.snitt	41

Oppgaven er av den norske TIMSS-gruppa vurdert til å være i samsvar med norsk læreplan i matematikk. Av resultatene ser vi at norske elever presterer svakere enn referanselandene, men bare litt i underkant av det internasjonale gjennomsnittet. Igjen ser vi at på en algebraoppgave som stiller små krav til formelle kunnskaper, og hvor det er mulig å resonnerer seg fram til riktig svar, lykkes mange av våre elever med å finne dette svaret. Det er først og fremst på oppgaver med krav om formelle matematiske kunnskaper at de norske elevene faller igjennom i et internasjonalt perspektiv.

Oppgave 18 (8. trinn)

Denne oppgaven er, i likhet med den forrige, en middels vanskelig flervalgsoppgave i Algebra. Elevene skal her multiplisere to algebraiske uttrykk. Ettersom dette er en flervalgsoppgave, har de muligheten til å sammenlikne svaret sitt med de oppførte løsningsalternativene. Riktig svar er alternativ D.

Fig. 3.27 Oppgave i Algebra med resultater for 8. trinn

$2a^2 \cdot 3a =$	Australia	29
Ⓐ $5a^2$	Italia	70
Ⓑ $5a^3$	Japan	87
Ⓒ $6a^2$	Norge	17
Ⓓ $6a^3$	Slovenia	67
	Int.gj.snitt	47

For å løse denne oppgaven trenger man noe formell kunnskap om hvordan multiplikasjon av algebraiske uttrykk utføres. Det er altså ikke mulig å resonere seg fram til riktig svar, slik man kunne i oppgave 17, selv om man selvfølgelig kan forsøke å gjette. TIMSS-gruppa har vurdert denne oppgaven til å falle utenfor norsk læreplan, og vi ser da også at norske elever ligger langt under det internasjonale gjennomsnittet og betydelig under alle referanselandene, bortsett fra Australia. Grunnen til at vi likevel har valgt å presentere denne oppgaven, er for å illustrere hva elever i andre land lærer, men som vi har valgt bort. Særlig må det sies å være imponerende at nesten ni av ti japanske elever svarer riktig på denne oppgaven.

En nærmere undersøkelse av de svarene norske elever har gitt på denne oppgaven, viser at de fleste valgte alternativ C. Elevene multipliserer altså tallene riktig, men det ser ikke ut til at de har lært hvordan de skal multiplisere bokstavuttrykkene. Dette samsvarer med vår vurdering om at denne oppgaven faller utenfor norsk læreplan. En aktuell problemstilling for norsk skole synes imidlertid å være om man ønsker at elever i Norge i mindre grad enn i andre land skal lære formelle regler for algebra på dette nivået i skolen? Eller er det et utilsiktet resultat av at man noe ukritisk har tatt ut av læreplaner det som faller vanskelig for en del elever? Resultatene fra TIMSS 2007 synes velegnet til å reise en debatt, ikke bare allment om hvor godt eller dårlig norske elever presterer, men kanskje like mye om innhold og prioriteringer i norske læreplaner.

Oppgave 19 (8. trinn)

Dette er en flervalgsoppgave i Algebra som, vurdert ut fra det internasjonale gjennomsnittet, er en av de enkleste innenfor dette emneområdet. Elevene skal løse en likning, men er gitt fire ulike svaralternativer som de kan vurdere sitt

3 Prestasjoner i matematikk

eget svar opp mot. Det er selvfølgelig også mulig å sette inn de fire ulike verdiene for x i den aktuelle likningen for å finne det riktige svaralternativet, D.

Figur 3.28 Oppgave i Algebra med resultater for 8. trinn

$3(2x - 1) + 2x = 21$	Australia	56
Hva er x ?	Italia	62
(A) -3	Japan	81
(B) $-\frac{11}{4}$	Norge	40
(C) $\frac{11}{4}$	Slovenia	60
(D) 3	Int.gj.snitt	58

Den norske TIMSS-gruppa vurderte dette som en oppgave i formell likningsløsning og for å falle utenfor det som dekkes av norsk læreplan i matematikk på 8. trinn. Derfor kan det kanskje synes overraskende at norske elever presterer såpass godt som de gjør. Selv om Norge ligger klart under det internasjonale gjennomsnittet, og lavere enn alle referanselandene, er en løsningsfrekvens på 40 ganske bra, tatt i betraktning at oppgaven defineres som utenfor pensum i norsk skole. Det er imidlertid på sin plass å påpeke at den ene av de foreslåtte løsningsstrategiene, å prøve ut de fire svaralternativene i likningen, i liten grad fordrer formell kompetanse i det å løse likninger. Dette er selvfølgelig en helt legitim måte å løse denne spesifikke oppgaven på, men man «slipper» altså selv å løse likningen. At fire av ti norske elever finner riktig svar, kan skyldes at de har valgt en slik løsningsstrategi. Alternativt kan det tenkes at en del norske lærere gir undervisning i likninger utover det minimum som er kravet i læreplanen.

Resultatet på denne oppgaven synes derfor igjen å understreke poenget med at norske elever greier seg best der formelle løsningsmetoder ikke er påkrevet. På oppgaver hvor man kan resonnerer seg fram til svaret, lykkes norske elever langt bedre.

3.3.3 Oppgaver i Geometri

Oppgave 20 (8. trinn)

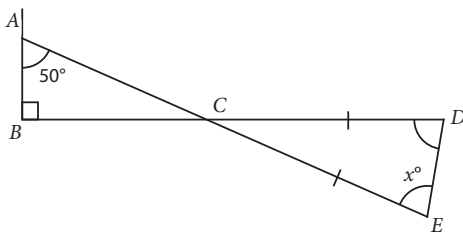
Dette er en flervalgsoppgave innenfor emneområdet Geometri på avansert kompetansenivå, hvilket vil si at den er definert som en relativt vanskelig oppgave på 8. trinn. I oppgaven skal elevene beregne vinkel x ut fra de opplysningene som er gitt om størrelsen på de andre vinklene i figuren. For å finne størrelsen på vinkel x , må elevene vite

- at vinkelsummen i en trekant er 180 grader
- at en rett vinkel er 90 grader (vinkel B)
- at toppvinkler, her vinkel BCA og ECD, er like store
- at hvis en trekant har to like sider (likebeint trekant), så vil to av trekantens vinkler være like store (her vinkel D og vinkel E)

De må dessuten kunne dra veksler på denne kunnskapen i den trinnvise løsningen av oppgaven, og det er særlig dette som gjør at oppgaven plasseres på det høyeste kompetansenivået.

Vinkel BCA kan beregnes slik: $180^\circ - (90^\circ + 50^\circ) = 40^\circ$. Ettersom $ECD = BCA$ får vi at $2x = 180^\circ - 40^\circ = 140^\circ$, hvilket gir at $x = 140^\circ / 2 = 70^\circ$. Riktig svar er altså alternativ D.

Figur 3.29 Oppgave i Geometri med resultater for 8. trinn



På denne figuren er $CD = CE$.
Hvor stor er x ?

- (A) 40
- (B) 50
- (C) 60
- (D) 70

Australia	32
Italia	32
Japan	71
Norge	34
Slovenia	25
Int.gj.snitt	32

Vi ser at norske elever skårer i overkant av det internasjonale gjennomsnittet og også noe over de andre referanselandene, bortsett fra Japan som

er i en egen klasse. En nærmere studie av resultatene viser at det på denne oppgaven er spesielt stor forskjell mellom de høytpresterende østasiatiske landene og resten av verden. I tillegg til Japan ligger både Hong Kong, Taiwan, Korea og Singapore på rundt 70 prosent, noe ingen andre land i TIMSS er i nærheten av.

Internasjonalt er alternativ B et svar som gis av mange elever (31 prosent). Her har trolig elevene feilaktig antatt at vinklene E og A er like store. Dersom vinkel D hadde vært 90° , ville dette vært riktig, men som vi har sett, er vinkel D og E begge 70° . Mange norske elever (29 prosent) har svart alternativ C, 60° . Kanskje har de her blandet sammen begrepene likebeint og likesidet trekant? I en likesidet trekant er som kjent alle vinklene like store, det vil si $180^\circ / 3 = 60^\circ$.

Et av læringsmålene i L97 for 8. trinn er formulert slik: «I opplæringen skal elevene arbeide med parallellitet og vinkelmål, ...» og «undersøke, lage, tegne og konstruere figurer ...» I K06 er et av kompetansemålene etter 7. årstrinn at «eleven skal kunne analysere egenskaper ved to- og tredimensjonale figurer ...». Vi ser at målene ikke er spesifisert på et detaljeringsnivå som gjør at vi definitivt kan fastslå at denne oppgaven bør kunne løses av norske elever på dette trinnet. Formuleringene er imidlertid av en slik art at oppgaven må kunne sies å ligge relativt tett opptil målene i våre læreplaner, og at oppgaven følgelig måler ferdigheter og kunnskaper som man ønsker at norske elever på dette trinnet skal ha utviklet.

Oppgave 21 (8. trinn)

Dette er en relativt åpen og tradisjonell oppgave innenfor emneområdet Geometri på det som betegnes som høyt kompetansenivå. Elevene blir bedt om å tegne en rett linje BC gjennom det avmerkede punktet O på linjen AO, slik at AOB blir en spiss vinkel og AOC blir en stump vinkel. Alle som tegner en linje gjennom O slik at kravene i oppgaven tilfredsstilles, og avmerker punktene B og C på en korrekt måte, får ett poeng. Vinkel AOB må altså være mindre enn 90 grader, mens vinkel AOC må være større enn 90 grader.

Figur 3.30 Oppgave i Geometri med resultater for 8. trinn

Bruk linjestykket AO nedenfor. Tegn en rett linje BC gjennom O slik at vinkel AOB blir en spiss vinkel og vinkel AOC blir en stump vinkel.
Merk av punktene B og C .



Australia	42
Italia	51
Japan	48
Norge	26
Slovenia	36
Int.gj.snitt	38

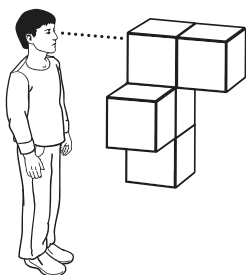
I L97 sies det at elevene på 8. trinn skal «arbeide med parallellitet og vinkel-mål, tegne og konstruere vinkler, normaler og paralleller ...». I K06 er et av kompetansemålene for 10. trinn at elevene skal kunne «utføre og grunnlegge geometriske konstruksjoner og avbildinger med passar og linjal og andre hjelpemiddel». I K06 spesifiseres som kjent ikke kompetansemålene for hvert trinn, så dette er en kompetanse som eleven skal utvikle i løpet av de tre årene på ungdomsskolen. Ut fra en gjennomgang av lærebøkene på 8. trinn har TIMSS-gruppa ved UIO imidlertid kommet fram til at dette er en oppgave som er dekket i matematikkpensumet på dette trinnet, og som norske elever derfor har forutsetninger for å løse.

Det som nok kan gjøre denne oppgaven vanskelig for en del elever, er det formelle matematiske språket som benyttes. Begreper som «linjestykke», «spiss vinkel», «stump vinkel» og «vinkel AOC» er ikke uttrykk som brukes i hverdagslige kontekster. Dette er begreper som har presise matematiske definisjoner, og som typisk læres i matematikktimene på skolen. Norske elever presterer klart under det internasjonale gjennomsnittet på denne oppgaven og også betydelig lavere enn alle referanselandene. En nærmere gjennomgang viser at ingen europeiske land ligger lavere enn Norge, og at østeuropeiske land skårer særlig høyt på denne oppgaven (f.eks. Ukraina 57 prosent, Russland 70 prosent, Litauen 60 prosent og Tsjekkia 53 prosent).

Oppgave 22 (8. trinn)

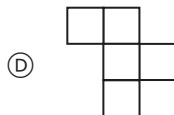
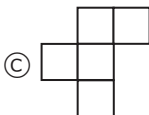
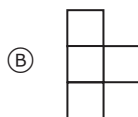
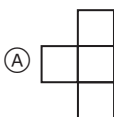
Dette er en flervalgsoppgave innenfor emneområdet Geometri som er av middels vanskelighetsgrad internasjonalt. Elevene skal ut fra en tegning av en person som står og ser på en kloss fra et bestemt perspektiv, avgjøre hvordan denne klossen persiperes av personen. Alternativ B er det riktige svaret. Det er ikke nødvendig å benytte formelle matematiske algoritmer for å løse denne oppgaven, man skal ikke gjøre noen utregninger. Elever som har erfaring med å arbeide med slike problemer, vil likevel åpenbart profitere på dette.

Figur 3.31 Oppgave i Geometri med resultater for 8. trinn



Australia	79
Italia	67
Japan	90
Norge	72
Slovenia	75
Int.gj.snitt	49

Klossen er satt sammen av 5 små terninger.
Hvordan ser klossen ut for personen på bildet?



I våre læreplaner legges det vekt på at elevene skal arbeide med problemstillinger knyttet til tegning og observasjoner av tredimensjonale figurer av typen de konfronteres med i denne oppgaven. I L97 står det for eksempel at elevene på 8. trinn skal «gjøre erfaringer med romfigurer og prøve å finne ut regler for perspektivtegning». I K06 utvikles dette videre, og følgende to kompetansemål etter 7. trinn kan knyttes opp mot denne oppgaven:

Mål for opplæringa er at eleven skal kunne

- analysere eigenskaper ved to- og tredimensjonale figurar ...
- bygge tredimensjonale modellar og teikne perspektiv med eit forsvinningspunkt

Oppgave 22 må derfor kunne sies å måle en kompetanse som våre læreplaner understreker at norske elever på 8. trinn skal ha opparbeidet.

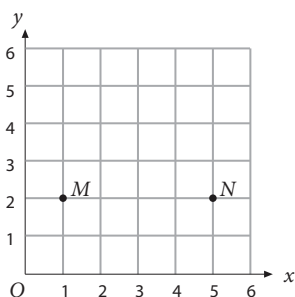
Norge ligger, i likhet med alle referanselandene, godt over det internasjonale gjennomsnittet for denne oppgaven. Japan troner suverent på toppen, også om man inkluderer samtlige deltakerland i TIMSS. Mange afrikanske og søramerikanske land skårer svært lavt på denne oppgaven, for eksempel El Salvador 15 prosent, Ghana 15 prosent, Marokko 19 prosent og Algerie 14 prosent. Det kan synes som om elevene i disse landene har liten erfaring med å arbeide med denne typen oppgaver. I mer tradisjonelle TIMSS-oppgaver i matematikk er forskjellene mellom disse landene og europeiske, asiatiske og engelskspråklige land ofte langt mindre.

Oppgave 23 (8. trinn)

Dette er en flervalgsoppgave innenfor emneområdet Geometri hvor elevene skal avgjøre hvilke koordinater et punkt P må ha for at figuren MNP skal bli en likebeint trekant. MNP vil bli en likebeint trekant dersom ett av følgende krav oppfylles: $MN = MP$, $MN = NP$ eller $MP = NP$. For de to første alternativene, $MN = MP$ og $MN = NP$, vil mulige heltallige koordinater for punktet P være (1, 6), (1, -2), (5, 6), (5, -2). Ingen av disse gjenfinnes blant svaralternativene som tilbys i oppgaven, og de kan derfor utelukkes. Vi står da igjen med en likebeint trekant hvor $MP = NP$. Da vil punktet P ligge på den vertikale midtlinjen for linjestykket MN, slik at x-koordinaten til punktet P blir 3. To av svaralternativene oppfyller dette kriteriet, nemlig A og B, men ettersom B har samme Y-koordinat som M og N, kan ikke B være punktet P (MNP blir da ikke en trekant). Alternativ A (3, 5) må derfor være det riktige svaralternativet.

3 Prestasjoner i matematikk

Figur 3.32 Oppgave i Geometri med resultater for 8. trinn (M032294)



Australia	51
Italia	61
Japan	81
Norge	56
Slovenia	80
Int.gj.snitt	57

To punkter M og N er vist i figuren ovenfor.

John vil finne et punkt P slik at MNP er en likebeint trekant.

Hvilket av disse punktene kan P være??

- (A) (3,5)
- (B) (3,2)
- (C) (1,5)
- (D) (5,1)

Vi ser at Norge for denne oppgaven ligger på nivå med det internasjonale gjennomsnittet, men godt under alle referanselandene, bortsett fra Australia. Det er verdt å merke seg at jentene gjør det vesentlig bedre enn guttene på denne oppgaven, både internasjonalt og i Norge. 61 prosent av norske jenter svarer riktig, mot bare 51 prosent av guttene.

Både i L97 og i K06 finner vi målformuleringer som kan knyttes til kunnskaper og ferdigheter som trengs for å kunne løse en oppgave som denne. I K06 står det for eksempel som et kompetansemål etter 7. trinn at elevene skal kunne «bruke koordinatar til å beskrive plassering og rørsle i eit koordinat-system, på papiret og digitalt». Oppgaven kan derfor sies å måle en kompetanse som man ønsker at elevene på 8. trinn har opparbeidet.

Oppgave 24 (4. trinn)

Dette er en tredelt oppgave innenfor emneområdet Geometri for 4. trinn som ut fra det internasjonale gjennomsnittet må karakteriseres som en vanskelig oppgave for elevene på dette trinnet, det vil si en oppgave på avansert/høyt kompetansenivå. I oppgaven er det gitt en grov kartskisse av et område hvor innbyggerne i byen Melby planlegger å bygge en park, et bibliotek og en skole

ut fra spesifikke kriterier. I de heftene hvor denne oppgaven finnes, følger det for øvrig med en papirlinjal. På kartskissen er det opplyst at 1 cm på kartet er 100 m i virkeligheten. Ved hjelp av linjalen og de spesifiserte kriteriene skal elevene så plassere de tre ovennevnte fasilitetene. Kriteriene er formulert slik at det er mange mulige løsninger på oppgave A og B, mens riktig svar i oppgave C avhenger av svarene gitt i A og B.

I oppgave A skal elevene plassere parken 200 m fra sjøen. Alle som har plassert den mellom 1,8 cm og 2,2 cm fra X-en som markerer sjøen, får full skår.

I oppgave B skal elevene plassere biblioteket mellom 300 m og 400 m fra rådhuset. Alle som plasserer det mellom 2,8 cm og 4,2 cm fra X-en som markerer rådhuset, får full skår.

I oppgave C skal elevene plassere skolen midt mellom de to stedene hvor de har plassert parken og biblioteket. Opptil 4 mm avvik aksepteres som riktig svar.

Som man ser, trengs det liten formell kunnskap i geometri for å løse denne oppgaven. Ingen vinkler skal beregnes eller konstrueres, og man trenger ikke å gjøre noen kompliserte utregninger. For å lykkes med å besvare spørsmålene i oppgaven må derimot elevene kunne lese og forstå den relativt omfattende teksten. I PISA er det avdekket store kjønnsforskjeller i leseferdigheter blant norske 15-åringer i jentenes favør (Lie et al. 2001; Kjærnsli et al. 2004, 2007), og man kunne kanskje forvente at dette ville være en matematikkoppgave hvor de norske jentene gjorde det vesentlig bedre enn guttene, selv om det her dreier seg om yngre elever. Derfor er det litt overraskende at det faktisk til dels er omvendt: på oppgave A er det langt flere gutter (41 prosent) enn jenter (34 prosent) som får full skår. På oppgave B og C er det små kjønnsforskjeller i Norge.

Norge skårer for øvrig over det internasjonale gjennomsnittet på alle tre oppgavene, mens Japan er i en klasse for seg selv blant referanselandene på deloppgavene A og B. På deloppgave C er forskjellene mellom referanselandene noe mindre.

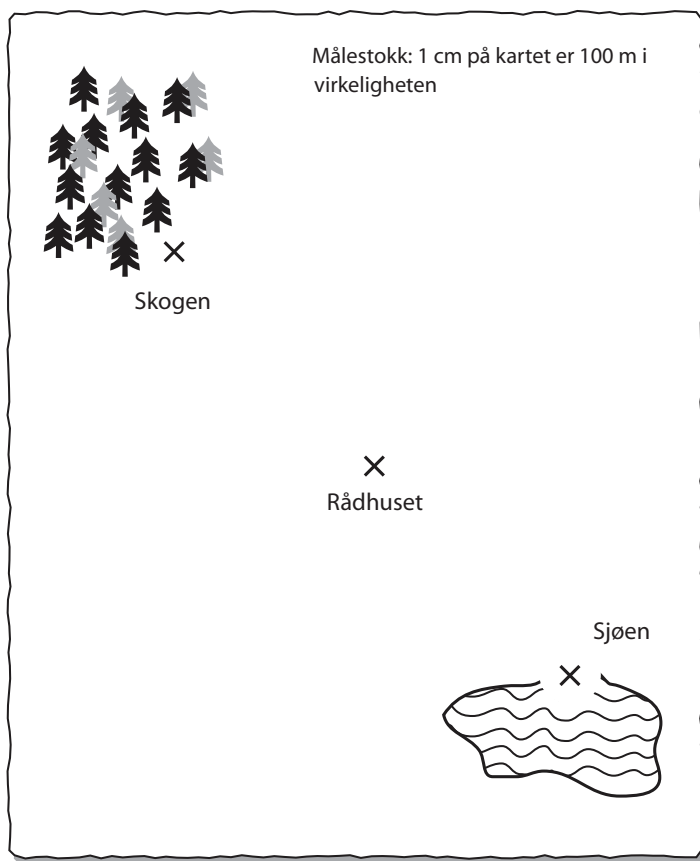
3 Prestasjoner i matematikk

Figur 3.33 Oppgave i Geometri med resultater for 4. trinn

Til denne oppgaven har du fått en papplinjal. Rekk opp hånda hvis du ikke har fått papplinjalen. Bruk kartet nedenfor og linjalen din til å svare på noen spørsmål.

Malby er en ny by. De som bor i Malby, planlegger den nye byen sin. De bestemmer seg for å legge rådhuset midtveis mellom sjøen og skogen, som vist på kartet nedenfor. De gjorde målingene sine mellom X-ene.

Malby



Oppgavene til Malby fortsetter. ➡

Legg til en park, et bibliotek og en skole på kartet over Malby ved hjelp av opplysningene nedenfor.

- A. **Parken** skal ligge 200m fra sjøen så folk kan fiske og bade. Skriv en X på kartet der du vil plassere **parken**, og skriv **park** under X-en.
- B. **Biblioteket** skal ligge minst 300 m, men ikke mer enn 400 m fra rådhuset. Skriv en X på kartet der du vil plassere **biblioteket**, og skriv **bibliotek** under X-en.
- C. **Skolen** skal ligge midtveis mellom parken og biblioteket. Skriv en X på kartet der du plassere **skolen**, og skriv **skole** under X-en.

Nå er det ikke flere oppgaver til Malby. ●

A:	
Australia	40
Italia	30
Japan	69
Norge	38
Slovenia	44
Int.gj.snitt	32

B:	
Australia	59
Italia	44
Japan	70
Norge	51
Slovenia	55
Int.gj.snitt	42

C:	
Australia	43
Italia	24
Japan	43
Norge	29
Slovenia	35
Int.gj.snitt	26

Ett av de temaene som har vært mye drøftet innenfor fagdidaktikken, er hvorvidt matematisk kunnskap har en annen status enn empirisk kunnskap (se f.eks. Ernest 1991; Bergem 2008). Noe forenklet kan spørsmålsstillingen sies å ha vært følgende: Er matematisk kunnskap å anse som sikker viten, eller er matematikk kun en av mange menneskelige teoretiske konstruksjoner som ikke har krav på noen spesiell og privilegert epistemologisk status? Uten å gå dypt inn på denne debatten kan det sies at skolematematikken har blitt kritisert for å være dominert av terping på tradisjonelle oppgaver med bare én riktig løsning. Slik har elever blitt gitt et ensidig bilde av matematikk som

3 Prestasjoner i matematikk

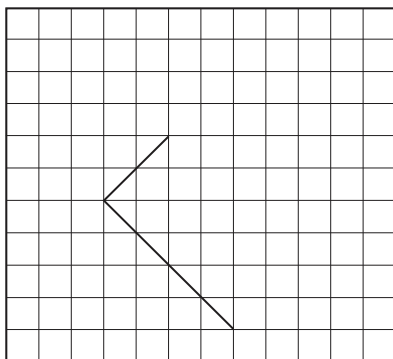
noe som består av en formell og opphøyd type kunnskap, har det blitt hevdet. Man har etterlyst en større spennvidde i oppgavetyper, blant annet oppgaver med autentiske kontekster som kan gi elevene erfaring med å arbeide med matematiske problemer med mer enn ett mulig svar. I forlengelsen av denne kritikken har TIMSS blitt anklaget for å ha overveiende tradisjonelle og konservative matematikkoppgaver og følgelig være basert på en «fossil læreplan» (Sjøberg 2007). Oppgaven som her er presentert, illustrerer at man i TIMSS tar denne debatten på alvor og også forsøker å inkludere mer åpne oppgavetyper i sitt design.

Oppgave 25 (4. trinn)

Dette er en oppgave på middels kompetansenivå. Elevene blir bedt om å fullføre en påbegynt tegning av et rektangel som er plassert i et kvadratisk rutenett. Vi ser at den korteste siden i rektangelet går diagonalt over to ruter, mens den lengste siden i rektangelet er dobbelt så lang. Mindre enn halvparten av norske elever svarer riktig på denne oppgaven. Det gjør at Norge her ligger godt under både det internasjonale gjennomsnittet og alle referanselandene.

Figur 3.34 Oppgave i Geometri med resultater for 4. trinn

Her er to sider i et rektangel. Tegn de andre to sidene.



Australia	68
Italia	54
Japan	78
Norge	45
Slovenia	57
Int.gj.snitt	54

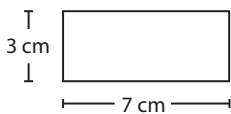
Geometri i K06, eller Rom og form som det heter i L97, er høyt profilerte temaområder innenfor matematikk. Både speilsymmetri, parallellforskyvninger, geometriske mønstre og beskrivelse av posisjoner i rutenett er emner som elevene ifølge K06 skal oppnå kompetanse i. Liknende formuleringer finnes også i L97. På tross av at dette er en oppgave som åpenbart kan relateres til

prioriterte mål i våre læreplaner, presterer altså norske elever relativt svakt. I Sverige og Danmark lykkes 66 prosent av elevene med å fullføre denne tegningen. Selv om disse elevene er bortimot ett år eldre enn de norske (se kapittel 1), synes denne forskjellen i prestasjonsnivå å være vel stor.

Oppgave 26 (4. trinn)

I oppgave 26 skal elevene regne ut omkretsen til et rektangel hvor sidemålene er gitt. Dette er en flervalgsoppgave med fire svaralternativer. Det riktige svaret er alternativ C, 20 cm. Oppgaven kan ved første øyekast virke relativt enkel ettersom den kan løses ved elementær addisjon, men vi ser at det bare er Australia som utmerker seg ved at et flertall av elevene oppgir korrekt svar. Noe overraskende er det her japanske elever som har lavest skår av referanselandene, men også Norge ligger godt under det internasjonale gjennomsnittet.

Figur 3.35 Oppgave i Geometri med resultater for 4. trinn



Hva er omkretsen til rektangelet?

- (A) 7 cm
- (B) 10 cm
- (C) 20 cm
- (D) 21 cm

Australia	63
Italia	49
Japan	34
Norge	42
Slovenia	41
Int.gj.snitt	51

Av de norske elevene som ikke har fått poeng her, er det svaralternativ B som oftest blir oppgitt. Dette svaret får elevene ved kun å addere lengden av de to sidene i rektangelet som er oppgitt, uten å inkludere de to resterende sidene. Også internasjonalt er dette det mest vanlige feilsvaret, men mange elever velger likevel de to andre distraktorene. Hele 54 prosent av japanske elever oppgir svaralternativ D, som framkommer ved at man multipliserer lengde og bredde, det vil si man beregner arealet (benedningen skal da være cm^2). Ingen andre land er i nærheten av denne svarprosenten for alternativ D. I andre høytskårende land i TIMSS, for eksempel Singapore og Hong Kong, svarer henholdsvis 92 og 76 prosent av elevene riktig på denne oppgaven. Også svenske elever skårer høyt, nemlig 74 prosent.

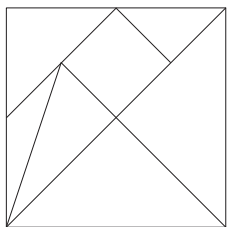
Det er usikkert hvorfor norske elever skårer så mye lavere enn svenske elever på denne oppgaven, men i norsk skole kan det synes som om beregning av omkrets og areal for geometriske figurer ikke prioriteres før fra 5. trinn. Først i målene for 5. klasse i L97 uttrykkes det at elevene skal «måle og beregne omkrets av blant annet firkanter og trekanter». I K06 er ett av kompetansemålene for 4. trinn at «eleven skal kunne gjøre overslag over og måle lengd, areal, volum, masse, temperatur, tid og vinklar». Beregning av omkrets er ikke eksplisitt nevnt her. Først i kompetansemålene for 7. trinn uttrykkes det at «eleven skal kunne forklare oppbygginga av mål for areal og volum og berekne omkrins og areal, overflate og volum av enkle to- og tredimensjonale figurar». Dette kan være noe av grunnen til norske elevers relativt svake prestasjon på denne oppgaven. På den annen side viser en gjennomgang av lærebøkene i matematikk for grunnskolen at omkrets for denne typen figurer er et tema som blir behandlet også på 4. trinn, noe som har gjort at TIMSS-gruppa vurderer oppgaven til å falle innenfor pensum for norske elever på dette trinnet.

Oppgave 27 (4. trinn)

Dette er en oppgave på lavt kompetansenivå. Et kvadrat er delt i sju deler – seks trekanter og et mindre kvadrat. Elevene skal finne to kongruente trekanter i den gitte figuren og merke av for disse med et kryss. Ettersom dette er en oppgave for 4. trinn, brukes ikke det geometriske begrepet *kongruens*. Det står i stedet at trekantene skal ha «samme størrelse og form».

Figur 3.36 Oppgave i Geometri med resultater for 4. trinn

Kvadratet er delt opp i 7 deler. Skriv en X i hver av de to trekantene som har samme størrelse og form.



Australia	85
Italia	87
Japan	87
Norge	84
Slovenia	91
Int.gj.snitt	72

Selv om vi ser at det internasjonale gjennomsnittet er høyt, skårer Norge og samtlige referanseland godt over dette gjennomsnittet. Dette er altså en oppgave som et stort flertall av norske elever lykkes med å svare riktig på. Vi ser

imidlertid at det ikke må foretas noen utregninger, men at det som etterspørres, er kunnskap om trekantens størrelse og form.

I L97 legges det stor vekt på at elevene skal «arbeide med mønstre og figurer i plan og rom» og «gjøre seg nærmere kjent med sirkler og mangekanter» og samtale om egenskapene til disse. Også i K06 er et av kompetansemålene på 4. trinn knyttet opp mot det å kunne gjenkjenne og beskrive trekk ved mangekanter, en kategori som trekanter faller inn under. Ut fra resultatene på denne oppgaven å dømme har de fleste norske elever på 4. trinn opparbeidet deler av denne kompetansen.

3.3.4 Oppgaver i Statistikk

Oppgave 28 (8. trinn)

Dette er en åpen oppgave på høyt kompetansenivå. Elevene blir bedt om å lage et søylediagram ut fra den informasjonen de har fått oppgitt 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 rettingen av denne oppgaven skilles det mellom de som tegner inn alle tre søylene riktig, de som bare har to riktige søyler, og de som har mindre enn to riktige søyler. Elever som har alle søylene riktig, får to poeng, de som har to søyler riktig får ett poeng, mens andre svar gir null poeng. For å få full skår må altså søylen for Red Hot Peppers gå til 50, den til Stone Cold må gå til 90 (alt mellom 80 og 100 aksepteres), mens søylen for Dreadlocks må gå til 60 (alt mellom 50 og 70 aksepteres).

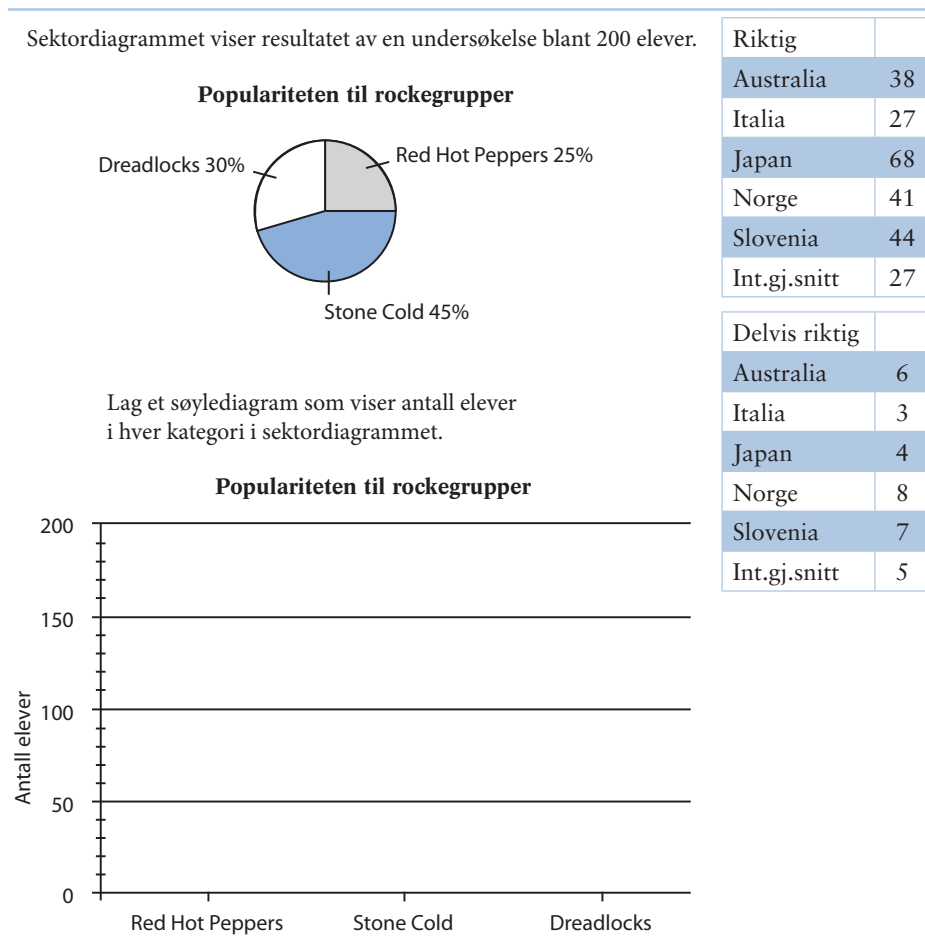
Som beskrevet i kapittel 10 benyttes tosifrede koder i TIMSS. For denne oppgaven er det utarbeidet en egen kode for elever som tegner inn søylene ut fra prosent i stedet for antall. Internasjonalt har 15 prosent av elevene gitt et slikt svar (14 prosent i Norge). Slik informasjon kan benyttes i mer inngående analyser av enkeltoppgaver.

Både i L97 og i K06 blir det lagt vekt på at elevene i matematikkundervisningen skal arbeide med den typen problemer som eksemplifiseres i oppgave 28. 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.»

3 Prestasjoner i matematikk

Ut fra disse sitatene må vi derfor kunne konkludere med at denne oppgaven måler ferdigheter som spesifikt vektlegges i norske læreplaner.

Figur 3.37 Oppgave i Statistikk med resultater for 8. trinn

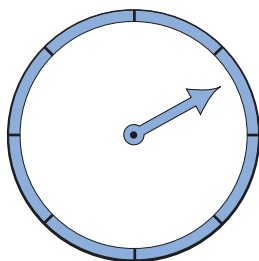


Av resultatene ser vi at norske elever skårer klart over det internasjonale gjennomsnittet. Japan er det eneste av referanselandene som ligger betydelig over Norge. Ettersom dette er en oppgave på høyt nivå, altså vurdert for å være en krevende oppgave å løse, viser norske elever derfor at de er relativt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

Oppgave 29 (8. trinn)

Dette er en åpen oppgave innenfor emneområdet Statistikk på avansert kompetansenivå. Den er knyttet til forståelse av sannsynlighetsberegninger. Elevene blir i oppgaveteksten informert om at en person, Roger, har snurret et lykkehjul som har tre sektorer med ulike farger, 1000 ganger. En tabell viser hvor ofte pekeren på lykkehjulet har stoppet på hver av de tre fargene. Ut fra denne fordelingen blir elevene bedt om å tegne inn fargesektorene på lykkehjulet og skrive inn fargene på riktig sektor. For å få godkjent svar må den oransje sektoren tegnes inn som omtrent halve sirkelen, mens de to andre fargesektorene må utgjøre omtrent en fjerdedel hver.

Fig. 3.38 Oppgave i Statistikk med resultater for 8. trinn



Australia	49
Italia	30
Japan	70
Norge	43
Slovenia	40
Int.gj.snitt	27

Rogers lykkehjul har tre sektorer med ulik farge: oransje, fiolett og grønt. Roger snurrer lykkehjulet 1000 ganger. Tabellen nedenfor viser hvor mange ganger pekeren stopper på hver farge.

Farge	Antall ganger
Oransje	510
Fiolett	243
Grønn	247

Tegn inn linjer på lykkehjulet ovenfor som gjør de tre sektorene omtrent så store som du forventer at de er. Skriv oransje, fiolett og grønt på riktig sektor

I L97 blir det allerede for mellomtrinnet (5. til og med 7. trinn) poengtert at elevene skal arbeide med begrepet *sannsynlighet*, og at de skal få anledning til å gjøre seg erfaringer med å vurdere sannsynlighet i relasjon til hverdagsliv, spill og eksperimenter. I K06 er et av kompetansemålene etter 7. trinn at «eleven skal kunne vurdere sjansar i daglegdagse samanhengar, spel og

3 Prestasjoner i matematikk

eksperiment og berekne sannsyn i enkle situasjoner». Denne TIMSS-oppgaven måler derfor en kompetanse innenfor emnet sannsynlighet som norske elever på 8. trinn, ifølge våre læreplaner, skal ha utviklet.

Av resultattabellen framgår det at norske elever presterer godt over det internasjonale gjennomsnittet på denne oppgaven, men «midt på treet» i forhold til referanselandene. Av disse er det særlig Japan som peker seg ut med en svært høy skåre. Ingen andre land i TIMSS er i nærheten av japanske elever på denne oppgaven. Singapore med 54 prosent og Sverige med 53 prosent er de som kommer nærmest Japan. Norske gutter presterer for øvrig noe bedre enn jentene, men forskjellen er kun 2 prosent. Også på denne oppgaven er det enkelte av de arabiske og afrikanske landene som skårer svært lavt: Botswana 3 prosent, Ghana 1 prosent, Qatar 5 prosent og Saudi Arabia 7 prosent. Resultatene kan indikere at elevene i disse landene har lite erfaring med denne typen matematikk.

Oppgave 30A (8. trinn)

Dette er en todelt oppgave innenfor emneområdet Statistikk med tre spørsmål på hver av de to delene A og B. Oppgaveteksten er relatert til en undersøkelse om to fags popularitet som er gjort i en gruppe på ti personer. Elevene skal i oppgave A regne ut gjennomsnittsverdien for disse personenes vurdering av de to fagene, matematikk og historie, og ut fra dette skal de svare på hvilket fag som var mest populært i denne undersøkelsen. Riktig svar er henholdsvis $30 / 10 = 3,0$ (eller bare 3) for matematikk og $24 / 10 = 2,4$ for historie. Ut fra dette skal elevene trekke den konklusjonen at matematikk er det mest populære faget.

For å kunne løse denne oppgaven er det avgjørende at man kan beregne gjennomsnittsverdien for et datasett. Både i L97 og K06 understrekes det at elevene skal arbeide med begrepet gjennomsnittsverdi. Ett av kompetansemålene etter 7. trinn i K06 er for eksempel at elevene skal «finne median, typetal og gjennomsnitt av enkle datasett og vurdere dei i høve til hverandre». Denne TIMSS-oppgaven må derfor sies å måle en kompetanse som norske elever ifølge våre læreplaner skal ha opparbeidet på 8. trinn.

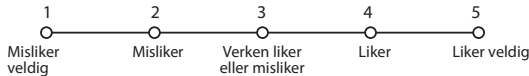
Norske elever presterer godt over det internasjonale gjennomsnittet på denne oppgaven, og av referanselandene er det bare Japan som ligger høyere. Italia er det eneste av referanselandene som ligger under det internasjonale gjennomsnittet. For øvrig er det verdt å merke seg at norske jenter gjør det

vesentlig bedre enn norske gutter på denne oppgaven. 59 prosent av jentene svarer riktig, mot 50 prosent av guttene.

Figur 3.39 Oppgave i Statistikk med resultater for 8. trinn

Populariteten til fag

En gruppe med 10 elever ønsket å finne ut om matematikk eller historie var mes populært i deres gruppe. De vurderte hvert fag etter følgende skala.



Tabellen viser resultatet:

Australia	45
Italia	28
Japan	80
Norge	54
Slovenia	47
Int.gj.snitt	36

Elevenes vurdering

Elev	Vurdering av matematikk	Vurdering av historie
Alan	1	2
Lisa	4	4
Ann	5	4
John	2	2
Carl	4	2
Gina	3	3
Brit	2	1
Christin	1	1
Jan	5	3
Jack	3	2
Totalt	30	24

A. Regn ut gjennomsnittlig vurdering av hvert fag.

Gjennomsnittlig vurdering av matematikk = _____

Gjennomsnittlig vurdering av historie = _____

Basert på disse vurderingene, hva er det mest populære faget blant disse elevene?

Det mest populære faget: _____

En nærmere undersøkelse av resultatene viser at det for denne oppgaven er svært store forskjeller i skår, målt i prosent, mellom grupper av land som er med i TIMSS 2007. Mange afrikanske, arabiske og søramerikanske land har en svært lav skår: Ghana 5,0 prosent, Qatar 2,3 prosent, Kuwait 0,6 prosent

3 Prestasjoner i matematikk

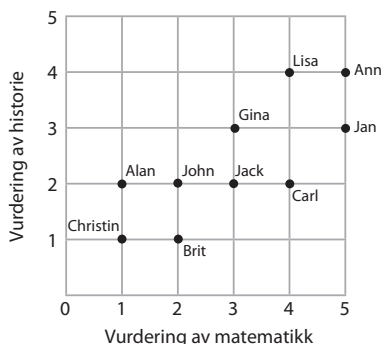
og Colombia 4,3 prosent, for å nevne noen. Dette kan tyde på at oppgaven er av en type som elever i disse landene har liten erfaring med å løse – at den er relatert til det man kan betegne som en moderne forståelse av matematikk og matematisk kompetanse, og til læreplaner som avspeiler et slikt syn på faget.

Oppgave 30B (8. trinn)

I deloppgave B er de 10 personenes vurderinger av fagene framstilt i et koordinatsystem med matematikk på x-aksen og historie på y-aksen. Det er altså den samme informasjonen som gis i denne figuren som i tabellen i deloppgave A. Elevene skal besvare tre spørsmål knyttet til den informasjonen som er blitt gitt. For å få full skår, to poeng, må elevene svare *galt* – *riktig* – *galt* på de tre påstandene som er formulert i teksten. Dersom elevene har to av tre riktig, får de ett poeng, og dersom de har mindre enn to riktige svar, får de null poeng. Legg merke til at det også er mulig å besvare alle de tre spørsmålene ut fra tabellen i deloppgave A.

Figur 3.40 Oppgave i Statistikk med resultater for 8. trinn

B. Elevenes vurderinger er vist i figuren under. For eksempel er Alans vurderinger: matematikk 1, historie 2.



Skriv «riktig» eller «galt» på linja etter hver påstand:

Alle elevene i gruppa likte matematikk bedre enn de likte historie. _____

Nesten halvparten av elevene vurderte fagene likt. _____

To elever verken likte eller mislikte noen av fagene. _____

Riktig	
Australia	30
Italia	25
Japan	50
Norge	24
Slovenia	25
Int.gj.snitt	19

Delvis riktig	
Australia	35
Italia	27
Japan	24
Norge	27
Slovenia	33
Int.gj.snitt	26

Av referanselandene er det særlig Japan som skiller seg ut med en høy skår for denne oppgaven. Norge ligger over det internasjonale gjennomsnittet, men noe under referanselandene, med unntak av Italia. Også på denne oppgaven skårer de norske jentene klart høyere enn guttene. 28 prosent av jentene får full skår, mot 21 prosent av guttene.

I L97 sies det at elevene på 8. trinn skal «arbeide med koordinatsystemet og ... knytte sammen punkter og ordnede tallpar». I K06 er ett av kompetansemålene formulert slik: «Målet for opplæringa er at eleven skal kunne bruke koordinatar til å beskrive plassering og rørse i eit koordinatsystem, på papiret og digitalt.» Deloppgave B må derfor kunne sies å måle en kompetanse som norske elever på 8. trinn skal ha utviklet.

Oppgave 31 (8. trinn)

Dette er en oppgave innenfor emnet Statistikk som består av tre deler med noe ulik vanskelighetsgrad. Deloppgave A og B er på middels kompetansenivå, mens deloppgave C er på høyt kompetansenivå.

Elevene blir i oppgaveteksten informert om en trimklubb som har to ulike betalingsalternativer: type A og type B. Disse beskrives med ord og framstilles i tillegg grafisk i et koordinatsystem. I den første deloppgaven skal elevene sammenstille den informasjonen som er gitt i teksten og i figuren, og knytte de to lineære grafene opp mot de spesifiserte betalingsalternativene. Riktig svar er at den stiplete grafiske linjen, som starter i origo, nullpunktet, er type B, mens den hele linjen er type A.

I deloppgave B skal elevene finne i hvilken uke man ville ha betalt det samme for de to betalingsalternativene. Dette kan enklest gjøres ved å se hvor de to grafene krysser hverandre, men det kan også regnes ut ved hjelp av denne likningen: $400 + 25x = 50x$, hvor x står for antall uker. Riktig svar er 16.

I deloppgave C skal elevene finne ut hvor stor prisforskjellen er mellom de to betalingsformene etter 24 uker. Den enkleste måten å gjøre dette på er å avlese kostnadene for de to alternativene etter 24 uker grafisk. Alternativt kan man sette inn verdien 24 for x i likningen som ble presentert i forrige avsnitt. Riktig svar er 200 zed.

3 Prestasjoner i matematikk

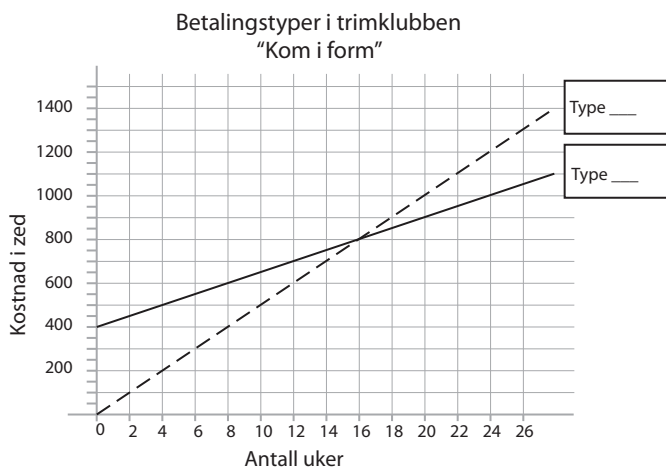
Figur 3.41 Oppgave i Statistikk med resultater for 8. trinn

Trimklubben "Kom i form" tilbyr to ulike betalingstyper.

Type A har en fast avgift på 400 zed pluss en ukentlig avgift på 25 zed.

Type B har ingen fast avgift, men en ukentlig avgift på 50 zed.

Figuren nedenfor sammenligner prisene for type A og type B.



A. Skriv inn i firkantene ovenfor hvilken linje som viser kostnadene for type A, og hvilken linje som viser kostnadene for type B.

B. Hvilken uke ville du ha betalt det samme for type A og type B?

C. Hvor stor er prisforskjellen mellom de to betalingsformene etter 24 uker?

A:	
Australia	76
Italia	64
Japan	87
Norge	61
Slovenia	74
Int.gj.snitt	55

B:	
Australia	80
Italia	62
Japan	94
Norge	58
Slovenia	74
Int.gj.snitt	49

C:	
Australia	57
Italia	43
Japan	81
Norge	46
Slovenia	53
Int.gj.snitt	34

I drøftingen av oppgave 28 ble det referert til formuleringer i våre læreplaner knyttet opp mot det at elevene på 8. trinn skal opparbeide kompetanse i å tolke og vurdere grafiske framstillinger. Aspekter ved en slik kompetanse måles i denne oppgaven.

Som det framgår av resultattabellene, ligger Norge over det internasjonale gjennomsnittet for alle de tre deloppgavene. Vi er likevel langt under alle referanselandene, bortsett fra Italia, som er på vårt nivå. På deloppgavene A og B skårer for øvrig de norske jentene klart bedre enn guttene, mens guttene ligger noe over jentene på deloppgave C. Det internasjonale gjennomsnittet for jenter er også klart høyere enn guttenes på deloppgave A og B, mens det kun er marginale kjønnsforskjeller for det internasjonale gjennomsnittet på deloppgave C.

Oppgave 32 (8. trinn)

Dette er en flervalgsoppgave på lavt kompetansenivå. I oppgaven skal elevene sammenstille informasjonen som er gitt i en tabell, med fire alternative grafiske framstillinger. I tabellen framstilles forholdet mellom klokkeslett og temperatur, og elevene skal krysse av for den grafiske framstillingen som svarer med informasjonen som er gitt i tabellen, hvilket er alternativ B.

Vi ser at det ikke er nødvendig å gjøre noen matematiske utregninger for å besvare oppgaven. Det er kun informasjonen som er gitt i tabellen og i grafene, som skal tolkes. Som det ble understreket i kommentarene til oppgave 28, er tolkning og framstilling av diagrammer ferdigheter som vektlegges i både L97 og K06. Også denne oppgaven må derfor sies å måle kompetanser som spesifikt vektlegges i norske læreplaner.

3 Prestasjoner i matematikk

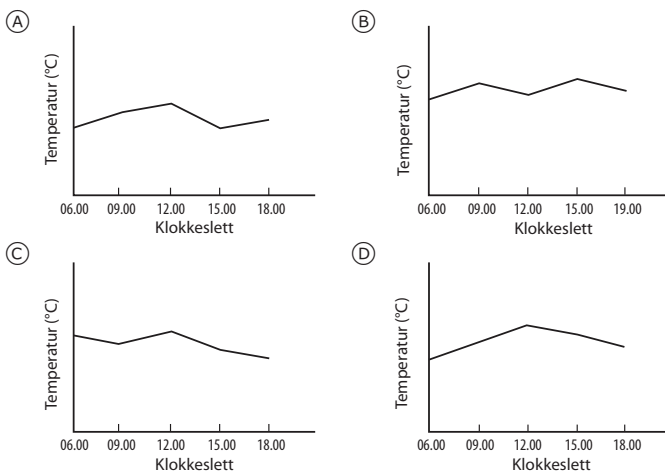
Figur 3.42 Oppgave i Statistikk med resultater for 8. trinn

Tabellen viser temperaturen på ulike tidspunkter en bestemt dag.

Klokkeslett	06.00	09.00	12.00	15.00	18.00
Temperatur °C	12	17	14	18	15

Grafene er tegnet uten at skalaen for temperaturen er oppgitt. Hvilken av grafene kan være grafen som viser informasjonen gitt i tabellen?

Australia	87
Italia	84
Japan	96
Norge	77
Slovenia	90
Int.gj.snitt	72



Selv om Norge skårer lavere enn alle referanselandene på denne oppgaven, ligger vi godt over det internasjonale gjennomsnittet. Dette er for øvrig også en oppgave hvor de norske jentene gjør det vesentlig bedre enn guttene. Mens 84 prosent av jentene svarer riktig, er det bare 71 prosent av guttene som lykkes i dette. Kun ett annet land i TIMSS har en større forskjell mellom jenter og gutter på denne oppgaven, nemlig Saudi Arabia. Forskjellen i det internasjonale gjennomsnittet går også i jentenes favør, men differansen mellom kjønnene er her bare i overkant av 2 prosent.

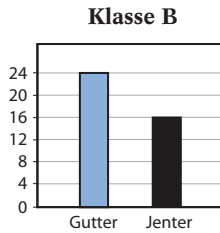
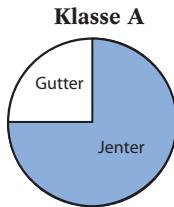
Oppgave 33 (4. trinn)

Dette er en oppgave på avansert kompetansenivå. I denne oppgaven skal elevene hente ut og sammenstille informasjonen som gis i to forskjellige diagrammer – et sirkeldiagram og et søylediagram – og det er særlig dette som gjør at oppgaven er plassert på det avanserte nivået. For å løse oppgaven og

komme fram til riktig svar, alternativ A, uten å gjette, må man dessuten utføre denne subtraksjonen: $30 - 16 = 14$.

Figur 3.43 Oppgave i Statistikk med resultater for 4. trinn

Klasse A og klasse B har 40 elever hver.



Australia	36
Italia	26
Japan	41
Norge	32
Slovenia	36
Int.gj.snitt	32

Det er flere jenter i klasse A enn i klasse B. Hvor mange flere?

- (A) 14
- (B) 16
- (C) 24
- (D) 30

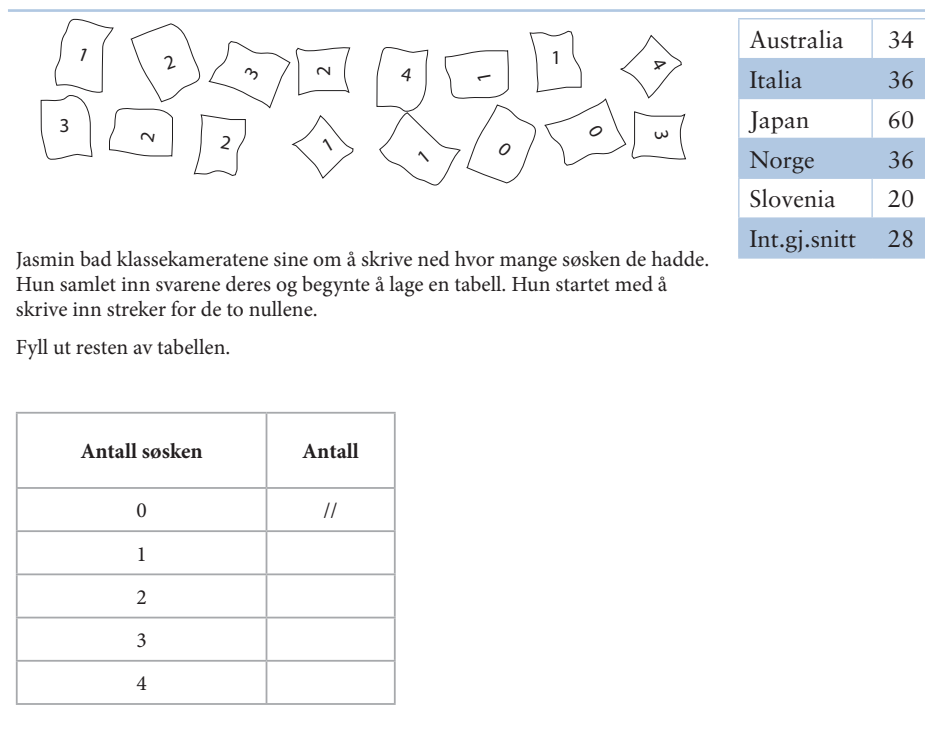
Vi ser at Norge ligger på nivå med det internasjonale gjennomsnittet, men noe under de fleste av referanselandene. I våre læreplaner, både L97 og K06, uttrykkes det at elevene på 4. trinn skal kunne illustrere data ved hjelp av for eksempel søylediagram, men det er først på mellomtrinnsnivå at det legges vekt på mer systematisk tolkning av denne typen datarepresentasjoner. For norske elever er denne oppgaven derfor i ytterkant av det man kan forvente at de evner å besvare.

Oppgave 34 (4. trinn)

I oppgave 34 blir elevene bedt om å systematisere et gitt sett med data. Dette skal gjøres gjennom å fullføre en påbegynt frekvenstabell. Riktig svar er at fem elever har 1 søsken, fire elever har 2 søsken, tre elever har 3 søsken og to elever har 4 søsken. For å få godskrevet svaret som riktig, må det korrekte antallet streker fylles inn i høyre kolonne (riktig antall uttrykt med tall aksepteres også).

3 Prestasjoner i matematikk

Figur 3.44 Oppgave i Statistikk med resultater for 4. trinn



Vi ser at selv om bare vel en tredjedel av norske elever lykkes med å løse denne oppgaven, ligger vi godt over det internasjonale gjennomsnittet. Av referanse-landene er det bare Japan som skårer klart høyere enn Norge. Under hovedmomentet «Matematikk i dagliglivet» i L97 står det at elevene skal «samle, notere og illustrere data, for eksempel med tellestreker, tabeller og søylediagrammer». I K06 presiseres et av kompetansemålene for 4. trinn slik: «Mål for opplæringa er at eleven skal kunne samle, sortere, notere og illustrere data med teljestrekar, tabellar og søylediagram, og kommentere illustrasjonane.» Denne TIMSS-oppgaven er altså nært knyttet til målene som uttrykkes i våre læreplaner. Selv om Norge ligger over det internasjonale gjennomsnittet, ville det være ønskelig at flere elever på 4. trinn kunne utvikle den nødvendige kompetansen for å løse en slik oppgave.

Oppgave 35 (4. trinn)

Denne oppgaven, som består av tre deloppgaver, A, B og C, har en autentisk kontekst knyttet til utleie av sykler. Det opplyses om at to forskjellige sykkelklubber har ulike tariffer for utleie, og elevene blir i deloppgave A bedt om å fullføre to tabeller ut fra den gitte informasjonen. For å få full skår på deloppgave A må samtlige verdier i de to tabellene være riktige. Elevene må altså skrive 14, 17, 20, 23 i den høyre kolonnen i tabellen for Fjellsykkelklubben og 14, 16, 18, 20 i den tilsvarende kolonnen i tabellen for Racersykkelklubben. Vi gjør oppmerksom på at deloppgave A faller inn under emneområdet Tall. Ettersom deloppgave B og C hører inn under emneområdet Statistikk, har vi imidlertid valgt å presentere oppgaven i sin helhet under dette sistnevnte området.

I deloppgave B skal elevene besvare et spørsmål om når leiekostnadene i de to klubbene er identiske. For å svare på dette må elevene lese av de verdiene de selv har fylt inn i tabellen. I kodingen av oppgaven er det tatt høyde for at elevene kan få poeng på deloppgave B selv om de ikke har fylt ut tabellen på en korrekt måte. Det vil si at dersom elevenes svar på deloppgave B er konsistent med en uriktig utfylt tabell i deloppgave A, får de egen kode, men full skår. Elevene får ikke poeng på deloppgave B dersom svaret deres er inkonsistent med hvordan de har fylt ut tabellen i deloppgave A.

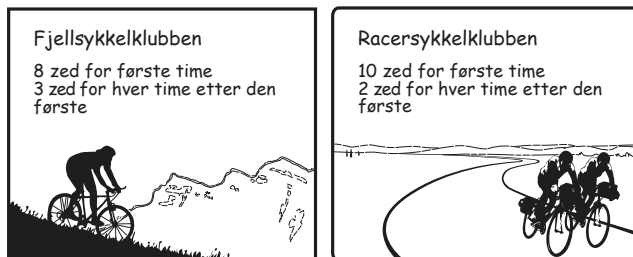
I deloppgave C, som er en flervalgsoppgave, skal elevene ut fra tabellen de har fylt ut, vurdere hvor det koster minst å leie en sykkel for 12 timer. Riktig svar er B.

Av det internasjonale gjennomsnittet går det fram at deloppgave A og C er av middels vanskelighetsgrad, mens deloppgave B har høy vanskelighetsgrad. Norge ligger under våre referanseland for alle tre deloppgavene, men på nivå med det internasjonale gjennomsnittet for de to enkleste, A og C. For den mest krevende deloppgaven, B, ligger vi klart under det internasjonale gjennomsnittet. Av referanselandene ser vi at særlig Japan ligger svært høyt på hele denne oppgaven. Differansen til Norge er spesielt stor for deloppgave B, hvor elevene skal tolke verdiene i tabellen.

3 Prestasjoner i matematikk

Figur 3.45 Oppgave i Statistikk og Tall med resultater for 4. trinn

Her ser du plakater for to sportsklubber som leier ut sykler.



A. Bruk informasjonen på plakaten til å fylle ut tabellene.

Utleie av fjellsykler	
Timer	Pris (zed)
1	8
2	11
3	
4	
5	
6	

Utleie av racersykler	
Timer	Pris (zed)
1	10
2	12
3	
4	
5	
6	

B. Etter hvor mange timer er leiekostnadene det samme i de to klubbene?

Svar: _____

C. I hvilken klubb koster det minst å leie en sykkel i 12 timer?

- (A) Fjellsykelklubben
- (B) Racersykelklubben
- (C) De er begge like
- (D) Umulig å regne ut

A:	
Australia	59
Italia	64
Japan	85
Norge	54
Slovenia	61
Int.gj.snitt	52

B:	
Australia	46
Italia	52
Japan	87
Norge	30
Slovenia	51
Int.gj.snitt	39

C:	
Australia	62
Italia	61
Japan	80
Norge	58
Slovenia	62
Int.gj.snitt	57

Som det framgikk under drøfting av oppgavene 33 og 34, legges det både i L97 og K06 vekt på at elevene på 4. trinn skal arbeide med data på ulike måter. I K06 sies det også at elevene skal kunne «kommentere illustrasjonene» og på denne måten trenes i å oppnå en begynnende kompetanse i det å tolke tabeller og diagrammer. Dette er en type kompetanse som kan knyttes opp mot overordnede mål om matematikk som et redskap elevene kan ha nytte av i arbeids- og samfunnsliv. Oppgave 35 må kunne sies å måle visse aspekter ved en slik ønsket kompetanse. Resultatene tyder imidlertid på at mange norske elever på 4. trinn enda ikke har opparbeidet den nødvendige kompetansen for å kunne tolke den informasjonen som finnes i tabellen (deloppgave B).

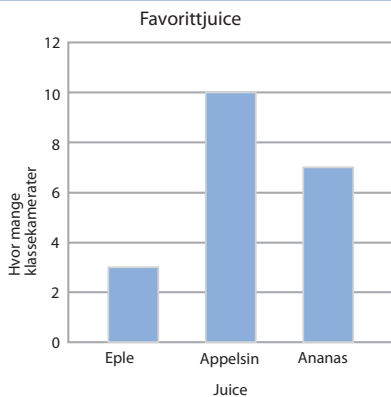
Oppgave 36 (4. trinn)

Dette er en relativt enkel flervalgsoppgave innenfor emneområdet Statistikk. Elevene skal finne ut hvilket av fire sektordiagrammer som gir den samme informasjonen som et gitt søylediagram. Riktig svar er alternativ B. Norge ligger like over det internasjonale gjennomsnittet, men noe lavere enn referanselandene, særlig Japan og Australia. Hele 95 prosent av japanske elever svarer riktig på denne oppgaven.

Som det tidligere er påpekt, er statistikk og tolkning av diagrammer sentrale temaområder i både L97 og K06. Det spesifiseres særlig at elevene skal arbeide med å tolke data og framstille søylediagram. Sektordiagram (kakediagram i oppgaveteksten) nevnes ikke eksplisitt for 4. trinn. Manglende erfaring med bruk av sektordiagram *kan* derfor være en medvirkende årsak til at norske elever ikke presterer bedre på denne konkrete oppgaven. Relativt til det internasjonale gjennomsnittet avviker imidlertid ikke Norges resultat for denne oppgaven nevneverdig fra liknende oppgaver innenfor emnet Statistikk.

3 Prestasjoner i matematikk

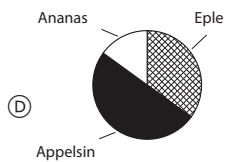
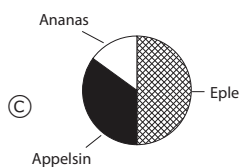
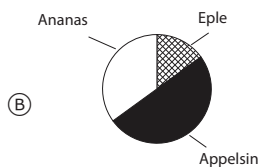
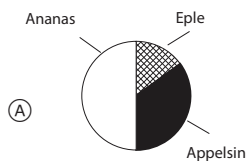
Figur 3.46 Oppgave i Statistikk med resultater for 4. trinn



Australia	82
Italia	74
Japan	95
Norge	69
Slovenia	70
Int.gj.snitt	66

Lena spurte de 20 klassekameratene sine om de likte appelsin-, eple- eller ananasjuice best. Hun viser resultatene i stolpediagrammet ovenfor.

Hun lagde også et kakediagram. Hvilket kakediagram viser de samme resultatene som stolpediagrammet?



3.4 Oppsummering

- Få eller ingen norske elever på 8. og 4. trinn når avansert kompetansenivå (høyeste nivå) i matematikk, og en relativt liten andel elever befinner seg på høyt kompetansenivå.
- En relativt stor andel norske elever på 8. og 4. trinn befinner seg på laveste kompetansenivå i matematikk. Mange elever ligger dessuten under det laveste definerte kompetansenivået.
- Det har vært en nedgang i andelen elever på de høyeste kompetansenivåene i Norge på 8. trinn i perioden fra 1995 til 2007, og en tilsvarende økning i andelen elever på laveste kompetansenivå og under.
- På 4. trinn er fordelingen av elever på kompetansenivåer i matematikk tilnærmet lik i 1995 og 2007.
- Norske elever presterer svakest på områdene Tall på 4. trinn og Algebra på 8. trinn. Prestasjonene på disse områdene er markert lavere enn internasjonalt skalert gjennomsnitt.
- Norske elever presterer relativt best på området Statistikk på 8. trinn, hvor de ligger omtrent på nivå med det internasjonalt skalerte gjennomsnittet.
- Norske elever synes å ha spesielt svake kunnskaper i *formell matematikk*. Det gjelder særlig regning med tall på 4. trinn og algebra på 8. trinn.
- Norske elever synes å gjøre det relativt best på oppgaver hvor man kan resonnerer seg fram til svaret uten å måtte bruke formell matematisk kunnskap.

4 Undervisning i matematikk

Ole Kristian Bergem og Liv Sissel Grønmo

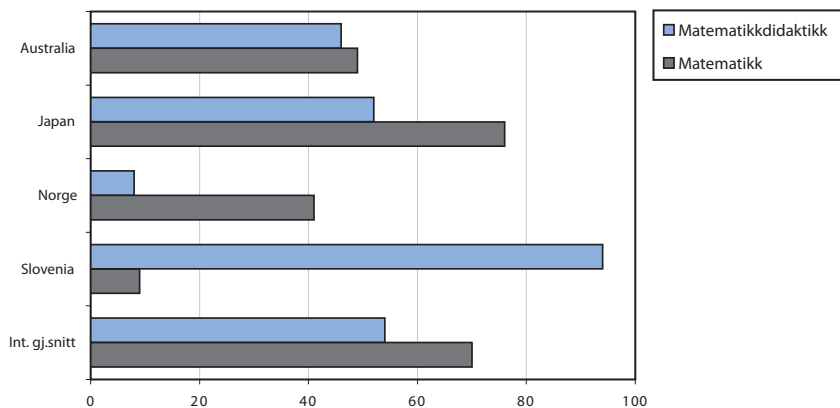
Både elevspørreskjemaene og lærerspørreskjemaene i TIMSS inneholder en rekke spørsmål om undervisning i matematikk. I dette kapittelet vil utvalgte deler av disse dataene bli analysert og kommentert. Svarene som elever og lærere har gitt, vil bli brukt til å belyse det som synes å karakterisere norsk matematikkundervisning i et internasjonalt perspektiv. Utviklingen fra TIMSS 2003 til TIMSS 2007 vil også bli kommentert, der hvor dette synes relevant.

4.1 Matematikklærernes kvalifikasjoner

Alle matematikklærerne på 8. trinn som hadde elever som deltok i TIMSS 2007, fikk spørsmål om hva deres høyeste utdanningsnivå var. Dersom de hadde cand.mag. eller høyere grad, ble de bedt om å oppgi om de hadde 20 vekttall (60 studiepoeng) eller mer i ett eller flere av områdene matematikk, matematikkdiraktikk, naturfag (biologi, fysikk, kjemi eller geofag), naturfagdidaktikk, pedagogikk eller «annet». Figur 4.1 viser prosentandelen matematikklærere på 8. trinn i Norge og våre fire referanseland som oppgir at de har fordypning i matematikk og/eller matematikkdiraktikk. 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 kapittelet. Flere steder brukes formuleringen «prosentandeler av lærerne». Helt presist menes her «vektet prosentandel».

4 Undervisning i matematikk

Figur 4.1 Prosentandelen av matematikklærerne på 8. trinn som oppgir at de har fordypning i matematikk og/eller matematikkdiraktikk

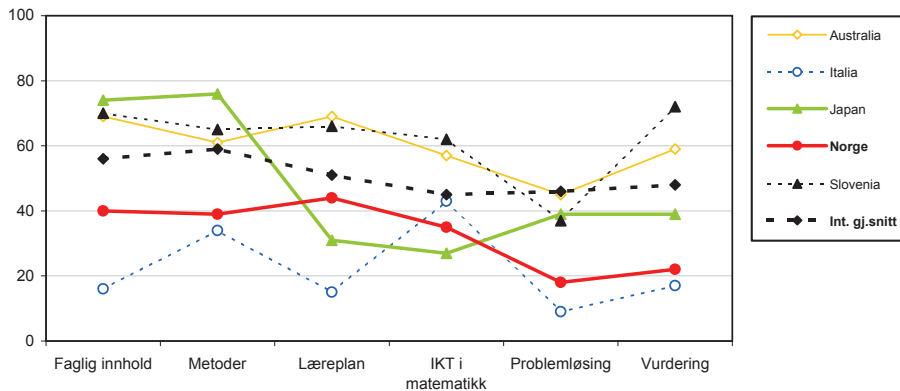


Som det framgår av figur 4.1, er det relativt store variasjoner mellom våre referanseland når det gjelder matematikklærernes faglige bakgrunn. Sammenliknet med det internasjonale gjennomsnittet kjennetegnes norske matematikklærere spesielt ved at en svært lav prosentandel har fordypning innenfor matematikkdiraktikk. Det er også relativt få som har fordypning i matematikk. Selv om disse prosentandelene er lavere enn man kunne ønske, er det grunn til å påpeke at begge disse prosentandelene har økt noe i forhold til TIMSS 2003. Som det har blitt poengtert i tidligere TIMSS-rapporter (Lie et al. 1997a; Grønmo et al. 2004), er det likevel fremdeles slik at det som synes å karakterisere norske matematikklærere på 8. trinn, er at de har et høyt generelt utdanningsnivå, men at de i liten grad har den ønskete fagspesifikke kompetansen. St.meld. nr. 31 (2007–2008) påpeker at det er en stor utfordring for Norge å utdanne nok kvalifiserte lærere i matematikk på alle nivåer ettersom det er et fag hvor lærerens kompetanse har særlig stor betydning for elevenes faglige utvikling. Det henvises til forskningsrapporter som dokumenterer dette (Falch & Naper 2008).

Spørsmål om faglig fordypning ble ikke stilt til lærere i Norge på 4. trinn, og vi har følgelig ikke data for dette i TIMSS 2007. Nasjonale data viser imidlertid at det er færre lærere på barnetrinnet enn på ungdomstrinnet som har faglig fordypning (St.meld. nr. 31, 2007–2008). Det samsvarer også med internasjonale data fra TIMSS som viser at matematikklærere på 4. trinn har mindre fagspesifikk utdanning enn de på 8. trinn.

Lærerne på både 4. og 8. trinn ble bedt om å svare på spørsmål knyttet til relevant etterutdanning. Figur 4.2 viser prosentandelen matematikklærere på 8. trinn som oppgir at de har deltatt i etter- og videreutdanning de siste to årene.

Figur 4.2 Prosentandelen av matematikklærerne på 8. trinn som oppgir at de har deltatt i etter- eller videreutdanning i ulike temaer de siste to årene

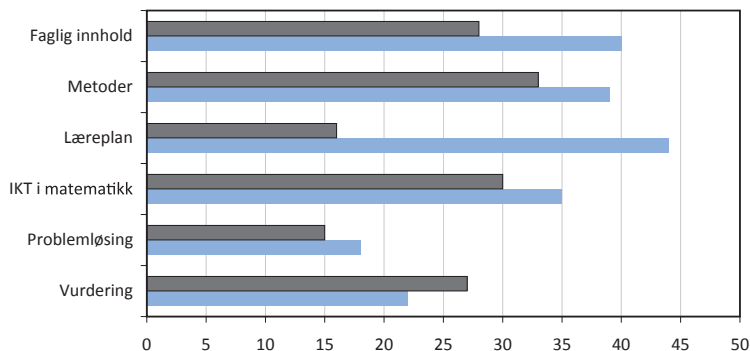


Sammenliknet med det internasjonale gjennomsnittet framgår det av figur 4.2 at norske lærere på 8. trinn i relativt liten grad deltar i etter- og videreutdanning som er relevant for matematikkundervisningen. Norge ligger under det internasjonale gjennomsnittet for alle emnene. Vi ligger nærmest det internasjonale gjennomsnittet for temaet «Læreplan», noe som trolig må ses i sammenheng med kursing i tilknytning til innføringen av Kunnskapsløftet, K06.

Dersom man sammenlikner norske matematikklæreres svar i 2007 med de tilsvarende for 2003 for dette temaet, finner man imidlertid at det har skjedd en positiv utvikling. Figur 4.3 viser en sammenlikning mellom 2003 og 2007 av prosentandelen norske matematikklærere på 8. trinn som oppgir at de har deltatt i etter- eller videreutdanning de siste to årene. Vi ser at flere norske matematikklærere på 8. trinn i 2007 gjennomgående oppgir at de har deltatt på slike kurs. Bare for emnet vurdering er prosentandelen noe lavere.

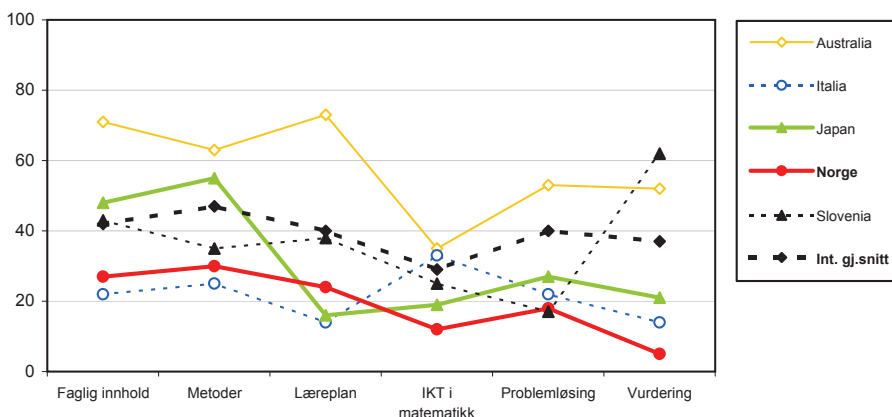
4 Undervisning i matematikk

Figur 4.3 Endring 2003–2007: Prosentandelen av norske matematikklærere på 8. trinn som oppgir at de har deltatt i etter- eller videreutdanning de siste to årene



Figur 4.4 viser prosentandelen matematikklærere på 4. trinn som oppgir at de har deltatt i etter- eller videreutdanning de siste to årene. Vi ser at bildet i 4. trinn jevnt over er det samme som for 8. trinn. Norge ligger betydelig under det internasjonale gjennomsnittet på alle emnene. Av figur 4.4 framgår det videre at Australia er det av referanselandene som utmerker seg ved å ligge over det internasjonale gjennomsnittet på alle emnene. Avstanden mellom Australia og Norge kan synes formidabel. Det skal likevel tillegges at det også for 4. trinn er slik at det for Norge har skjedd en positiv utvikling i perioden fra 2003 til 2007. Sammenliknet med 2003 oppgir flere norske matematikklærere på 4. trinn i 2007 at de har deltatt i denne typen etterutdanning de siste to årene. Likevel er det fremdeles et godt stykke opp til australsk nivå.

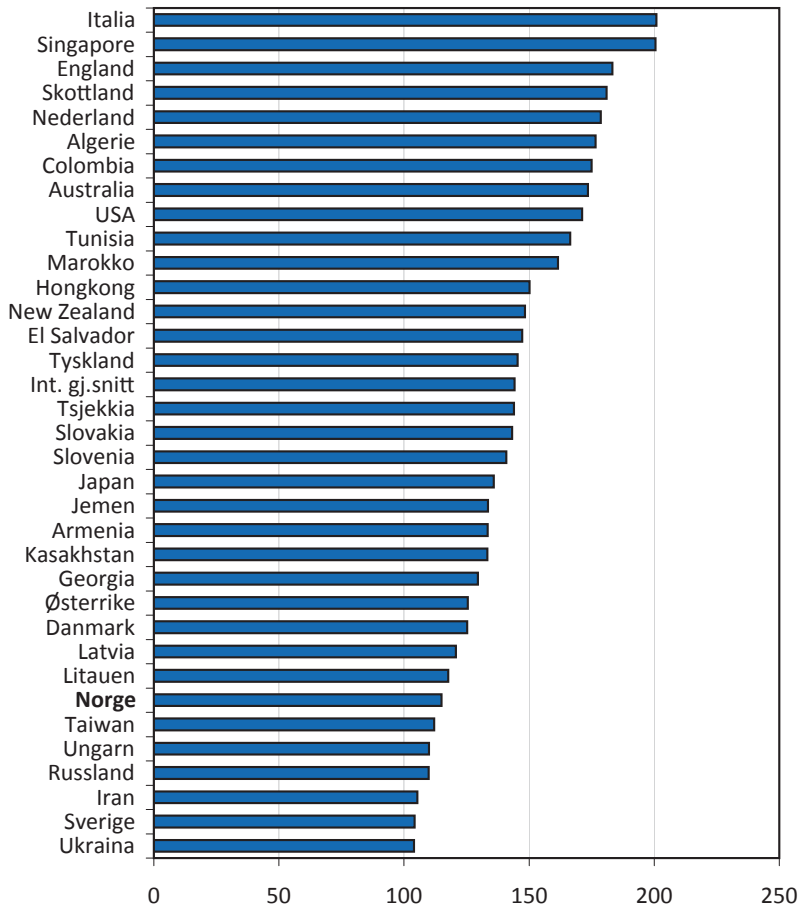
Figur 4.4 Prosentandelen av matematikklærerne på 4. trinn som oppgir at de har deltatt i etter- eller videreutdanning i ulike temaer de siste to årene



4.2 Tid til matematikk og vektlegging av ulike emneområder

Hvor mange undervisningstimer i matematikk som gis til elever på ulike årstrinn, varierer en del fra land til land. TIMSS-dataene for 2007 viser at Norge for 8. trinn ligger noe under det internasjonale gjennomsnittet. Figur 4.5 viser antallet matematikktimer per år på 4. trinn for alle land som deltok i TIMSS 2007 for denne populasjonen. Det framgår av figur 4.5 at Norge for 4. trinn ligger betydelig under det internasjonale gjennomsnittet. Bare seks av de trettitre andre landene som var med i TIMSS 2007 for 4. trinn, bruker færre timer per år på matematikk enn Norge.

Figur 4.5 Antall matematikktimer på 4. trinn



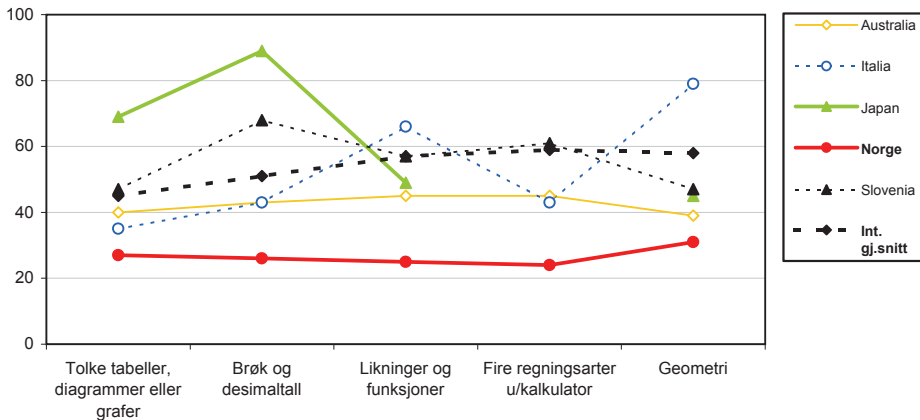
Elevene på 8. trinn fikk spørsmål om hvor ofte de arbeidet med følgende faglige emner i matematikktimene:

- 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 kalkulator.
- Vi løser oppgaver om geometriske former, linjer og vinkler.

Elevene ble bedt om å krysse av for ett av alternativene «Hver eller nesten hver time», «Omtrent halvparten av timene», «Noen timer» eller «Aldri». Ved å avdekke frekvensen av disse ulike aktivitetene får man et inntrykk av hva som anses som viktig i matematikkundervisningen på 8. trinn.

Figur 4.6 viser prosentandelen elever som svarte «Hver eller nesten hver time» eller «Omtrent halvparten av timene». (Data for Japan mangler for ett av emnene.) Det mest påfallende ved denne figuren er at Norge ligger desidert lavest på alle de aktuelle emneområdene. Hvordan dette skal tolkes, kan synes noe problematisk. Varieres undervisningen mer i Norge enn i andre land, slik at man i liten grad arbeider med de samme faglige emnene i halvparten av timene eller oftere? Er det slik at man i andre land i større grad prioriterer å arbeide jevnlig med sentrale temaområder i matematikk? I forrige TIMSS rapport (Grønmo et al. 2004) ble det særlig pekt på at det kunne synes noe overraskende at Norge også lå lavt på emnet «Tolke tabeller, diagrammer eller grafer», ettersom dette var et målområde det ble lagt stor vekt på i L97. Fremdeles ser vi at det ikke later til at det arbeides mer med dette emnet i Norge enn i andre land, tvert imot ligger vi lavt også her sammenliknet både med våre referanseland og med det internasjonale gjennomsnittet.

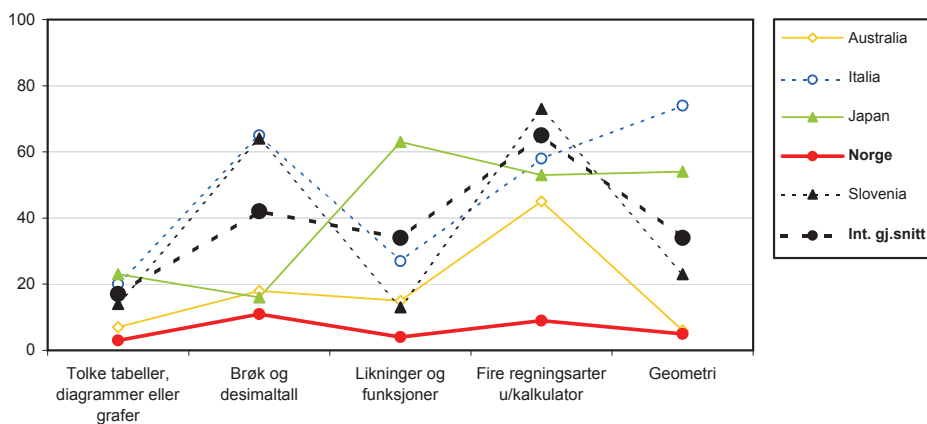
Figur 4.6 Elevenes syn på hvor ofte det arbeides med ulike faglige emner i matematikktimene på 8. trinn. Prosentandelen av elevene som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere



Lærerne på 8. trinn fikk de samme spørsmålene som elevene om denne tematikken. Figur 4.7 viser prosentandelen lærere som svarer «Hver eller nesten hver time» eller «Omtrent halvparten av timene» på disse spørsmålene. Vi ser at profilen for Norge samsvarer godt med den som ble utarbeidet på bakgrunn av det elevene rapporterte, noe som bidrar til å styrke påliteligheten til funnene våre. Hovedforskjellen synes å være at vi her ligger enda lavere, og at avstanden til det internasjonale gjennomsnittet er større på de fleste områdene. Særlig må forskjellen innenfor emnet «Vi øver oss på å legge sammen, trekke fra, gange og dele tall uten å bruke kalkulator» (i diagrammet: Fire regningsarter u/kalkulator) sies å være oppsiktsvekkende stort. Mens det internasjonale gjennomsnittet er 65 prosent, ligger Norge på 9 prosent! Vi har andre spørsmål i TIMSS som er knyttet til frekvensen for bruk av kalkulator på 8. trinn, og disse indikerer at norske elever i et internasjonalt perspektiv bruker kalkulator mye og ofte. Det er bare i noen få land at kalkulator benyttes mer enn hos oss. Det kan være noe av grunnen til at vi ligger så lavt på «Fire regningsarter u/kalkulator».

4 Undervisning i matematikk

Figur 4.7 Lærernes syn på hvor ofte det arbeides med ulike faglige emner i matematikktimene på 8. trinn. Prosentandelen av lærerne som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere



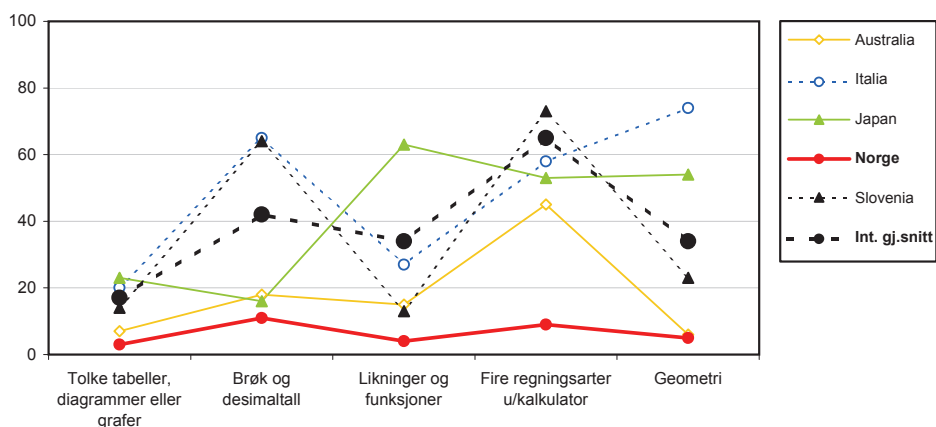
Grønmo (2005) karakteriserer grunnleggende tallforståelse som et viktig fundament i matematikk. Hun påpeker at dersom den generelle tallforståelsen er mangelfull, vil elevene kunne få problemer med å utvikle sin forståelse også innenfor andre matematiske områder. I Norge har man åpenbart valgt en annen linje enn i mange andre land når det gjelder trening på de fire regningsartene. Mens mye av denne treningen i andre land foregår uten bruk av kalkulator, viser våre data at norske elever får lite trening i å utvikle sine regneferdigheter *uten* bruk av dette tekniske hjelpemidlet.

Også elevene på 4. trinn ble spurt om hvor ofte de arbeidet med ulike emner i matematikk. Her var alternativene følgende:

- 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 kalkulator.
- Jeg måler ting i klasserommet og rundt omkring på skolen.
- Jeg lærer om figurer slik som sirkler, trekkanter, rektangler og terninger.

Svaralternativene på 4. trinn var også knyttet til frekvens, og elevene ble bedt om å krysse av for ett av alternativene «Hver eller nesten hver time», «Omtrent halvparten av timene», «Noen timer» eller «Aldri». Figur 4.8 viser prosentandelen elever på 4. trinn som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere.

Figur 4.8 Elevenes syn på hvor ofte det arbeides med ulike faglige emner i matematikktimene på 4. trinn. Prosentandelen av elevene som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere



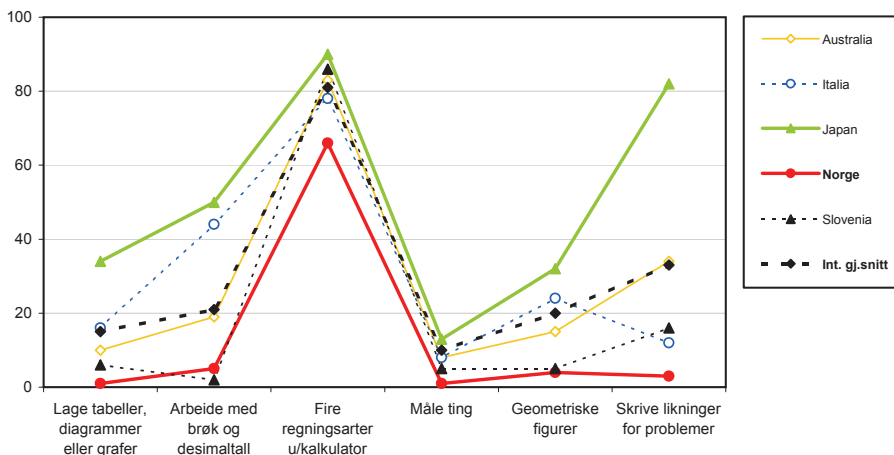
Selv om norske elever på 4. trinn i større grad enn elever på 8. trinn gir uttrykk for at noen emner tas opp relativt ofte, ligger vi under det internasjonale gjennomsnittet på alle emneområdene også her. Vi ser i tillegg at et høytpresterende land som Japan, og også Australia, ligger over Norge på alle de angitte emnene. Dette trekket bekreftes ytterligere dersom vi går til lærerdataene. Lærerne på 4. trinn fikk de samme spørsmålene som elevene om hvor ofte det arbeides med ulike faglige emner i matematikktimene, og de fikk de samme svaralternativene. Figur 4.9 viser prosentandelen lærere på 4. trinn som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere. Vi ser at lærersvarene i stor grad samsvarer med elevenes rapportering, og de styrker dermed våre funn. Det er bare emnet «Fire regningsarter u/kalkulator» som synes å bli behandlet ofte i Norge, men selv her ligger vi godt under referanselandene våre og det internasjonale gjennomsnittet. På alle de andre emneområdene ligger Norge svært lavt, noe som indikerer at disse emnene ikke behandles ofte på dette trinnet i norsk skole. Lærerdataene viser for øvrig enda tydeligere enn elevdataene at «Fire regningsarter u/kalkulator» er det området som blir prioritert høyest i samtlige referanseland.

Det er for øvrig interessant å merke seg at man i Japan og Australia allerede på 4. trinn bruker mye tid på å utforske hvordan man kan «Skrive likninger for problemer», eller med andre ord hvordan man kan uttrykke problemer gjennom likninger. Dette må kunne sies å være relativt avansert matematikk på 4. trinn, og sett ut fra et norsk perspektiv er det vel nærmest

4 Undervisning i matematikk

oppsiktsvekkende at over 80 prosent av lærerne i Japan avsetter tid til dette i minst halvparten av matematikktimene allerede på 4. trinn. Vi ser i tillegg at Japan ligger over det internasjonale gjennomsnittet for alle emneområdene. Det tyder på at man i Japan på 4. trinn anser det som viktig å arbeide ofte med visse sentrale matematiske temaer.

Figur 4.9 Lærernes syn på hvor ofte det arbeides med ulike faglige emner i matematikktimene på 4. trinn. Prosentandelen av lærerne som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere



Det karakteristiske for norsk matematikkundervisning både på 8. og 4. trinn er altså at man i liten grad synes å arbeide jevnlig med de emnene som her er omtalt. Bare det å arbeide med de fire regningsartene uten bruk av kalkulator på 4. trinn forekommer ofte. Funnene styrkes av at rapporteringen fra elever og lærere i store trekk stemmer overens. Det samsvarer også godt med funn fra TIMSS 2003 (Grønmo et al. 2004).

4.3 Organisering og arbeidsmåter i matematikkundervisningen

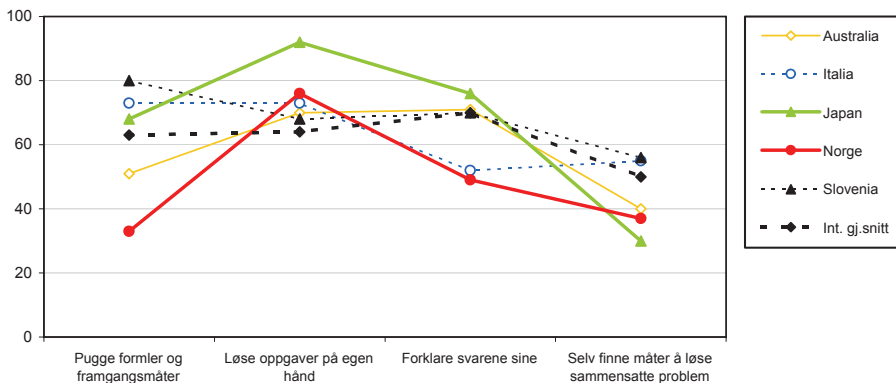
Elevene på 8. trinn ble bedt om å besvare spørsmål om hvor ofte ulike typer arbeidsmåter ble benyttet i matematikk. Alternativene var også her «Hver eller nesten hver time», «Omtrent halvparten av timene», «Noen timer» eller «Aldri». Spørsmålene var knyttet til følgende kategorier:

- Vi løser oppgaver på egen hånd.
- Vi forklarer svarene våre.

- Vi pugger formler og framgangsmåter.
- Vi finner selv måter å løse et sammensatt problem på.

Figur 4.10 viser prosentandelen elever på 8. trinn som svarer at de gjør dette omtrent halvparten av timene eller oftere. Vi ser at Norge ligger under det internasjonale gjennomsnittet på alle disse områdene, bortsett fra når det gjelder å løse oppgaver på egen hånd. At dette er en hyppig brukt arbeidsform i matematikk, både i Norge og i andre land, er ikke overraskende. Så vel kvantitative som kvalitative klasseromsstudier har rapportert om at mye av matematikktimene på skolen blir brukt til individuell oppgaveløsning (Stodolsky 1988; Alseth, Breiteig & Brekke 2003; Bergem 2008).

Figur 4.10 Elevenes syn på hvor ofte ulike arbeidsmåter benyttes i matematikktimene på 8. trinn. Prosentandelen av elevene som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere



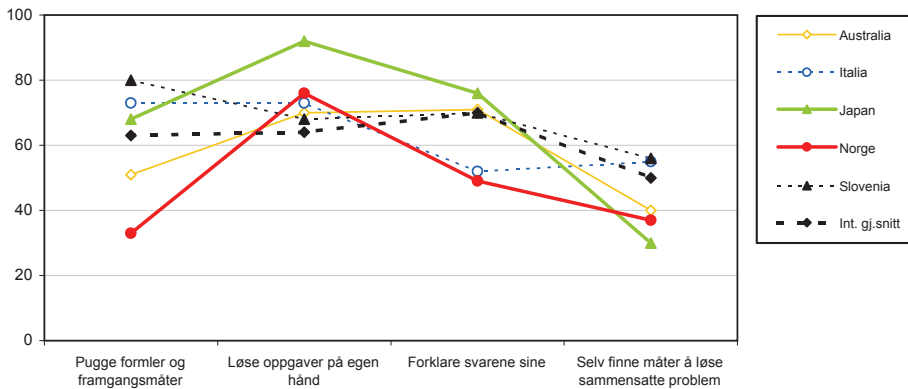
Figur 4. 10 viser at Norge ligger spesielt lavt på «Pugge formler og framgangsmåter». Dette er altså en arbeidsmåte som later til å bli relativt lite brukt i norske klasserom på dette trinnet. Selv om «puggeskolen» er et svært negativt ladet begrep i norsk skoledebatt, ikke minst takket være Kiellands levende skildringer av latinerskolen på slutten av 1800-tallet, er det grunn til å påpeke at det å automatisere visse ferdigheter i matematikk kan være hensiktsmessig i forhold til å utvikle sin kompetanse i faget. Det å kunne beherske multiplikasjonstabellen vil for eksempel være en forutsetning for effektivt å kunne utføre overslag. Likeledes er det blitt argumentert for at man ved å automatisere visse ferdigheter frigjør kognitiv kapasitet som kan brukes til å løse mer avanserte matematiske problemer (Schoenfeldt 1992, Björkquist

2001, Grønmo 2005). I kapittel 3 så vi flere eksempler på at norske elever skåret lavt på oppgaver som krevde at man behersket visse matematiske algoritmer, for eksempel innen emneområdene algebra og tallregning. Dette kan muligens henge sammen med at det å «pugge formler og framgangsmåter» prioriteres lavt i norske klasserom.

Det å forklare svarene sine blir innenfor matematikkdiraktisk litteratur ofte beskrevet som en arbeidsmåte som kan bidra til å generere økt matematisk forståelse for elevene (Cobb et al. 1997; Cobb, Yackel & McClain 2000). At Norge på dette området ligger betydelig under det internasjonale gjennomsnittet, kan synes lite ønskelig. Det kan være ulike årsaker til at norske elever i liten grad gis anledning til å forklare svarene sine i matematikk. Klette (2007) påpeker for eksempel at bruk av arbeidsplaner kan synes å lede til at skriftlig skolearbeid prioriteres på bekostning av muntlige aktiviteter, og at det kollektive rommet bygges ned som en følge av vektleggingen av individuelle, skriftlige arbeidsoppgaver. Bergem (2008) hevder i forlengelsen av dette at utbredt bruk av studie-/veiledningstimer gjør at det blir mindre tid til rådighet for det enkelte fag, ettersom for eksempel matematikk må «gi» timer til potten som brukes til studie-/veiledningstimer. Dette kan føre til at det blir større press på den resterende tiden som disponeres til matematikkfaget, og at tradisjonell teoretisk gjennomgang av nytt stoff prioriteres. Det avtegner seg slik et bilde av norsk matematikkundervisning som i stor grad begrenser seg til teoretisk gjennomgang kombinert med individuell oppgaveløsning. Konsekvensen av dette kan bli at lite tid settes av til muntlige aktiviteter som for eksempel det å forklare svarene sine. Bergem (2008) peker i tillegg på at liten variasjon i undervisningsmetodene kan gjøre matematikktimene monotone og forutsigbare, noe som kan virke demotiverende for mange elevers arbeidslyst i faget. Senere i dette delkapittelet presenteres flere TIMSS-data som viser at individuelt arbeid synes å bli høyt prioritert i norske matematikklasserom.

Også elever på 4. trinn ble bedt om å svare på spørsmål knyttet til frekvens av arbeidsmåter i matematikk, og figur 4.11 viser prosentandelen av elever som svarte omtrent halvparten av timene eller oftere på de angitte emnene. Selv om prosentandelene for de ulike kategoriene for Norges del skiller seg noe fra de vi så for 8. trinn, er det også åpenbare likheter. Vi ligger nær det internasjonale gjennomsnittet for kategorien «Løse oppgaver på egen hånd», mens vi ligger lavere enn det internasjonale gjennomsnittet, og også under alle våre referanseland, på de to andre emnene.

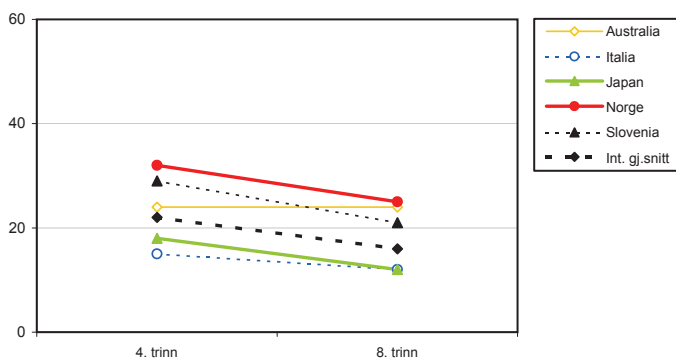
Figur 4.11 Elevenes syn på hvor ofte ulike arbeidsmåter benyttes i matematikktimene på 4. trinn. Prosentandelen av elevene som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere



Det har i den senere tid blitt hevdet av skoleforskere at utbredt bruk av arbeidsplaner kan synes å lede til en økning i tiden som benyttes til individuelt arbeid (Klette 2007; Bergem 2008). Selv om utformingen av en arbeidsplan kan variere noe fra skole til skole, kan den defineres som et dokument som beskriver hva elevene skal gjøre i de forskjellige fagene i løpet av en periode på to til tre uker (Klette 2007). Elevene bestemmer så i stor grad selv når, hvor og eventuelt med hvem de vil gjøre det forventede arbeidet. I TIMSS finnes ingen spørsmål knyttet til bruk av arbeidsplan, men dataene gir mulighet til å undersøke hvor mye tid som samlet brukes på individuelt arbeid i ulike land i matematikk (og naturfag). Lærere både på 4. og 8. trinn ble bedt om å anslå hvor stor prosent av tiden elevene bruker på ulike aktiviteter, inkludert individuelt arbeid med og uten støtte fra lærer. Figur 4.12 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. Legg merke til at den vertikale akse bare går fra 0 til 60 prosent, og at disse dataene er hentet fra lærerspørreskjemaet.

4 Undervisning i matematikk

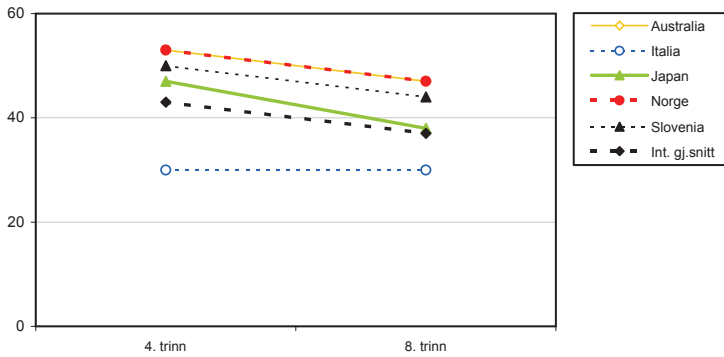
Figur 4.12 Hvor stor prosent av matematikktimene elevene på 4. og 8. trinn bruker på å arbeide med oppgaver på egen hånd, uten veiledning fra lærer. Hentet fra lærerspørreskjemaet



Av figur 4. 12 framgår det at det i alle referanselandene, bortsett fra Australia, brukes mer tid til denne typen arbeid på 4. trinn enn på 8. trinn. Vi ser også at Norge er det landet hvor det prosentvis brukes mest tid til å arbeide på egen hånd, uten støtte fra lærer. Norge ligger over det internasjonale gjennomsnittet for både 4. og 8. trinn, og høyere enn alle referanselandene.

Lærerne ble også bedt om å angi hvor stor prosentandel 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 4.13 viser nettopp dette, altså hvor stor prosentandel 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 4.13 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 4.13 viser at det brukes relativt mye tid til individuelt arbeid i matematikk i norsk skole, både på 4. og 8. trinn. Norge ligger over det internasjonale gjennomsnittet og også over alle referanselandene, bortsett fra Australia som er på samme nivå som oss. En nøyere gjennomgang av TIMSS-dataene viser at det bare er Sverige som prosentvis bruker mer tid til individuelt arbeid i matematikk enn Norge på begge trinnene. I grunnskolen i Sverige anender man en arbeidsmåte som kalles «eget arbete» (Carlgren 1988; Österlind 1998, 2005; Eriksson 2007). Denne arbeidsmåten har mange fellestrekk med arbeidsplanmetodikken som etter hvert er blitt utbredt i Norge. «Eget arbete» bygger på de samme prinsippene som den norske arbeidsplanmetodikken, men svenske elever er i større grad enn norske elever selv 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 imidlertid synes som om denne metodikken fører til at individuelt arbeid blir prioritert, på bekostning av kollektive arbeidsformer som for eksempel klassesamtaler og gruppearbeid. I relasjon til moderne læringsteori 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 velegnete arbeidsmåter for å stimulere elevers aktive bruk 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.»

Ensidig bruk av såkalt kateterundervisning, eller lærersentrert undervisning, har blitt kraftig kritisert fra mange hold. Kritikken går blant annet på at denne undervisningsmåten er lite egnet til å stimulere elevers begrepslæring, og at den generelt leder til en passiv elevrolle (Lundgren 1979; Goodlad 1984; Cuban 1993). Det kan synes som om tradisjonell kateterundervisning nå i stor grad er blitt erstattet av individuelt arbeid. Ensidig bruk av denne arbeidsformen blir imidlertid også ansett for å være problematisk for elevenes læring i matematikk. Flere matematikkdiraktiske læringsteoretikere understreker at dersom den enkelte elev skal kunne lykkes i å utvide sin matematiske begrepsforståelse, må han/hun gis anledning til å delta i kollektive samtaler, organisert ut fra grupper eller hel klasse, hvor begrepenes innhold diskuteres (Greeno 1991; Bauersfeld 1995; Cobb, Yackel & McClain 2000). Læreren vil da ha en svært viktig rolle gjennom å sørge for at de faglige samtalene i klasserommet knyttes an til den etablerte matematiske diskursen. Dette innebærer selvsagt ikke at all undervisning i matematikk bør vies til klasseromsdiskusjoner. Ferdighetstrening og individuelt «strev» med oppgaver vil alltid ha sin plass innenfor matematikkfaget. En praksis som innebærer en for ensidig prioritering av individuelt arbeid, vil imidlertid kunne føre til en underbruk av det naturlige læringsfellesskapet som klassen utgjør, og gi elevene liten trening i å kommunisere sin matematiske forståelse til andre. I tillegg vil en slik praksis kunne redusere lærerens muligheter til å korrigere elevenes eventuelle misoppfatninger eller mangelfulle begrepsforståelse som lett kan utvikles når elevene blir overlatt til seg selv. Dysthe (2007) gir uttrykk for liknende synspunkter ved å hevde at en av de største utfordringene for lærere i dag er å balansere fellesskapsbaserte og individuelle arbeidsformer i klasserommet. Hun uttrykker stor skepsis til individualiseringspedagogikken som svaret på utfordringen om tilpasset opplæring, og hun mener dette vil kunne medføre et dårligere læringstilbud for de fleste elever. Dette temaet vil bli drøftet videre i kapittel 9.

TIMSS-dataene som har blitt analysert i delkapitlene 4.2 og 4.3, tyder på at vi i norsk skole har store utfordringer knyttet til det å variere undervisningsmetodene og undervisningsinnholdet i matematikktimene. I Norge brukes en høy prosentandel av tiden som er avsatt til matematikk, til individuelt arbeid, særlig brukes mye tid til «individuelt arbeid uten veiledning fra lærer» (figur 4.12), og få temaer blir behandlet i halvparten av timene eller oftere (figur 4.6, 4.7, 4.8 og 4.9). Som tidligere påpekt vil monotone arbeidsformer, for eksempel utelukkende teoretisk gjennomgang og individuell oppgaveløsning, kunne virke demotiverende på mange elever og generelt skape uvilje mot det å arbeide med matematikkfaget. Motivasjon er et viktig aspekt ved læring, noe som også understrekes i forordet til Kunnskapsløftet (K06): «Motivasjonen og lysta til å lære kan vere avgjerande for om ein lykkast eller ikkje. Derfor må elevane oppmuntras til aktiv deltaking i sitt og andres læringsarbeid.»

4.4 Bruk av kalkulator

Lærerne på både 4. og 8. trinn fikk spørsmål knyttet til bruk av kalkulator i matematikktimen. Av svarene framgår det, ikke overraskende, at kalkulator i de fleste land benyttes oftest på 8. trinn. Derfor presenteres her hovedsakelig diagrammer som viser hvordan kalkulator benyttes på dette trinnet.

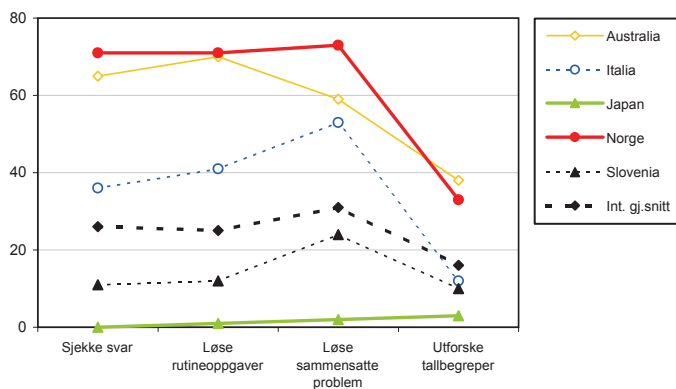
Figur 4.14 viser prosentandelen lærere på 8. trinn som oppgir at elevene bruker kalkulator i omtrent halvparten av timene eller oftere til ulike oppgavetyper og formål. Vi ser at det er store forskjeller mellom referanselandene. Norske og australske elever bruker åpenbart oftest kalkulator. Japanske elever, derimot, synes i en langt mer beskjeden grad å bruke dette tekniske hjelpemidlet.

Bruk av kalkulator har blitt flittig debattert så vel internasjonalt som nasjonalt og både i fagdidaktiske, akademiske miljøer og blant matematikklærere i skolen. Her i Norge har for eksempel Tangenten, som er et tidskrift for matematikkundervisning, viet et helt nummer til ulike innspill om kalkulatorbruk (2001/4). I L97 er det formuleringer om bruk av kalkulator, eller lommeregner, i tilknytning til målene for matematikkundervisningen på småskoletrinnet, mellomtrinnet og ungdomstrinnet. Det understrekes blant annet at elevene skal bli fortrolig med å bruke kalkulator og etter hvert også lære å vurdere hvilke hjelpemidler som er egnet i den enkelte situasjon. Bruken av kalkulator knyttes i tillegg til trening og utvikling av hoderegning og

4 Undervisning i matematikk

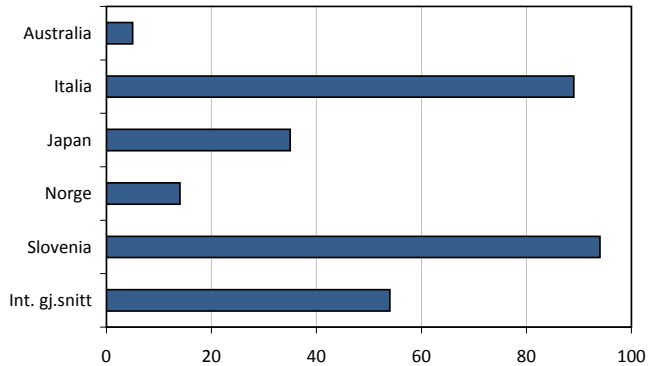
overslag og til det å kunne vurdere rimelig presisjonsnivå. Også i K06 blir det understreket at elevene skal kunne bruke kalkulator til å gjøre beregninger. Det at kalkulator benyttes flittig i norsk skole, må derfor i utgangspunktet anses for å være i tråd med intensjonene i våre læreplaner. Likevel kan det stilles spørsmålstegn ved om bruk av kalkulator i for stor grad er i ferd med å erstatte innlæring av manuelle regneferdigheter, som for eksempel trening på de fire regningsartene. Denne typen ferdigheter vil være helt avgjørende for elevenes evne til å utføre overslag og for deres mulighet til å kunne vurdere rimeligheten av de svarene de får ved å bruke kalkulator. Dette er kompetanser som verdsettes høyt i Kunnskapsløftet som en vesentlig del av det å ha grunnleggende ferdigheter i faget.

Figur 4.14 Lærernes syn på hvor ofte elevene bruker kalkulator til ulike aktiviteter i matematikktimene på 8. trinn. Prosentandelen av lærerne som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere



Også lærere på 4. trinn fikk spørsmål knyttet til elevenes bruk av kalkulator. Et av spørsmålene som ble stilt, var følgende: Får elevene i TIMSS-klassen lov til å bruke kalkulator i matematikktimen? Figur 4.15 viser prosentandelen lærere som krysset av for «Nei, kalkulator er ikke tillatt».

Figur 4.15 Prosentandelen av lærerne på 4. trinn som oppgir at bruk av kalkulator ikke er tillatt i matematikktimene



Det framgår av figur 4.15 at det er store forskjeller mellom referanselandene. Mens det i Slovenia og Italia stort sett ikke er lov å bruke kalkulator i matematikktimene på 4. trinn, er det motsatte tilfellet i Australia og Norge. I de to sistnevnte landene synes denne typen restriksjoner å være heller uvanlig. Figur 4.15 indikerer altså et svært sprikende syn mellom landene på verdien av å bruke kalkulator på dette trinnet.

Til slutt bør det nevnes at i TIMSS 2007 var bruk av kalkulator tillatt for elevene på 8. trinn, men ikke for elevene på 4. trinn.

4.5 Matematikk knyttet til dagliglivet

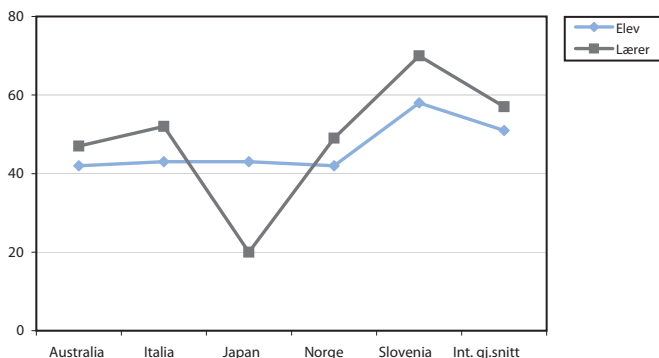
Å knytte matematikk til dagliglivet er et perspektiv på faget som har blitt framhevet i langt sterkere grad de siste tiårene enn tidligere. Dette kommer til uttrykk i læreplaner i mange land, ikke minst de nordiske (Grønmo et al. 2004). «Matematikk i dagliglivet» er det første målområdet i L97. Det er ikke et faglig emne i tradisjonell forstand, men det gir matematikkfaget «en sosial eller kulturell forankring og skal særlig ivareta det brukerorienterte aspektet» (L97). Matematikkfaget i skolen knyttes altså i L97 særlig til den typen kompetanse elevene trenger for å løse problemer i samfunnslivet og i dagliglivet. I K06 er «Matematikk i dagliglivet» ikke lenger et av hovedområdene, men man finner referanse til dagliglivet både i beskrivelsen av de grunnleggende ferdighetene i faget og i de spesifikke kompetansemålene på de ulike årstrinnene. Likeledes er det grunn til å påpeke at dette nytteaspektet ved faget er framtrедende i rammeverkene til flere av de store internasjonale

4 Undervisning i matematikk

komparative studiene som omhandler realfag, ikke minst i PISA (Lie et al. 2001; Kjærnsli et al. 2004, 2007).

Både elever og lærere ble i de respektive spørreskjemaene i TIMSS 2007 bedt om å svare på hvor ofte det som blir tatt opp i matematikktimene, knyttes til dagliglivet. Figur 4.16 viser hva elever og lærere svarte på dette spørsmålet i Norge og i referanselandene.

Figur 4.16 Hvor vanlig det er å knytte det som læres i matematikk på 8. trinn, til dagliglivet. Prosentandelene av elevene og lærerne som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere



Vi ser av figur 4.16 at det i de fleste land er en høyere prosentandel lærere enn elever som oppgir at matematikken knyttes til dagliglivet i halvparten av timene eller oftere. I Norge er det også en litt høyere prosentandel lærere enn elever som oppgir dette, men differansen er relativt liten.

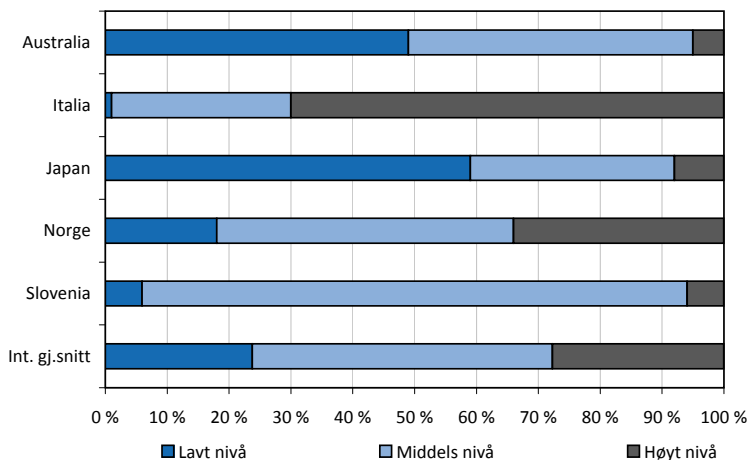
4.6 Lekser i matematikk

Man har i TIMSS undersøkt hvor stor vekt det legges på lekser i de ulike landene, og hvordan leksene følges opp av lærerne. Selve begrepet «lekser» er langt fra uproblematisk, ettersom det kan ha noe ulikt innhold fra land til land. For eksempel vil bruken av arbeidsplaner i Norge, omtalt i kapittel 4.3, gjøre at skillet mellom det som skal gjøres på skolen, og det som er «hjemmel lekser», blir utydelig. Leksebegrepet vil derfor ikke lenger være like treffende som en karakteristikk av en bestemt del av elevenes arbeid. Når det er sagt, viser klasseromsstudier at uttrykket «å gjøre lekser» fremdeles benyttes ofte av lærere og elever (Bergem 2008), men det kommer muligens av mangel på

mer treffende betegnelser. Resultatene som nå presenteres, bør til en viss grad vurderes i lys av de reservasjonene som er uttrykt her.

I TIMSS har man beregnet en samlevariabel 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 i 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 i omtrent halvparten av timene eller mindre. Et middels nivå indikerer alle andre mulige kombinasjoner av svar. Resultater for Norge og referanselandene er gitt i figur 4.17. Vi ser at Japan og Australia skiller seg ut som de referanselandene hvor dataene tyder på at det blir gitt minst lekser i matematikk. Norges profil ligger relativt nær det internasjonale gjennomsnittet.

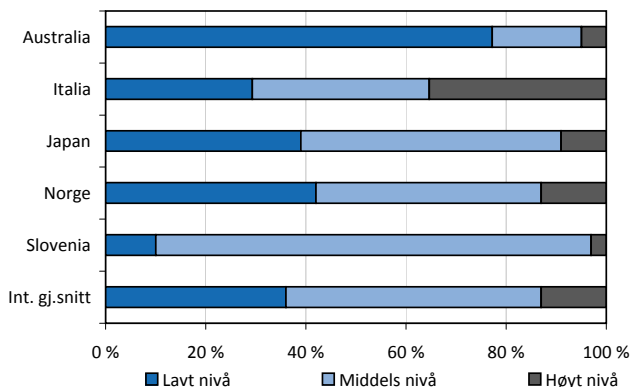
Figur 4.17 Omfang av lekser i matematikk på 8. trinn.
Prosentandeler av lærerne som svarer i ulike kategorier



Figur 4.18 viser tilsvarende data for 4. trinn. Bildet som avtegner seg på 4. trinn, er at det her stort sett gis noe mindre lekser. Unntaket er Japan, hvor det gis noe mer lekser. Australia skiller seg markert ut som et land hvor det gis spesielt lite lekser på dette trinnet. Også for 4. trinn er Norges profil nær det internasjonale gjennomsnittet.

4 Undervisning i matematikk

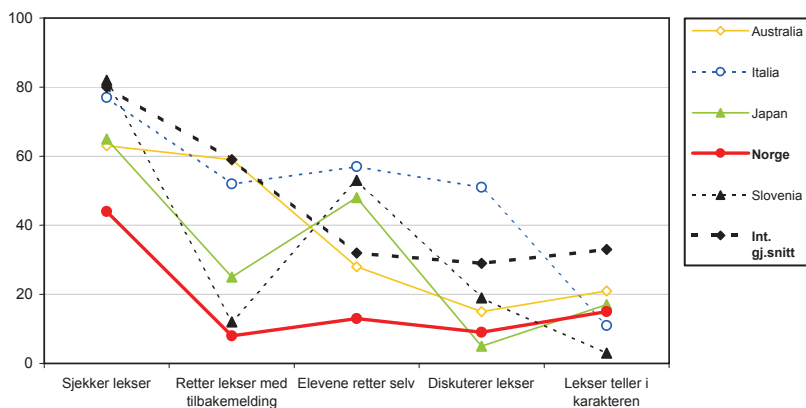
Figur 4.18 Omfang av lekser i matematikk på 4. trinn. Prosentandeler av lærerne som svarer i ulike kategorier



Vi har nå sett på hvordan lekser vektlegges i matematikk på 4. og 8. trinn. Det neste som vil bli presentert og kommentert, er lærersvar som uttrykker hvordan det arbeides med leksene i undervisningen. Her er spørsmålet som ble stilt til lærerne på 8. trinn: 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

Figur 4.19 Anvendelser av lekser i matematikk på 8. trinn. Prosentandeler av lærerne som oppgir at aktiviteten foregår omtrent halvparten av timene eller oftere



Av figur 4.19 framgår det at referanselandene innbyrdes har relativt ulike profiler. Norge ligger klart under det internasjonale gjennomsnittet på alle områdene. Særlig ligger vi langt under det internasjonale gjennomsnittet for «Sjekker lekser» og «Retter lekser med tilbakemelding». Hvorfor vi her ligger så lavt, er vanskelig å vurdere, men i forhold til TIMSS 2003 kan det konstateres at det nå er vesentlig flere norske lærere som oppgir at de ofte sjekker elevenes leksearbeid. Prosentandelen lærere som oppgir dette, har fra TIMSS 2003 til TIMSS 2007 steget fra 21 til 44, altså mer enn doblet seg! Dette er muligens et resultat av at flere forskningsrapporter har pekt på viktigheten av systematisk å følge opp elevenes eget arbeid (Klette 2004; Grønmo et al. 2004; Kjærnsli et al. 2004, 2007), og at det generelt har blitt et større fokus på dette i skolen. Uansett årsak velger vi å betrakte denne økningen som positiv, som en indikasjon på at det nå jobbes mer systematisk med leksearbeid/elevarbeid i matematikklasserommene i norsk skole.

4.7 Forstyrrende elevfaktorer i matematikkundervisningen

Lærerne på 8. trinn fikk spørsmål om i hvilken grad bestemte elevfaktorer begrenset deres undervisning i matematikk. Svaralternativene som ble gitt, var «Ikke relevant», «Ingen», «Liten», «Noen» og «Stor». Vi har valgt å presentere svarene på to av disse spørsmålene. Det ene spørsmålet er knyttet til uinteresserte elever, og det andre til elever som forstyrrer undervisningen. I tabell 4.1 vises prosentandelen lærere i referanselandene og i Norge som svarer «Noe» eller «Mye» på disse spørsmålene.

Tabell 4.1 I hvilken grad begrenser følgende faktorer etter din mening matematikkundervisningen på 8. trinn? Prosentandeler av lærerne som svarer «Mye» eller «Noe»

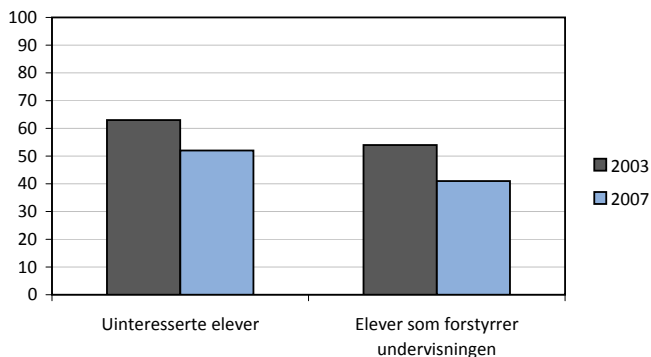
	Uinteresserte elever	Elever som forstyrrer undervisningen
Australia	56	46
Italia	81	68
Japan	29	11
Norge	52	41
Slovenia	47	55
Internasjonalt gjennomsnitt	58	45

Av tabell 4.1 framgår det at Norge ligger litt under det internasjonale gjennomsnittet for begge disse spørsmålene. Italia framstår som det av referanse-landene som tilkjennegir størst problemer i tilknytning til denne typen elev-faktorer, mens Japan later til å ha relativt små problemer på dette området.

Vi har også valgt å sammenlikne norske læreres svar på disse spørsmålene i TIMSS 2007 med de vi fikk i TIMSS 2003, for å se på eventuelle forskjeller. Resultatene er framstilt i figur 4.20. Gledelig nok ser vi at det er betydelig færre norske lærere i 2007 enn i 2003 som oppgir at undervisningen begrenses av de angitte elevfaktorene. I de nasjonale rapportene for PISA 2000/2003 (Lie et al. 2001; Kjærnsli et al. 2004) framkom det funn som viste at arbeidsmiljøet i norske klasserom var svært dårlig sammenliknet med andre land. Disse funnene ble betraktet for å være godt fundert ettersom de bygde på data fra spørreskjemaer til både elever og rektorer. Publiseringen av funnene vakte stor offentlig interesse og debatt, og det var bred enighet om at det var lite ønskelig at Norge toppet nettopp denne rangeringen. Nå viser altså TIMSS 2007-data at norske elever ikke «utmerker» seg på dette feltet. Det bør imidlertid presiseres at spørsmålene knyttet til arbeidsmiljø er ulikt formulert i PISA og TIMSS, og i tillegg besvares de av ulike aktører (elever og rektorer i PISA, lærere i TIMSS). Slik sett er det som måles, ikke helt det samme. Likevel velger vi å tolke figur 4.20 som et uttrykk for at oppmerksomheten omkring denne problematikken har båret frukter, at man på mange skoler har jobbet målbevisst med å forbedre arbeidsmiljøet, og at situasjonen har blitt betydelig bedre på dette området i løpet av de siste årene.

Figur 4.20 I hvilken grad begrenser følgende faktorer etter din mening matematikkundervisningen på 8. trinn?

Prosentandeler av norske lærere som svarer «Mye» eller «Noe»



4.8 Avslutning

I dette kapittelet har det blitt presentert resultater fra elev- og lærerspørreskjemaene i TIMSS relatert til matematikk. Det har særlig blitt lagt vekt på å drøfte en del karakteristiske trekk ved norsk matematikkundervisning på 4. og 8. trinn i et internasjonalt perspektiv. Resultatene kan punktvis oppsummeres slik:

- Norske matematikklærere på 8. trinn har et høyt generelt utdanningsnivå, men i mindre grad relevant fagspesifikk kompetanse. Andelen matematikklærere med fordypning i matematikk har økt noe i perioden fra 2003 til 2007.
- Norske matematikklærere deltar i liten grad i faglig relevant etter- og videreutdanning, men andelen norske matematikklærere på 8. trinn som oppgir at de har deltatt i denne typen etterutdanning de siste to årene, har økt i perioden fra 2003 til 2007.
- Norge ligger noe under det internasjonale gjennomsnittet når det gjelder antallet matematikktimer per år på 8. trinn. For 4. trinn ligger Norge betydelig under det internasjonale gjennomsnittet.
- Matematikkundervisningen i Norge synes å være preget av at elevene bruker mye tid på individuell oppgaveløsning, med eller uten veiledning fra lærer. Av TIMSS-dataene framgår det at omtrent en tredjedel av den totale tiden til matematikk på 4. trinn går med til oppgaveløsning *uten* veiledning fra lærer. Også på 8. trinn brukes mye tid til individuell oppgaveløsning. Sverige og Norge er de to landene hvor det prosentvis brukes mest tid til individuelt arbeid i matematikk.
- I mindre grad enn i våre referanseland arbeides det i norske klasserom ofte med sentrale matematiske emner.
- Norske elever på 8. trinn bruker i et internasjonalt perspektiv kalkulatorer mye og ofte.
- Matematikkundervisningen i Norge knyttes i noe mindre grad til dagliglivet enn det som er gjennomsnittet internasjonalt.
- Norge skiller seg lite fra det internasjonale gjennomsnittet når det gjelder vektlegging av lekser, men norske lærere retter og sjekker lekser i mindre grad enn i andre land. Prosentandelen norske lærere som oppgir at de ofte sjekker elevenes lekser, har imidlertid økt kraftig i perioden fra 2003 til 2007.

4 Undervisning i matematikk

- Prosentandelen norske lærere på 8. trinn som oppgir at undervisningen i matematikk begrenses av «uinteresserte elever» og «elever som forstyrrer undervisningen», er betydelig lavere i 2007 enn i 2003.

5 Et naturfagdidaktisk perspektiv på TIMSS

Jorun Nylén og Liv Sissel Grønmo

Her innledes naturfagdelen i TIMSS-boka, som består av tre kapitler. I dette kapittel-et tar vi for oss naturfagets plass i skolen, læringsteorier som har stått sentralt i naturfagdidaktikk, og mulige implikasjoner for undervisning. Rammeverket i naturfag i TIMSS blir sett i sammenheng med norske læreplaner, natur- og miljøfag i L97 og naturfag i K06. TIMSS har data på prestasjoner, holdninger og undervisning i skolen. Dataene gir grunnlag for å drøfte naturfagets stilling i et bredt perspektiv, nasjonalt så vel som internasjonalt.

5.1 Naturfagets plass i skolen

Hvorfor har naturfaget en plass i skolen? Hvorfor anses naturfag som så viktig at kunnskapene i faget testes «verden over»? Rammeverket til TIMSS 2007 (Mullis et al. 2005) presiserer nødvendigheten av å skille fakta fra fiksjon i informasjonssamfunnet. Naturfaglig kompetanse gir elevene grunnlag for å skille subjektive utsagn fra vitenskapelig dokumentasjon. Elevene skal – i større grad jo eldre de blir – ta ansvar for egne liv og egne valg. Derfor trenger de grunnleggende kunnskap om verden omkring seg. Naturfaget skal bidra med viktige byggesteiner til elevenes evne til å orientere seg og ta informerte avgjørelser.

Realfaglig kompetanse er en sentral del av grunnlaget for vår velstand (KD 2006b). Arbeidstakere i store deler av næringslivet trenger kunnskaper i matematikk og naturvitenskap, og slike kunnskaper er en forutsetning for å delta i et moderne samfunn. Videre er naturvitenskap en viktig del av vår kultur. Naturvitenskapens generelle betydning for samfunnsutviklingen framheves for eksempel i K06, der blant annet vern av naturressursene med

sikte på bærekraftig utvikling blir vektlagt. Naturvitenskapelig kunnskap bidrar også til å kunne ta begrunnede standpunkter i samfunnsspørsmål, og gir den enkelte mulighet for å kunne delta i demokratiske prosesser.

Naturfag i norsk skole er et felles fag for vitenskapsdisiplinene biologi, fysikk og kjemi. I naturfag i TIMSS inngår også geofag, som overlapper dels med naturfag, og dels med samfunnsfag (geografi) i norske læreplaner. Fagene mat og helse og kroppsøving inneholder også relevante kompetansemål for oppgavene i TIMSS. Å sammenlikne innhold og timetall i naturfag direkte mellom land er komplisert, siden innholdet kan være fordelt på ett eller flere fag i ulike land. I enkelte land inngår også emner fra enda flere fagdisipliner. Under L97 ble faget kalt *natur-* og *miljøfag*, men ved innføringen av K06 ble betegnelsen *naturfag*. Vi benytter betegnelsen naturfag i denne rapporten, med unntak av spesifikke referanser til den forrige læreplanen, L97.

I tillegg til emner fra vitenskapsdisiplinene skal naturfag gi en innføring i naturvitenskapelige arbeidsmetoder og tenkemåter: lage hypoteser og teste dem, undersøke og tolke data og lage teoretiske overbygninger som passer til empiriske funn. Vitenskapelige arbeidsmåter ses som en viktig side av skolefaget, og eksperimenter og ekskursjoner er oppført som sentrale elementer. Skolefaget omhandler også hvordan vitenskapen er i forandring, og hvordan nye oppdagelser endrer tidligere oppfatninger – enkelt sagt en innføring i hvordan naturvitenskapelig kunnskap blir til, en prosess som kan sies å være en form for interaksjon mellom virkeligheten og menneskets trang til forståelig struktur.

5.2 Undervisning i naturfag

Et utvalg læringsteorier som har hatt og har stor betydning i naturfagdidaktikken i Norge eller internasjonalt vil bli kort presentert i det følgende. Vi vil også trekke fram noen mulige implikasjoner for undervisningen.

Konstruktivism har stått sterkt i naturfagdidaktikken. Et underliggende premiss i konstruktivism er at læring er en aktiv prosess der elever forsøker å organisere og sette kunnskap i en sammenheng (Mayer 2004). Man kan si at elevene danner seg mentale representasjoner eller kognitive skjemaer.

Flere ulike perspektiver og retninger eksisterer innen konstruktivismen. Grønmo et al. (2004) har gitt en kort presentasjon av to hovedkategorier av konstruktivism, med utgangspunkt i Leach & Scott (2000). Den første hovedkategorien kalles iblant *personlig konstruktivism*, og den har et individuelt

syn på læring i naturfag. Teoriene i denne retningen har et kognitivt utgangspunkt, og ser på læring som endring i mentale strukturer hos enkeltindivider. Noen teorier retter søkelyset mot den enkelte elevs kognitive strukturer, andre mot hva som setter i gang endringer i strukturene. Sentrale begreper i denne retningen har vært *hverdagsforestillinger* og *konseptuell endring*.

Den andre hovedretningen kalles *sosialkonstruktivisme*. Denne retningen konsentrerer seg i større grad om *kontekst*, og den vektlegger læring i naturfag som en introduksjon til en *symbolsk verden*. Språket, gjerne muntlig argumentasjon, er viktig her. Videre legges det vekt på at elevens læring skal være noe mer enn en personlig empirisk tilnærming, og at den skal innebære en introduksjon til begreper og teorier som er etablert i naturvitenskapene. Innen sosialkonstruktivisme er det også utviklet kulturelle perspektiver på naturfagundervisning, og det anses som viktig å bevisstgjøre elevene på det spesielle ved naturvitenskapenes kultur (se for eksempel Grønmo et al. 2004; Sjøberg 2004).

En annen retning som har fått stor oppmerksomhet i de senere år, er *sosiokulturell læringsteori*. Denne retningen har mye felles med et sosialkonstruktivistisk syn: Læring ses som konstruert gjennom samhandling og ikke primært som individuelle prosesser (Dysthe 2007). Det legges vekt på at kunnskap ikke eksisterer i et vakuum, men er *situert* – det betyr at kunnskap alltid er vevet inn i en historisk og kulturell kontekst. Interaksjon og samhandling er grunnleggende i dette perspektivet på læring. Interaksjonsprosessene skjer ikke bare mellom mennesker, men også mellom mennesker og ting (som f.eks. en datamaskin eller en bok). En av opphavspersonene til tenkningen som ligger til grunn for det sosiokulturelle perspektivet, Lev Vygotskij, hevdet at høyere mentale funksjoner i individet har sin opprinnelse i sosialt samspill. Teoriene hans om «den nærmeste utviklingssonen» har fått stor betydning i pedagogikken: Enhver person har en utviklingssone på alle områder, der de ved hjelp av andre kan nå lenger enn de kan på egen hånd. Dermed bør man ikke la en elev arbeide for mye på egen hånd eller tilpasse undervisningen til det nivået eleven allerede har nådd – det er viktig at eleven får en sjanse til å strekke seg, gjennom samspill med andre som kan mer.

En annen retning som oppsto internasjonalt for noen tiår siden, er *teori om kognitiv belastning*. Denne retningen legger vekt på interaksjonen mellom individ og miljø: Individet utvikler seg under påvirkning av og i samhandling med miljøet. Våre kognitive evner er et utslag av evolusjon, der sosiale interaksjoner

og ervervelsen av språk har hatt stor innflytelse. Teori om kognitiv belastning ser i stor grad til psykologi og biologi, og den refererer blant annet til moderne hjerneforskning. Ervervelsen av kunnskap ses i prinsippet som drevet av tilpasning til miljøet, men teorien søker også å forklare hvordan læring skjer ut fra kjennskap til menneskets kognitive strukturer. Læring er definert som endring i langtidsmminnet, og det begrensede arbeidsminnet ses som svært sentralt når det gjelder å forstå hvordan vi tilegner oss noe nytt. Et annet sentralt moment er hvordan ervervet kunnskap og erfaringer endrer hjernen, slik at vi tenker og arbeider på en vesentlig annerledes måte med kjent eller delvis kjent stoff enn vi gjør med nytt stoff. Teorien bygger på en modell for tilegnelse av kunnskap som er analog til biologisk evolusjon. Videre vektlegger den å angi strategier for undervisning som kan testes empirisk, og den har gitt opphav til mange publikasjoner og empiriske studier internasjonalt det siste tiåret (Sweller & Sweller 2006; Schnotz & Kürschner 2007).

Læringsteorier og undervisning i naturfag

Hvilke implikasjoner har læringsteoriene på praktisk undervisning? Konstruktivisme er den læringsteorien som har hatt mest betydning i Norge foreløpig. En teori er åpen for tolkning, og konstruktivisme har blitt brukt som begrunnelse for ulike former for undervisning. Men det å ensidig vektlegge bestemte arbeidsformer følger ikke nødvendigvis av et konstruktivistisk læringssyn (se f.eks. Grønmo et al. 2004). Tvert imot ender man ofte opp med at *variasjon* er essensielt i undervisningen, uavhengig av læringsteoretisk utgangspunkt. Vi vil gjennomgående advare mot å bruke læringsteori som begrunnelse for en ensidig tilrettelagt undervisning. Ulike elever har forskjellige behov, som gjerne varierer over tid, og ikke minst vil varierte undervisningsformer bidra til å opprettholde motivasjon i fagene (van Merriënboer et al. 2006).

Kjærnsli et al. (2007) trekker fram at enkelte fagdidaktikere har tatt konstruktivisme til inntekt for at elevene skal arbeide mest mulig individuelt, at de skal ha størst mulig grad av frihet til å velge emne, utstyr, metode og problemstilling. Mayer (2004) påpeker at et konstruktivistisk syn på læring har blitt tatt til inntekt for at elevene skal være aktive i læringsprosessen. Dette har iblant gitt seg utslag i at det å lese bøker og å høre på en forelesning regnes som ikke-konstruktivistisk undervisning, mens utforskning, diskusjon i grupper og «hands-on»-aktiviteter regnes som konstruktivistisk undervisning. «Aktiv læring» tolkes som «fysisk aktiv læring». Mayer (2004) poengterer

videre at det som gir god oppbygning av skjemaer i hjernen, snarere er undervisningsformer som legger til rette for dyp forståelse av begreper, prinsipper og strategier. Derfor er det en utfordring å finne undervisningsmetoder som setter i gang tankeprosesser hos den som skal lære.

Selv om det ikke følger ensidige og entydige undervisningsformer av et konstruktivistisk læringssyn, kan læringsteori likevel gi viktige impulser og ideer for hva som kan resultere i god læring. Internasjonalt har det vært en økning i empiriske studier av undervisningsstrategier i senere år, som er utledet ved hjelp av og begrunnet i læringsteori (se f.eks. Bannert 2002; Sweller 2006; Schnotz & Kürschner 2007). I det følgende vil vi nevne noen eksempler fra internasjonal forskning, der vi vil vektlegge det som har vist seg å være best egnet for sterke og svake elever og for elever med og uten forkunnskaper i et emne. Dette må nødvendigvis bli et meget begrenset utvalg fra forskning på undervisningsstrategier.

Flere internasjonale artikler har i de senere år lagt stor vekt på teknikker for å presentere informasjon til elevene, spesielt dersom elevene er nybegynnere eller svake (f.eks. Sweller et al. 2007). Å vektlegge direkte, eksplisitt instruksjon av kunnskap står i kontrast til hva Norge har gjort de siste tiårene. Men også her til lands har dette imidlertid endret seg i det siste (se f.eks. Elstad og Turmo 2007). Nyere skolepolitiske dokumenter (som St.meld. nr. 31, KD 2007–2008) vektlegger igjen lærerens betydning i større grad enn hva som har vært vanlig de siste tiårene. Keil (2008) poengterer at en rik kunnskapsbase gjør det lettere å finne gode forenklinger, improvisere og ikke være sterkt bundet til læreboka, slik at det er viktig også for de yngste elevene å ha en kunnskapsrik lærer.

Sterke og svake elever, med ulike grader av forkunnskaper og ferdigheter, har ulike behov for undervisning. Mange empiriske studier har vist at direkte presentasjon av kunnskap gir best læring for store grupper av elever i naturfag og matematikk, mens for eksempel undervisning basert på utforskning ble vellykket når elevene hadde tilstrekkelige forkunnskaper (se Kirschner et al. 2006 og referanser i denne). Mens svake elever har stor nytte av mye veiledning, har sterke elever andre behov. Schnotz & Kürschner (2007) påpeker at elever som bruker tid og energi på å prosessere unødvendig hjelp eller å løse for lette oppgaver, ikke får utfordringer og lærer lite eller ingenting. Kalyuga (2007) har gjennomgått mange empiriske studier som gir støtte til den sterke betydningen av forkunnskaper innenfor en rekke fagområder, blant annet

matematikk og naturfag, fra grunnskole til universitet. Dette er viktig med tanke på kravet om tilpasset opplæring (se f.eks. St.meld. nr. 16, KD 2006–2007; St.meld. nr. 31, KD 2007–2008).

Å studere eksempler har vist seg å øke og lette læringen for nybegynnere, sammenliknet med konvensjonell oppgaveløsning (Sweller 2004). Selv om mye empiri støtter en slik framgangsmåte, har den også ulemper. Elevene hadde ofte problemer med å identifisere relevant informasjon i eksemplene, og ble distraheret av overfladiske trekk (Gerjets et al. 2004). Stark et al. (2002) fant at elever hadde ulike tilnærminger til å studere eksempler: Noen var aktive og selvdrevne og fant en løsning før de leste eksempelet ferdig, noen gikk i dybden på prinsipper og mål som lå til grunn for eksempelet, mens andre leste eksemplene passivt og tenkte ikke på å trekke inn noe av det de hadde lært før. De fleste elevene behandlet eksemplene nokså grunt og med liten innsats dersom de ble overlatt til seg selv. Læringseffektive strategier er mentalt krevende, og mange elever unngikk anstrengelsene ved intenst kognitivt og metakognitivt arbeid. Dette står i kontrast til en implisitt antagelse om at nybegynnere er engasjerte i egen læring, som finnes i mye materiell og dokumenter om undervisning (Kalyuga 2007). Mental anstrengelse er viktig for læring av fagstoff (Stark et al. 2002, Paas et al. 2004).

Mens noen undervisningsmetoder er best for å nå bestemte læringsmål, er andre metoder bra for å oppnå overføring av læring – dette kalles overføringsparadokset (van Merriënboer et al. 2006). Noen undervisningsmetoder velges ofte fordi de reduserer antall nødvendige treningsoppgaver, nødvendig tidsbruk per oppgave, eller elevens anstrengelse for å nå bestemte læringsmål. Men dette kan gi lav overføring av kunnskap og ferdigheter til andre relevante områder. Dersom oppgavene er enkle, er det en fordel med lite veiledning for å maksimere overføring av kunnskap og gi læring som varer. Dersom oppgavene er komplekse, kreves derimot mer veiledning, spesielt til nybegynnere.

Selvregulering av læringsprosessen kan også ha avgjørende betydning for læringsutbyttet. En gruppe elever som fikk velge fritt mellom to oppgaveformater (delvis utregnete oppgaver og vanlige oppgaver) gjorde det best i en påfølgende test, sammenliknet med elever som ikke fikk velge (van Merriënboer et al. 2002). Bannert (2002) postulerer at fleksibilitet i treningsformatet gir bedre muligheter til å regulere egen kognitiv belastning og innsats.

I en del sammenhenger øker elevenes læringsutbytte av å mentalt gjengi / forestille seg det de har lært, sammenliknet med å studere prosedyrer og

begreper ytterligere. Effekten var større jo mer komplekst materialet var, det var ikke noen målbar effekt for enkle oppgaver. Å mentalt gjengi aktiverer relevante forestillinger, og setter fokus på områder der man har mangler, dermed forenkles behandlingen i arbeidsminnet (Leahy & Sweller 2008). Men elevene må ha et visst nivå på forkunnskapene før det gir noe utslag å mentalt gjengi stoffet. Dersom grunnlaget ikke er tilstrekkelig, faller effekten bort, og da er ytterligere studier mest gunstig. Selvforklaringer kan inneholde elementer av å mentalt gjengi, og har også vist seg å ha positive effekter. Woltz (2003) poengterer også at aktivisering i kognitive strukturer, en prosess som kan foregå ubevisst, letter læring.

Å gjengi muntlig og forklare for andre er en annen måte å aktivisere og forsterke kunnskap og forståelse. Dette tvinger elevene til å bli mer eksplisitte omkring innholdet i forestillingene sine, noe som kan bidra til å korrigere, utvikle og forsterke dem (van Bruggen et al. 2002). Stark et al. (2002) oppgir at metakognitive prosesser gir mer overføring av kunnskap mellom områder, og at metakognitivt dominert læring er læringseffektiv, men mentalt krevende.

TIMSS har spørreskjemaer til elever, lærere og skoleledere om tilrettelegging og organisering av undervisningen. Lærere og elever får til dels spørsmål relatert til de samme undervisningsfaktorene, slik at svarene fra elever og lærere kan sammenliknes. Dersom det er samsvar mellom svarene, bidrar det til å styrke troverdigheten. Data fra TIMSS gir dermed indikatorer for undervisningsmetoder i Norge og hvordan vi eventuelt skiller oss fra andre land. TIMSS bidrar til å gi et bilde av naturfagundervisningen i et nasjonalt og internasjonalt perspektiv, noe som kan danne bakgrunn for diskusjon om undervisning i faget.

Den generelle betydningen av kunnskap

Kunnskap i langtidsminnet regnes av mange som en svært vesentlig del av vår bevissthet (Sweller 2004): Langtidsminnet er ikke bare et lager for kunnskap og erfaringer, men en struktur som har vesentlig innflytelse på menneskets tenkning og forståelse. Vi er flinke på et område fordi langtidsminnet inneholder store mengder relevant informasjon – eksperter er gode på problemløsning på grunn av erfaringen som er lagret i langtidsminnet (Kirschner et al. 2006). Nybegynnere og eksperter på et område har i prinsippet ulikt fungerende arbeidsminne på grunn av den sterke innflytelsen fra langtidsminnet. Er kunnskapen ny, er arbeidsminnet begrenset, er kunnskapen kjent,

opphører de sterke begrensningene. Sweller (2008) poengterer at det ikke er noen motsetning mellom forståelse og faktakunnskap, tvert imot krever begge deler lagringsplass i langtidsmminnet. Forståelsen trenger mest lagringsplass, er mest krevende, og bygger på elementer av faktakunnskap.

Kunnskap lagret i langtidsmminnet regnes videre av mange som det sentrale elementet i planlegging og beslutningstagning. Hva vi ser og hører, er i sterk grad bestemt av hva vi vet. Langtidsmminnet legger føringer for hva vi ser, hvordan vi tolker en situasjon, hva vi velger å gjøre, hvordan vi angriper en oppgave, hva vi skal gi oppmerksomhet, og hvordan informasjonen skal prosesseres. Uten kunnskap stiller vi uten et slikt solid beslutningsgrunnlag. Ekspertise, og avansert problemløsning på ethvert område, er sterkt eller muligens totalt avhengig av kunnskap i langtidsmminnet. Kunnskap i langtidsmminnet er fundamentet i hjernens *central executive* – avgjørende for planlegging og evnen til å kunne ta hensiktsmessige avgjørelser (Sweller 2004; Kirschner et al. 2006; Sweller & Sweller 2006; Kalyuga 2007).

Sweller (2004) ser også ulikheter i kreativitet som et utslag av forskjeller i kunnskapsbaser. Tilfeldige endringer i en stor kunnskapsbase har større potensial for å gi noe virkelig nytt, og slike endringer kan generere ideer utenfor kapasiteten til en person som har en mye mindre kunnskapsbase. En person som har mye kunnskap, har videre vesentlig bedre grunnlag for å velge mellom nyskapende og trivielle ideer.

Siden naturvitenskapelige disipliner er i sterk vekst, hevdes det fra ulike hold at elever ikke trenger å lære naturvitenskap utover det aller mest grunnleggende (se f.eks. Kuhn 2007). Det argumenteres for at det er umulig for elevene å få et brukbart nivå på kunnskapen uansett, slik at det er bedre å bruke tiden på å lære elevene noe annet. Alternativet som settes fram, er å lære elevene å lete opp kunnskap og å argumentere. Å kunne lete opp kunnskap og kunne argumentere er selvsagt viktig. Men er dette enkelt uten gode forkunnskaper? En ting er kritisk sans, å velge god informasjon som er til å stole på. I den forbindelse kreves det et visst nivå på de grunnleggende kunnskapene. Gode kunnskaper er unektelig også en fordel dersom man skal argumentere godt, og ha noe virkelig interessant å si.

Er det verdiløst å lære elevene naturfag siden denne kunnskapen utdateres i noen grad over tid? Selv om det skjer vitenskapelige nyvinninger hele tiden, og både detaljer og mer grunnleggende teoretiske overbygninger endres, har mesteparten av kunnskapen god holdbarhet. Et godt grunnlag kan

vert imot gi en forståelse av de kunnskapsbaserte endringene som gjøres i den teoretiske overbygningen. Grunnleggende forståelse gir en rettesnor for hva som er viktig, og hva som er mer kuriøse tilleggsopplysninger. Å hevde at naturfaglig kunnskap blir irrelevant å lære fordi den er i sterk endring og utvidelse, tyder nettopp på vesentlige mangler i grunnleggende forståelse for hva naturfaglig kunnskap er.

Kuhn (2007) hevder at problemløsning, ofte ustrukturert, er hva elever trenger i det 21. århundre. Men eksperters problemløsning er ikke tilfeldig, den er tvert imot strukturert av kunnskap i langtidsmminnet (van Gog et al. 2004; Sweller & Sweller 2006). Sweller et al. (2007) påpeker for eksempel at det viktigste elementet for å sette opp et godt vitenskapelig eksperiment er forkunnskaper på området.

5.3 Naturfag slik det defineres i TIMSS

Rammeverket i naturfag for TIMSS tar utgangspunkt i de deltakende landenes læreplaner i faget, og man diskuterer seg fram til en internasjonal konsensus om hva som er viktig faglig kompetanse. Rammeverket består av to dimensjoner som alle oppgavene blir klassifisert etter: en *innholdsdimensjon* og en *kognitiv dimensjon*. I tillegg inneholder rammeverket en dimensjon for *naturvitenskapelige arbeidsmetoder*. Naturfag er mer komplisert enn matematikk av flere grunner. For det første består faget av flere vitenskapsområder, som biologi, kjemi og fysikk. I noen land, for eksempel Norge, undervises det i alle disse områdene i et felles integrert naturfag i hele grunnskolen. I andre land er faget delt opp i samsvar med de nevnte vitenskapsområdene. Internasjonale sammenlikninger blir dermed mer kompliserte. For det andre vil deler av det som i rammeverket i TIMSS er beskrevet som kompetanse i naturfag, ligge under andre fag i Norge, som geografi og mat og helse. Derfor er det komplisert å sammenlikne rammeplanen i naturfag for TIMSS med norske læreplaner. Denne kompleksiteten fører til at vi i dette kapittelet i noe større grad enn i det tilsvarende matematikkapittelet drøfter TIMSS i relasjon til norske læreplaner.

Innholdsdimensjonen i TIMSS

Naturfag er i TIMSS delt inn i biologi, kjemi, fysikk og geofag på 8. trinn. Inndelingen er den samme på 4. trinn, bortsett fra at fysikk og kjemi er slått

5 Et naturfagdidaktisk perspektiv på TIMSS

sammen. Tabell 5.1 viser hvilke prosentandeler av oppgaver innenfor de ulike fagområdene i TIMSS på 4. og 8. årstrinn som ble planlagt forut for gjeldende undersøkelse. Den reelle oppgavefordelingen avviker litt fra den planlagte.

Tabell 5.1 Prosentandeler av oppgaver i de ulike fagområdene på 4. og 8. trinn

4. trinn		8. trinn	
Fagområde	Prosent	Fagområde	Prosent
Biologi	45 %	Biologi	35 %
Fysikk/kjemi	35 %	Kjemi	20 %
Geofag	20 %	Fysikk	25 %
		Geofag	20 %

Fagområder og emner i TIMSS er spesifisert i tabell 5.2. Emnene er konkretisert ytterligere i rammeverket for TIMSS (Mullis et al. 2005). En kort beskrivelse av den kognitive dimensjonen og naturvitenskapelige arbeidsmåter er gitt i kapittel 10.

Tabell 5.2 Fagområder og emner i rammeverket for TIMSS, i naturfag på 4. og 8. trinn. Kjemi og fysikk på 4. trinn er slått sammen til ett fagområde i rammeverket for TIMSS, men det er splittet i egne fagområder i tabellen nedenfor for lettere å kunne sammenlikne med 8. trinn.

	4. trinn	8. trinn
Biologi	Kjennetegn og livsprosesser hos organismer	Kjennetegn, klassifikasjon og livsprosesser hos organismer
	Livssykluser, reproduksjon og arv	Livssykluser, reproduksjon og arv
	Økosystemer	Økosystemer
	Helse	Helse
	Interaksjoner med miljøet	Celler og deres funksjon
Kjemi		Diversitet, tilpasning og naturlig seleksjon
	Klassifikasjon og egenskaper til stoffer	Klassifikasjon og oppbygning av stoffer
		Egenskaper til stoffer
		Kjemisk forandring

Fysikk	Aggregattilstander og forandringer i stoffer	Aggregattilstander og forandringer i stoffer
	Energikilder, varme og temperatur	Energioverganger, varme og temperatur
	Elektrisitet og magnetisme	Elektrisitet og magnetisme
	Krefter og bevegelse	Krefter og bevegelse
	Lys og lyd	Lys
		Lyd
Geofag	Jordas struktur, fysiske egenskaper og ressurser	Jordas struktur og fysiske egenskaper
	Jordas prosesser, sykluser og historie	Jordas prosesser, sykluser og historie
	Jordas plass i solsystemet	Jordas plass i solsystemet og universet
		Jordas ressurser, og hvordan de anvendes og bevares

5.4 TIMSS i relasjon til norske læreplaner

TIMSS er en læreplanbasert undersøkelse der rammeverket har blitt til som en konsensus av læreplanene i deltakerlandene. Rammeverket oppdateres for hver undersøkelse, i en omfattende prosess som involverer samtlige medlemsland (Mullis et al. 2005). Læreplanverket L97 var gjeldende da rammeverket i TIMSS ble oppdatert til undersøkelsen i 2007. En ensyklopedi over skolesystemet i samtlige deltagerland i TIMSS er utgitt, med beskrivelser av norske læreplaner og norsk skole (Onstad & Grønmo 2008). Denne er tilgjengelig for nedlasting på timss.no.

Elevene som har vært med i TIMSS 2007, har gått på skole under to læreplaner: L97 (KUF 1996) og K06 (KD 2006a). K06 ble innført høsten 2006 både i grunnskole og i videregående opplæring. Elevene som deltok i TIMSS 2007, har dermed gått på skole i nærmere ett år under den nye læreplanen. Man kan imidlertid regne med at den tidligere læreplanen fremdeles har stor innflytelse på praktisk undervisning. Elevene på 8. trinn har i hovedsak gått på en skole der pensum er definert av L97. K06 kan ha hatt større betydning for elevene på 4. trinn.

Læreplanen for natur- og miljøfag i L97 besto av en generell introduksjon der arbeidsmåter i faget ble viet stor plass, og det var fem felles mål for

faget. Fire hovedområder var gjennomgående for alle trinn: *kropp og helse, mangfoldet i naturen, stoff, egenskaper og bruk* og *det fysiske verdensbildet* (KUF 1996). Videre ble det angitt mål for hvert hovedområde for 1.–4. klasse, 5.–7. klasse og 8.–10. klasse, i tillegg til detaljerte hovedmomenter for hvert hovedområde per år.

K06 har en kort introduksjon før hovedområdene blir presentert. Seks hovedområder er gjennomgående: *forskerspiren, mangfold i naturen, kropp og helse, verdensrommet, fenomener og stoffer* og *teknologi og design*. Deretter beskrives hva som regnes som grunnleggende ferdigheter i naturfag. Kompetansemål er så beskrevet for hvert hovedområde etter 2., 4., 7. og 10. trinn i grunnskolen.

Kunnskapsløftet opererer som nevnt med spesifikke målformuleringer for et utvalg årstrinn. Ved utgangen av 4. trinn skal eleven for eksempel kunne «samtale om livssyklusen til noen plante- og dyrearter» (under *mangfold i naturen*) og «gjøre forsøk med luft og lyd og beskrive observasjonene» (under *fenomener og stoffer*). Ved utgangen av 7. trinn skal eleven for eksempel kunne «beskrive de viktigste organene i menneskekroppen og deres funksjoner» (under *kropp og helse*) og «beskrive solsystemet vårt og naturvitenskapens teorier for hvordan jorda har blitt til» (under *verdensrommet*).

Mens L97 ofte brukte betegnelsen «elevene skal arbeide med» og «elevene skal bli kjent med», bruker K06 formuleringen «elevene skal kunne», fulgt av bestemte kompetansemål.

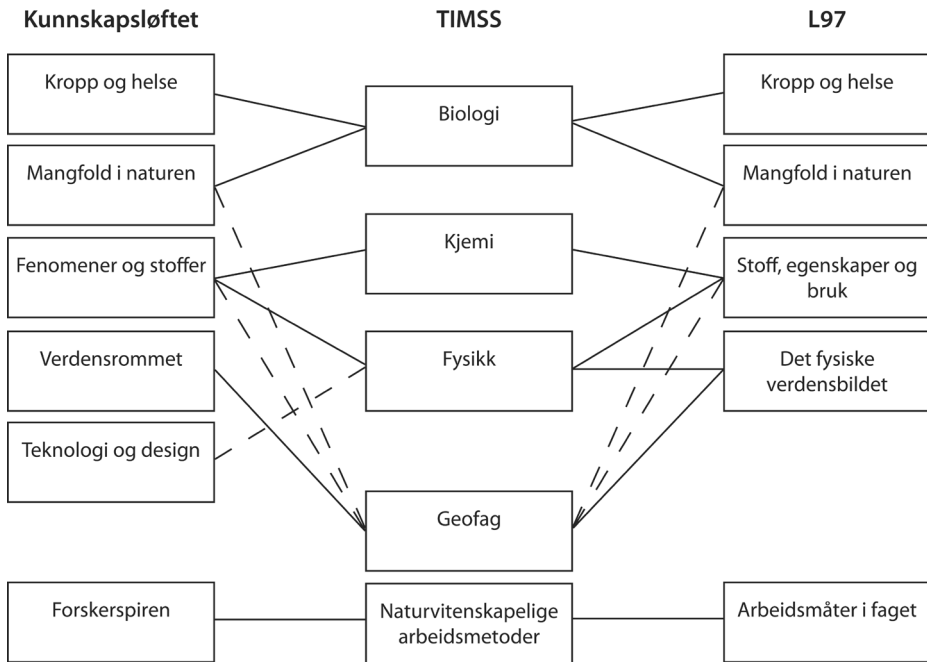
5.4.1 En sammenlikning av TIMSS, L97 og K06

Fagområdene i TIMSS faller i stor grad sammen med hovedområdene i både L97 og K06. Men hvordan de ulike områdene vektlegges, kan variere, i tillegg til at det er noen nivåforskjeller på fagstoffet.

Figur 5.1 gir en sammenlikning av hovedområdene i naturfag i rammeverket for TIMSS sett opp mot de to aktuelle norske læreplanene, L97 og K06. Figuren er hentet fra den norske rapporten fra PISA 2006 (Kjærnsli et al. 2007), men er endret etter en gjennomgang av rammeverket i TIMSS opp mot L97 og K06. Figur 5.1 viser inndelingen i TIMSS på 8. trinn, men er like relevant på 4. trinn. Kjemi og fysikk er slått sammen til ett område på 4. trinn i rammeverket for TIMSS. Hovedområdet geofag i TIMSS har også felles trekk med de norske læreplanene i samfunnsfag (geografi) – dette er ikke vist

i figuren. Videre er elementer fra fagene mat og helse og kroppssøving relevant for noen av oppgavene i TIMSS – dette framkommer heller ikke av figuren.

Figur 5.1 En sammenlikning av hovedområdene i naturfag i rammeverket for TIMSS med norske læreplaner, L97 og K06. Stiplede linjer angir at områdene delvis overlapper hverandre. Helt opptrukne linjer viser stor grad av sammenfall. «Arbeidsmåter i faget» er ikke et hovedområde i L97, men er en stor del av innledningen som er ment å være overgripende for hele faget. «Naturvitenskapelige arbeidsmetoder» i rammeverket for TIMSS er heller ikke satt opp som et fagområde, men er ment å være en overliggende dimensjon.



Fagområdet *biologi* i TIMSS sammenfaller i sterk grad med hovedområdene *kropp og helse* og *mangfold i naturen*, som finnes i både L97 og K06.

Fagområdet *kjemi* i TIMSS tilsvarer i hovedsak *stoff, egenskaper og bruk* i L97 og *fenomener og stoffer* i K06.

Tilsvarende gjelder for fagområdet *fysikk* i TIMSS, men der er bildet noe mer komplisert siden flere hovedområder i de norske læreplanene har relevans. For eksempel er emnet egenskaper til faste stoffer, væsker og gasser klassifisert under *fysikk* i TIMSS, under *stoff, egenskaper og bruk* i L97 og under *fenomener og stoffer* i K06. Andre emner under fysikk i TIMSS finner

man igjen under *det fysiske verdensbildet* i L97. En del emner som er oppført under fysikk i rammeverket for TIMSS, er også grunnleggende for flere mål i hovedområdet *teknologi og design* i K06.

Hovedområdet *geofag* i TIMSS dreier seg i stor grad om jordas plass i solsystemet. Hovedområdet *verdensrommet* i K06 er svært relevant her. Hovedområdet *det fysiske verdensbildet* i L97 har også flere mål som dreier seg om jorda i verdensrommet. Jordas ressurser er dessuten tema i *geofag* i TIMSS, noe som gjenfinnes i *stoff, egenskaper og bruk* i L97 og *fenomener og stoffer* i K06. Dette kommer òg inn under hovedområdet *mangfold i naturen* i både L97 og K06. I tillegg er geografidelen av samfunnsfaget i de norske læreplanene av relevans.

Hovedområdet *teknologi og design* er nytt i K06, og det skal være et flerfaglig emne der naturfag, matematikk og kunst og håndverk kommer inn. Området er ikke i like stor grad som de andre representert i rammeverket for TIMSS, men det er relevant for fagområdet fysikk (som refleksjon av lys og bevegelse ved hjelp av vann og luft).

Hovedområdet *forskerspiren*, som også har kommet inn som noe nytt med K06, tilsvarer i stor grad den overgripende dimensjonen for *naturvitenskapelige arbeidsmetoder* i rammeverket for TIMSS. Et slikt hovedområde fantes ikke i L97, men innledningen til natur- og miljøfaget i L97 inneholder en beskrivelse av naturvitenskapelig metodikk, under overskriften *arbeidsmåter i faget*, som er ment å være grunnleggende for undervisningen i faget. Videre er naturvitenskapelige framgangsmåter viet to av fem punkter under felles mål for faget i L97 (KUF 1996).

TIMSS opererer med betegnelser for tre nivåer av læreplanen i skolen. *Intendert læreplan* er læreplanen slik den framstår i offisielle dokumenter som L97 og K06 og andre rammefaktorer som bestemmes på øverste nivå i skolesystemet. Den *implementerte læreplanen* brukes om planens fortolkning og iverksetting på skolen og i klasserommet. Det siste nivået omtales som *resultert* eller *oppnådd læreplan* og henviser til hva elevene har tilegnet seg av kunnskaper og holdninger.

TIMSS har gode data for å kunne analysere hvilken naturfaglig kompetanse elevene i Norge har tilegnet seg, det vi kan kalle oppnådd læreplan. At naturfag består av så vidt ulike områder som biologi, kjemi, fysikk og geologi, gjør at man i sammenlikninger mellom land må være ekstra forsiktig med tanke på hvilke konklusjoner som trekkes. TIMSS må for eksempel ikke

oppfattes som noen fasit på hvordan disse ulike områdene skal vektlegges i norsk læreplan. På den annen side gir TIMSS oss gode data om hvordan disse områdene synes å være vektlagt i Norge sammenliknet med andre land. Slik får vi bakgrunnsdata for en diskusjon av innholdet i naturfag i norsk skole.

Elevenes prestasjoner i naturfag gir også indikasjoner for implementert læreplan, læreplanen slik den fortolkes og settes ut i livet i skole og klasserom. Disse resultatene kan så fortolkes og relateres til den intenderte læreplanen i Norge, for på den måten å få en bedre forståelse av i hvilken grad det er samsvar mellom intendert og implementert nivå av læreplanen. TIMSS bidrar med gode bakgrunnsdata for å kunne reflektere over alle nivåer av læreplanen i norsk skole, i et nasjonalt så vel som et internasjonalt perspektiv.

5.5 TIMSS som vurdering av norsk skole

Vurdering har blitt et sentralt område i skoleforskning, ikke minst påvirket av store internasjonale komparative studier som TIMSS. TIMSS kan ses på som en vurdering av det norske skolesystemet i et internasjonalt perspektiv. Resultater fra slike studier får mye oppmerksomhet i media, og de fører til diskusjoner om hvor flinke norske elever er i ulike fag, og om hva som må gjøres med læreplaner og undervisning med sikte på en forbedring. Slike studier har også blitt utsatt for kritikk, der man stiller spørsmålsteget ved om denne typen undersøkelser er velegnet til å gi relevant informasjon om situasjonen i norsk skole.

TIMSS og andre internasjonale komparative studier er i sin natur svært kompliserte. Store ressurser er brukt på å utvikle gode instrumenter til innsamling av data og til å lage gode systemer for kvalitetskontroll av alle ledd i gjennomføringen. Dataene er derfor av høy faglig kvalitet (se kapittel 10). Likevel er det viktig å ha klart for seg hva disse studiene egner seg til å gi informasjon om, og også hvilke begrensninger denne informasjonen har. I kapittel 2, «Et matematikdidaktisk perspektiv på TIMSS», drøftes for eksempel hva slags informasjon studien gir, og hvordan denne informasjonen kan brukes for å bidra til bedre læring og undervisning. Noen begrensninger og forutsetninger i fortolkningen av resultatene fra studien blir påpekt. Denne drøftingen vil ikke bli gjentatt her. Vi henviser til kapittel 2, som diskuterer dette på en måte som er like relevant for naturfag som for matematikk.

6 Prestasjoner i naturfag

Jorun Nylén og Liv Sissel Grønmo

I dette kapittelet presenteres flere typer resultater som viser elevenes prestasjoner i naturfag på 8. og 4. trinn. I TIMSS er det utarbeidet fire kompetansenivåer for prestasjoner: avansert, høyt, middels og lavt. Først blir fordelingen av norske elever på disse nivåene sammenliknet med referanselandene. Videre tar vi utgangspunkt i tidligere TIMSS-studier for å se på utviklingen i denne fordelingen over tid for Norge. Deretter blir norske elevers prestasjoner på de ulike fagområdene i naturfag presentert og kommentert. I siste del av kapittelet presenteres og drøftes utvalgte oppgaver i TIMSS 2007, organisert etter trinn, kompetansenivå og emner.

6.1 Fordeling av elever etter nivåer

Et generelt bilde av norske elevers prestasjoner i naturfag ble presentert i kapittel 1, der det ble påvist en nedgang i naturfagprestasjoner på 8. trinn for perioden fra 2003 til 2007. På 4. trinn har det derimot vært en framgang i elevprestasjoner i naturfag i denne perioden, noe som representerer et brudd med en tidligere trend med nedgang i perioden fra 1995 til 2003.

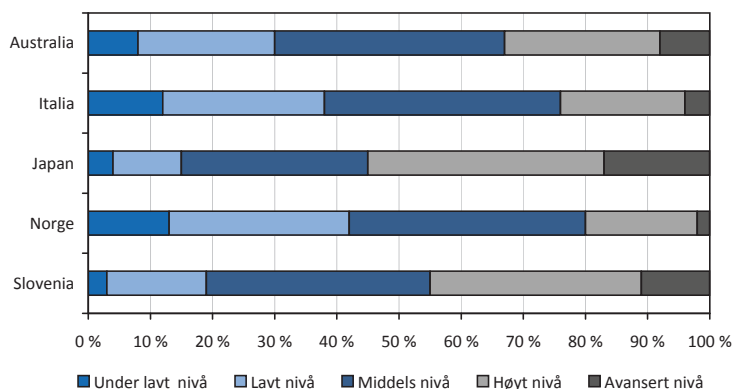
Internasjonalt har det blitt valgt fire nivåer for prestasjoner i TIMSS som er knyttet til poengsummer på den internasjonale poengskalaen (Martin et al. 2008). Avansert nivå er knyttet til skår på 625 eller høyere, grensen for høyt nivå er 550, grensen for middels nivå er 475, og grensen for lavt nivå er 400. Detaljerte beskrivelser av kompetansene er utarbeidet på hvert av nivåene. Disse er gjengitt i tabell 6.1 for 8. trinn og tabell 6.2 for 4. trinn. Ytterligere utdypninger på hvert nivå er gitt i den internasjonale rapporten om naturfag (Martin et al. 2008). Generelt har elever på lavt nivå kun noen elementære kunnskaper i naturfag, og de kan enkle fakta innen de ulike områdene. Elever på høyere nivåer kan demonstrere forståelse, anvende kunnskap og resonnere, i økende grad fra nivå til nivå. Elevene som har den kompetansen som

6 Prestasjoner i naturfag

kjennetegner ett nivå, vil i tillegg ha de kompetansene som kjennetegner de lavere liggende nivåene. Beskrivelsene av nivåer er derfor kumulative.

Figur 6.1 viser fordelingen av elever på de ulike nivåene i Norge og i fire utvalgte referanseland på 8. trinn. Standardfeilen på disse målingene er på maksimalt 3 prosent. Norge har en større andel elever på lavt nivå og under lavt nivå enn referanselandene våre, med unntak av Italia som er omtrent på samme nivå. Videre er det færre norske elever som når høyt og avansert nivå. I Norge ligger 13 prosent av elevene under lavt nivå, 29 prosent ligger på lavt nivå, og bare 2 prosent av norske elever når avansert nivå. I referanselandene når 4–17 prosent avansert nivå. Særlig har Japan mange elever på de to høyeste nivåene og få elever på lavt nivå og under.

Figur 6.1 Fordeling av elever på kompetansenivåer i naturfag på 8. trinn



Tabell 6.1 Karakteristikker av de ulike nivåene i TIMSS på 8. trinn

Avansert nivå (625)
Elevene kan vise at de behersker noen komplekse og abstrakte begreper i biologi, kjemi, fysikk og geofag. De forstår kompleksiteten til levende organismer og hvordan de er relatert til miljøet. Elevene viser forståelse av egenskapene til magneter, lyd og lys, samt stoffers struktur, fysiske og kjemiske egenskaper og endringer. De anvender kunnskap om solsystemet og om Jordas karakteristiske trekk og prosesser, og anvender forståelse av store miljøspørsmål. Elevene forstår noe av det grunnleggende ved naturvitenskapelige undersøkelser, og kan anvende grunnleggende fysiske prinsipper til å løse kvantitative problemer. De kan gi skriftlige forklaringer som kommuniserer naturvitenskapelig kunnskap.
Høyt nivå (550)
Elevene kan vise forståelse av naturvitenskapelige kretsløp, systemer og prinsipper. De har en viss forståelse av biologiske begreper, inkludert prosesser i celler, menneskers biologi og helse, og interaksjoner mellom planter og dyr i økosystemer. Elevene anvender kunnskap i situasjoner relatert til lyd og lys, viser grunnleggende kunnskaper om varme og krefter, og viser noen grad av forståelse av stoffers struktur, og av kjemiske og fysiske egenskaper og endringer. De viser noe forståelse av solsystemet, Jordas prosesser og ressurser, og noe grunnleggende forståelse av store miljøspørsmål. Elevene viser noen ferdigheter i naturvitenskapelige undersøkelser. De kombinerer informasjon for å trekke konklusjoner, tolker informasjon gitt i tabeller og figurer, og gir korte forklaringer som formidler naturvitenskapelig kunnskap.
Middels nivå (475)
Elevene kan gjenkjenne og gjøre rede for grunnleggende naturvitenskapelig kunnskap om en rekke emner. De viser noe forståelse av karakteristiske trekk hos dyr, næringskjeder, og virkninger av populasjonsendringer i et økosystem. Elevene er kjent med noen aspekter ved lyd og krefter, og har elementære kunnskaper om kjemisk forandring. De viser grunnleggende kunnskaper om solsystemet, om Jordas prosesser, og om ressurser og miljø. Elevene kan trekke informasjon ut av tabeller og tolke diagrammer. De kan anvende kunnskaper i praktiske situasjoner og kommunisere kunnskap gjennom korte beskrivende svar.
Lavt nivå (400)
Elevene kan gjenkjenne noen grunnleggende fakta fra biologi, fysikk og kjemi. De har noe kunnskap om menneskekroppen, og viser noe kjennskap til dagligdagse fysiske fenomener. Elevene kan tolke diagrammer og anvende kunnskap om enkle fysiske begreper i praktiske situasjoner.

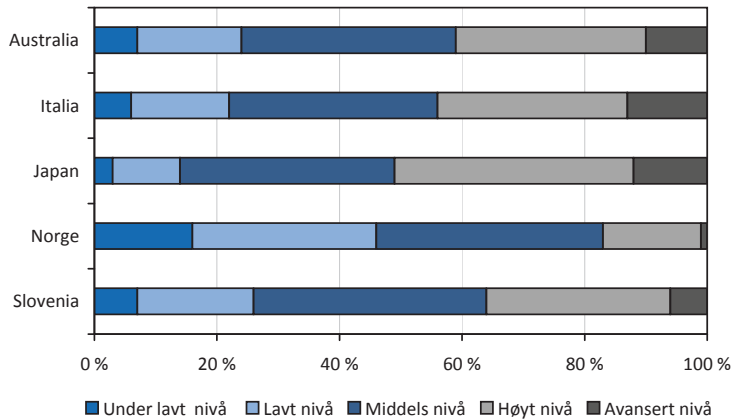
6 Prestasjoner i naturfag

Tabell 6.2 *Karakteristikk av de ulike nivåene i TIMSS på 4. trinn*

Avansert nivå (625)
Elevene kan anvende kunnskap og har forståelse av naturvitenskapelige prosesser og sammenhenger i enkle naturvitenskapelige undersøkelser. De kan gjøre rede for sin forståelse av karakteristiske trekk og livsprosesser til organismer samt faktorer knyttet til menneskers helse. Elevene viser forståelse av sammenhenger mellom forskjellige fysiske egenskaper til vanlige materialer, og har noe praktisk kunnskap om elektrisitet. De viser noe forståelse av solsystemet og Jordas fysiske egenskaper og prosesser. Elevene viser en gryende evne til å tolke resultater fra undersøkelser og trekke konklusjoner, samt en begynnende evne til å vurdere og støtte et resonnement.
Høyt nivå (550)
Elevene kan anvende kunnskap og forståelse til å forklare hverdagsfenomener. De viser noe forståelse av struktur hos planter og dyr, livsprosesser, miljø, samt noe kunnskap om stoffers egenskaper og fysiske fenomener. Elevene viser noe kunnskap om solsystemet, og om Jordas struktur, prosesser og ressurser. De viser begynnende kunnskaper og ferdigheter i naturvitenskapelige undersøkelser, og gir korte beskrivende svar som kombinerer naturvitenskapelig kunnskap med erfaringer i hverdagen.
Middels nivå (475)
Elevene kan anvende basiskunnskap og forståelse i praktiske situasjoner i naturfag. De gjenkjenner grunnleggende informasjon relatert til karakteristiske trekk ved levende organismer og deres interaksjoner med miljøet, og viser noe forståelse av humanbiologi og helse. Elevene viser også noe forståelse av velkjente fysiske fenomener. De kan noen grunnleggende fakta om solsystemet, og har en gryende forståelse av Jordas ressurser. Elevene viser noen grad av evne til å tolke informasjon i diagrammer og til å anvende faktakunnskaper i praktiske situasjoner.
Lavt nivå (400)
Elevene har noe elementær kunnskap om biologi, fysikk og kjemi. De kan vise kjennskap til noen enkle fakta knyttet til menneskers helse, samt atferd og fysiske trekk hos dyr. Elevene gjenkjenner noen egenskaper ved stoffer, og viser en begynnende forståelse av krefter. De tolker figurer og enkle diagrammer, fyller ut enkle tabeller, og gir korte skriftlige svar på spørsmål om faktakunnskaper.

Figur 6.2 viser fordelingen av elever på de ulike nivåene i Norge og i referanselandene på 4. trinn. Også på dette trinnet kommer det klart fram at en større andel av de norske elevene befinner seg på lavt nivå og under lavt nivå enn elevene i samtlige referanseland. I Norge befinner 16 prosent seg under lavt nivå, mot 3–7 prosent i referanselandene. Bare én prosent av norske elever når avansert nivå på 4. trinn, mens i referanselandene når 6–13 prosent avansert nivå.

Figur 6.2 Fordeling av elever på kompetansenivåer i naturfag på 4. trinn



Resultatene for 4. og 8. trinn har store likhetstrekk. Norge skiller seg ut fra de fleste referanselandene på begge trinn.

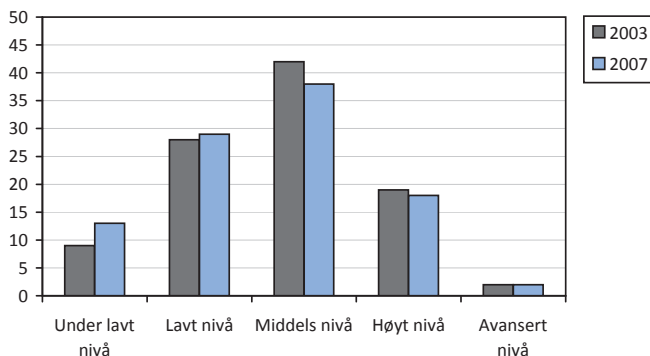
Norge har deltatt i TIMSS tre ganger: i 1995, i 2003 og i 2007. Elevene har blitt inndelt etter de samme nivåene i hver undersøkelse, og det kan derfor være interessant å se på utviklingen over tid. Utviklingen siden forrige undersøkelse, fra 2003 til 2007, presenteres først. Deretter vises utviklingen i hele perioden fra 1995 til 2007. Vi har valgt å illustrere endringene med søylediagrammer. Det er som forventet at fordelingen av elever flytter seg mot venstre når det nasjonale gjennomsnittet synker, og mot høyre når gjennomsnittet øker. Likevel vil det kunne være interessant å drøfte endringene i fordelingen av elever på kompetansenivåer ut fra fagdidaktiske perspektiver og målene i våre læreplaner om tilpasset undervisning. Dette blir gjort i kapittel 9.

På 8. trinn har det vært en tilbakegang i norske elevers naturfagprestasjoner i perioden fra 2003 til 2007. Figur 6.3 viser hvordan dette har slått ut på fordelingen av elever på de ulike kompetansenivåene. Andelene av norske elever på under lavt nivå og lavt nivå har økt, videre har andelene av elever på middels og høyt nivå sunket. Andelen elever på avansert nivå er den samme, men den er lav, bare 2 prosent.

6 Prestasjoner i naturfag

Figur 6.3 Endringer 2003–2007:

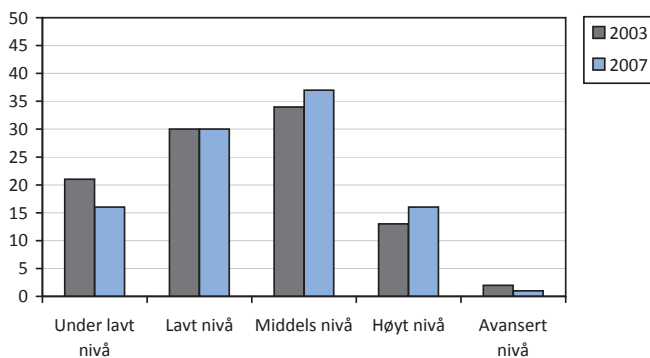
Norske elever fordelt på kompetansenivåer i naturfag på 8. trinn



Figur 6.4 viser endringene i fordeling på kompetansenivåer fra 2003 til 2007 på 4. trinn: Andelen norske elever under lavt nivå har sunket fra 21 til 16 prosent, mens andelen elever på lavt nivå har vært stabil. Videre ser vi at en større prosentandel av elevene når middels og høyt nivå i 2007, mens andelen elever på avansert nivå fremdeles er svært lav. Det har generelt vært en noe mer positiv utvikling på 4. trinn enn på 8. trinn i perioden fra 2003 til 2007.

Figur 6.4 Endringer 2003–2007:

Norske elever fordelt på kompetansenivåer i naturfag på 4. trinn

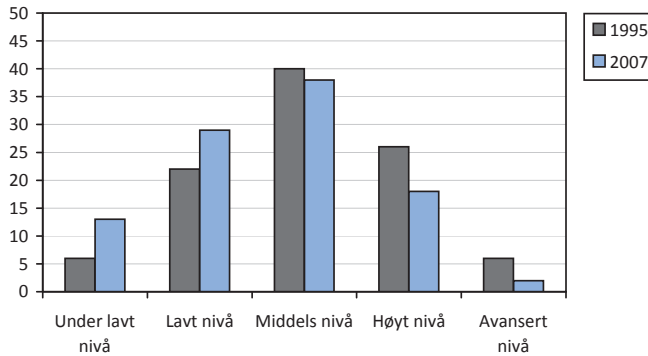


Hele perioden fra 1995 til 2007 er illustrert i figur 6.5 for 8. trinn og figur 6.6 for 4. trinn. Figurene viser tilbakegang på begge trinn for denne perioden sett under ett: Det har blitt langt flere elever under lavt nivå og på lavt nivå. Samtidig har andelen elever på høyt og avansert nivå sunket betraktelig. Andelen

elever på middels nivå har endret seg minst, den har sunket litt på 8. trinn og økt på 4. trinn.

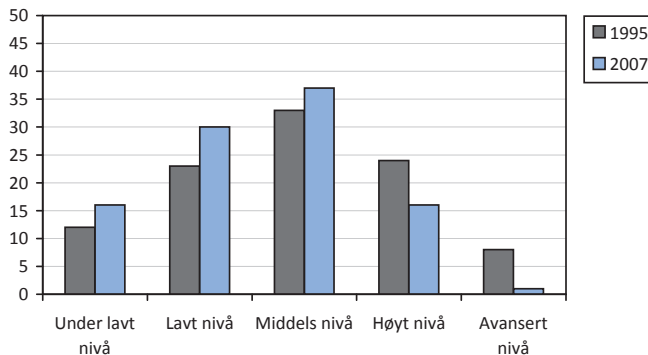
Figur 6.5 Endringer 1995–2007:

Norske elever fordelt på kompetansenivåer i naturfag på 8. trinn



Figur 6.6 Endringer 1995–2007:

Norske elever fordelt på kompetansenivåer i naturfag på 4. trinn

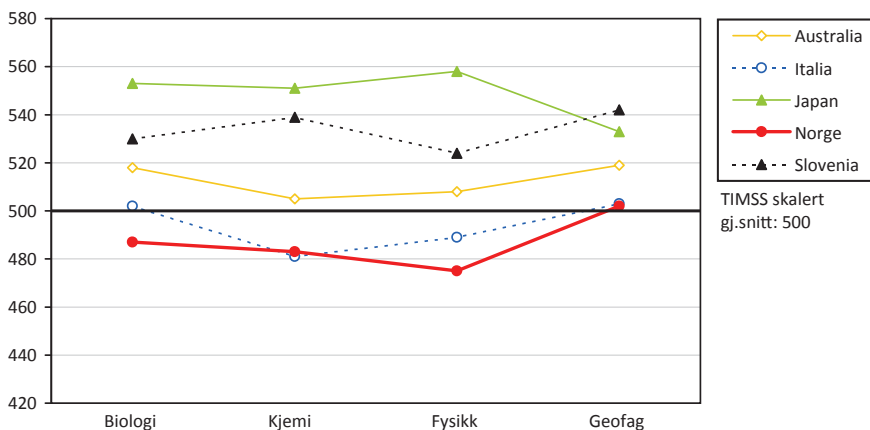


6.2 Prestasjoner på hvert av fagområdene

I kapittel 1 og i delkapittel 6.1 har vi sett på resultatene i naturfag generelt. I det følgende går vi nærmere inn på de ulike fagområdene i naturfag: biologi, fysikk, kjemi og geofag. På 8. trinn gir TIMSS data for hvert fagområde, på 4. trinn er fysikk og kjemi slått sammen.

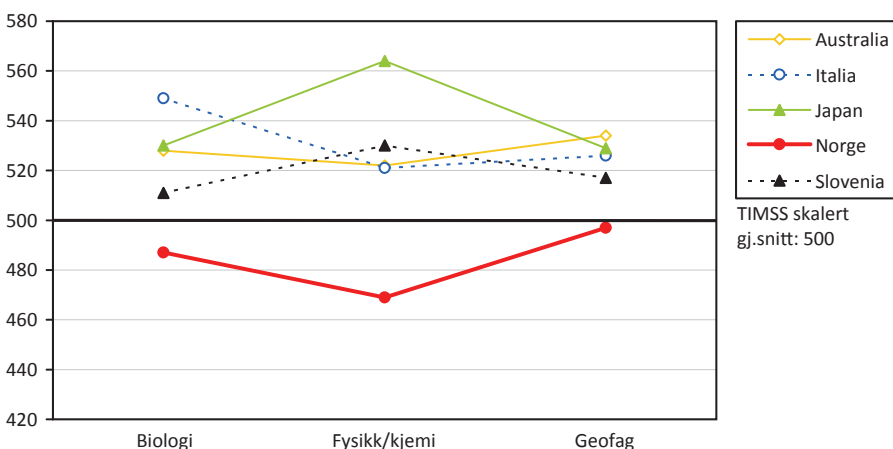
6 Prestasjoner i naturfag

Figur 6.7 Prestasjoner på de ulike fagområdene på 8. trinn



Figur 6.7 viser prestasjoner på 8. trinn i biologi, fysikk, kjemi og geofag for elever i Norge og referanselandene. De norske elevene skårer jevnt over lavere på alle fagområdene enn elevene i referanselandene. Italia er det eneste unntaket, der skårer elevene tilnærmet likt med de norske i kjemi og geofag. De norske prestasjonene er relativt sett svakest i fysikk og sterkest i geofag. Japan ligger høyest på tre fagområder: biologi, fysikk og kjemi, mens Slovenia skårer best i geofag. Norge ligger under det internasjonale skalerte gjennomsnittet på de fleste fagområdene, med unntak av geofag.

Figur 6.8 Prestasjoner på de ulike fagområdene på 4. trinn



Figur 6.8 viser prestasjonene på 4. trinn i biologi, fysikk/kjemi og geofag i Norge og de fire referanselandene. På dette trinnet skårer de norske elevene betydelig lavere enn samtlige referanseland på alle fagområdene. Videre kommer det tydelig fram at resultatet er svakest i fysikk/kjemi og relativt sett best i geofag. Norge ligger under det internasjonale skalerte gjennomsnittet på alle fagområder, men avstanden er liten i geofag.

6.3 Presentasjon og drøfting av oppgaver

I dette delkapittelet presenteres eksempeloppgaver som illustrerer hva elevene får til på de ulike kompetansenivåene, som er beskrevet i detalj i tabell 6.1 og 6.2. Særlig vil norske elevers prestasjoner bli kommentert. Først presenterer vi ti oppgaver på 8. trinn, og deretter ti oppgaver på 4. trinn. Oppgavene er fra alle fagområdene innenfor naturfag. Man kan ikke generalisere fra resultater på enkeltoppgaver, slike resultater vil alltid være forbundet med tilfeldige variasjoner. Dersom det samme mønsteret avtegner seg i flere oppgaver med liknende innhold og krav til kompetanse, kan det likevel gi indikasjoner på hva som faller lett eller vanskelig for norske elever. Oppgavene er valgt ut for å eksemplifisere ulike vanskegrader og fagområder. Alle frigitte oppgaver fra TIMSS 2007 er, i likhet med frigitte oppgaver fra tidligere TIMSS-studier, lagt ut på www.timss.no. Tabellene ved siden av hver figur oppgir prosentandel korrekte svar.

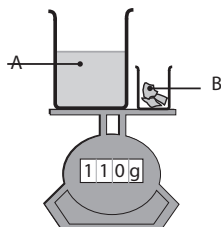
6.3.1 Oppgaver på 8. trinn

På hvert kompetansenivå er det valgt ut minst to oppgaver fra minst to ulike fagområder, slik at ett kompetansenivå for eksempel er illustrert med én oppgave i biologi og én i fysikk. Vi går gjennom et utvalg oppgaver sortert etter kompetansenivå – vi starter med oppgaver på avansert nivå og ender opp med oppgaver på lavt nivå. Forskjeller på jentenes og guttenes prestasjoner vil bli kommentert der det er relevant.

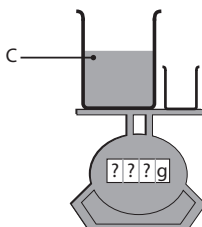
Oppgave 1 (8. trinn)

Figur 6.9 Oppgave i Kjemi med resultater for 8. trinn.

Massen til stoffene A og B måles på en vekt, som vist på figur 1. Stoff B tilsettes det store begeret, slik at stoff C dannes. Det tomme lille begeret settes tilbake på vekta, som vist på figur 2.



Figur 1



Figur 2

Vekta viser 110 gram på figur 1.
Hva vil den vise på figur 2?

(Kryss av i én rute.)

- ☐ mer enn 110 gram
☐ 110 gram
☐ mindre enn 110 gram

Forklar svaret ditt.

Den første oppgaven er hentet fra fagområdet kjemi og plassert under emnet *kjemisk forandring* og i den kognitive kategorien *anvende* i TIMSS. Dette er en oppgave på avansert nivå, der elevene kan demonstrere begynnende innsikt i noen komplekse og abstrakte begreper.

Oppgaven dreier seg om hva som skjer med massen etter en kjemisk reaksjon der et nytt stoff blir dannet. Den har to figurer. Først vises to stoffer i hvert sitt begerglass på en vekt. Den andre figuren viser stoffene etter at de har blitt blandet sammen i et av begerglassene og dannet et nytt stoff. Elevene skal krysse av i en rute med hensyn til om massen har økt, minket eller ikke forandret seg, og de skal forklare svaret sitt.

Det er to muligheter for riktig svar. Den ene muligheten er å krysse av for at massen ikke har endret seg, og gi en forklaring som dreier seg om at massen bevares i kjemiske reaksjoner. Man kan imidlertid få poeng uten å referere spesifikt til kjemisk reaksjon, for eksempel ved å skrive at «vekten

Australia	25
Italia	46
Japan	65
Norge	25
Slovenia	39
Int. gj.snitt	23

ikke vil endre seg», eller at «man ikke har tilført noe mer». Den andre muligheten er å krysse av for at massen har sunket, og referere til dannelsen av gass i svaret. Å krysse av uten forklaring gir ikke poeng.

De norske elevene skårer marginalt bedre enn gjennomsnittet internasjonalt, 25 prosent sammenliknet med 23 prosent. De norske resultatene er likevel svakere enn resultatene i alle referanselandene, unntatt Australia, som skårer likt. Japan med 65 prosent riktige svar er best av samtlige deltakerland.

Omtrent alle som svarer riktig, krysser av for at massen ikke endres. Hvor mange som eksplisitt nevner kjemisk reaksjon, har vi ikke data på. Svært få elever oppgir at massen kan minke, med referanse til dannelsen av gass. På denne oppgaven gjør jentene det klart bedre enn guttene i Norge – dobbelt så mange jenter som gutter svarer riktig (34 prosent sammenliknet med 17 prosent). Internasjonalt er forskjellen mindre, med 4 prosentpoeng i jentenes favør.

I læreplanverket L97 er blanding av stoffer og dannelsen av nye stoffer emner i en forenklet form på 5. trinn og i en mer detaljert form på 9. trinn. I K06 er forsøk med kjemiske reaksjoner, hvordan stoffer er bygd opp, og hvordan stoffer kan omdannes, satt opp som mål etter 7. trinn. En mulighet er at emnet har «falt mellom to stoler» ved innføringen av ny læreplan, siden det er satt til utløpet av 7. trinn i ny læreplan og i hovedsak til 9. trinn i den gamle.

Oppgave 2 (8. trinn)

Denne fysikkoppgaven er hentet fra emnet *elektrisitet og magnetisme* og den kognitive kategorien *anvende* i TIMSS. Helt riktig løsning gir to poeng, og regnes for å være på avansert nivå. Delvis riktig, som gir ett poeng, er en del enklere.

Oppgaven dreier seg om tre magneter med hull i midten som er plassert etter hverandre på en blyant. To av dem frastøter hverandre, og to av dem tiltrekker hverandre. Elevene skal svare på to spørsmål: ett om hvorfor magnetene X og Y berører hverandre, og ett om hvorfor magnetene Y og Z holder avstand til hverandre.

Elevene får to poeng dersom de gir et svar som refererer til ulike og like poler på en magnet. De får ett poeng dersom de bare nevner like eller ulike poler, eller dersom de nevner tiltrekning og frastøtning uten å forklare hvorfor.

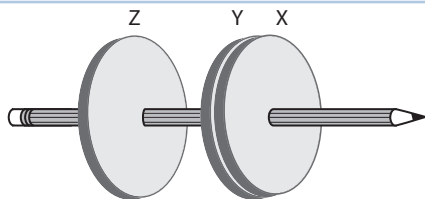
Norske elever presterer noe lavere enn det internasjonale gjennomsnittet og lavere enn alle referanselandene, med unntak av Slovenia. Det er stor

6 Prestasjoner i naturfag

avstand mellom resultatene i Norge og resultatene i høytpresterende land. Internasjonalt er det ingen forskjell på jenter og gutter på oppgaven, men i Norge ligger guttene 5 prosentpoeng over jentene.

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.

Figur 6.10 Oppgave i Fysikk med resultater for 8. trinn



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

Oppgave 3 (8. trinn)

Oppgave 3 er hentet fra geofag og hører hjemme under emnet *jordas ressurser*, og *hvordan de anvendes og bevares* og i den kognitive kategorien *anvende* i TIMSS. Dette er en åpen oppgave der elevene skal forklare hvordan

jorderosjon kan minskes ved å plante trær. Svar som inneholder at røtter holder jorda på plass, at trær tar opp mye regnvann, at trærne beskytter jorda mot vann, eller at trærne beskytter mot vind, gir uttelling. Ett av momentene er tilstrekkelig for å få poeng.

Denne oppgaven er tydelig svært vanskelig for de norske elevene. Bare 8 prosent oppnår poeng, noe som er langt under det internasjonale gjennomsnittet på 31 prosent. Vi ser at samtlige referanseland skårer over det internasjonale gjennomsnittet.

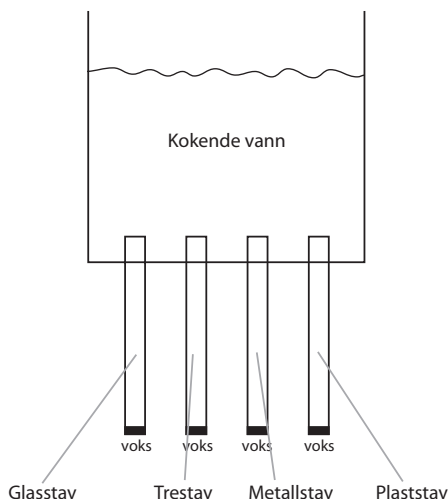
Tiltak for å hindre erosjon er ikke spesifikt nevnt i læreplanverket L97, men kan komme inn under «tiltak som kan bedre miljøet» på 10. trinn. Tilsvarende gjelder for Kunnskapsløftet, som har som mål ved utgangen av 10. trinn at elevene skal kunne «foreslå tiltak som kan verne naturen for framtidige generasjoner». De norske elevene på 8. trinn har trolig ikke fått undervisning om erosjon, som altså kan være et ukjent begrep for dem, noe som naturlig nok fører til at de ikke forstår oppgaven. At 44 prosent av de norske elevene lar være å svare på denne oppgaven, kan tyde på det. I tillegg må problemstillinger knyttet til erosjon kunne sies å være langt mindre aktuelle i Norge enn i mange andre land, og dette kan være ytterligere en faktor som gjør oppgaven vanskelig for norske elever.

Figur 6.11 Oppgave i Geofag med resultater for 8. trinn.

Forklar hvordan jorderosjonen kan minskes ved å plante trær.	Australia	35
	Italia	50
	Japan	47
	Norge	8
	Slovenia	33
	Int. gj.snitt	31

Oppgave 4 (8. trinn)

Figur 6.12 Oppgave i Fysikk med resultater for 8. trinn.



Australia	60
Italia	45
Japan	68
Norge	44
Slovenia	53
Int. gj.snitt	47

Figuren viser fire like store staver av forskjellig materiale. De er alle festet til bunnen av en beholder. Den samme voksmengden smøres på nederst på enden av hver stav. På hvilken stav vil voksen smelte først?

- (A) Glasstaven
- (B) Trestaven
- (C) Metallstaven
- (D) Plaststaven

Denne oppgaven er hentet fra fagområdet fysikk og plassert under emnet *energioverganger, varme og temperatur* og i den kognitive kategorien *anvende* i TIMSS. Oppgaven er på høyt nivå, der elevene skal ha forstått noen naturvitenskapelige begreper og prinsipper.

Dette er en flervalgsoppgave som dreier seg om hvilket materiale som overfører varme best, og riktig svar er alternativ C, metallstaven. De norske elevene ligger med sine 44 prosent marginalt under det internasjonale gjennomsnittet, som er på 47 prosent, men klart lavere enn alle referanselandene, unntatt Italia. Japan gjør det best blant referanselandene, med 68 prosent

riktige svar. Det vanligste feilsvaret i Norge er alternativ D, plaststaven, som ble valgt av 31 prosent av elevene.

I læreplanverket L97 kommer egenskaper ved metaller og oppvarming av stoffer inn blant hovedmålene på 5. trinn. Kunnskapsløftet nevner ikke spesielt metaller, men nevner magnetisme og hvordan stoffer er bygd opp, blant målene etter 7. trinn. Oppgaven er derfor vurdert til å falle inn under norsk læreplan. På bakgrunn av dette kunne man forvente et bedre resultat. I stedet får vi et eksempel på norske elevers svake prestasjoner på fagområdet fysikk.

Oppgave 5 (8. trinn)

Figur 6.13 Oppgave i Biologi med resultater for 8. trinn.

Grønne planter produserer næring og oksygen ved fotosyntese. Klorofyll er nødvendig for fotosyntese. Nevn to andre faktorer som er nødvendige for at fotosyntese kan foregå. 1. 2.	Helt riktig	
	Australia	33
	Italia	39
	Japan	75
	Norge	30
	Slovenia	55
	Int. gj.snitt	40
	Delvis riktig	
	Australia	26
	Italia	29
	Japan	24
	Norge	27
	Slovenia	35
	Int. gj.snitt	25

Denne oppgaven er hentet fra fagområdet biologi og plassert under emnet *celler og deres funksjon* og i den kognitive kategorien *kunne* i TIMSS. Den er brukt som et eksempel på hva elever på høyt kompetansenivå får til, men dette er da knyttet til helt riktig svar.

Dette er en åpen oppgave der elevene skal navngi to faktorer som trengs for at fotosyntese skal kunne skje. Elevene får ett poeng for hver faktor de oppgir som er riktig, maksimalt to poeng. Riktige svar kan for eksempel være sollys, karbondioksid, vann, luft eller enzymer. Også på denne oppgaven skårer de

6 Prestasjoner i naturfag

norske elevene relativt lavt, 30 prosent får to poeng, mens det internasjonale gjennomsnittet er på 40 prosent. Det er et stort spenn blant referanselandene. Australia skårer omtrent som Norge (33 prosent), mens japanske elever (med 75 prosent riktige svar) gjør det langt bedre enn norske elever.

En stor andel av de norske elevene får ett poeng (27 prosent). Sollyss, vann og karbondioksid er de mest vanlige svarene fra norske elever, det samme gjelder internasjonalt. På denne oppgaven gjør norske jenter det en del bedre enn guttene, med 8 prosentpoeng i jentenes favør. Internasjonalt er også jentene litt bedre (4 prosentpoeng).

Oppgave 6 (8. trinn)

Figur 6.14 Oppgave i Biologi med resultater for 8. trinn.

Hvilken egenskap finnes BARE hos pattedyr:	Australia	56
(A) Øyne som kan se farger	Italia	65
(B) Kjertler som kan lage melk	Japan	75
(C) Hud som kan absorbere oksygen	Norge	51
(D) Kropp som er beskyttet av skjell	Slovenia	76
	Int. gj.snitt	63

Oppgave 6 er fra fagområdet biologi, plassert under emnet *kjennetegn, klassifisering og livsprosesser hos organismer* og i den kognitive kategorien *kunne* i TIMSS. Den er på middels nivå, generelt kjennetegnet ved at elevene skal kunne gjøre rede for naturfaglig basiskunnskap over et spenn av emner.

Dette er en flervalgsoppgave, og elevene skal identifisere en egenskap som bare finnes hos pattedyr. Riktig svar er alternativ B, kjertler som kan lage melk. Også på denne oppgaven skårer norske elever relativt lavt sammenliknet med andre land, lavere enn internasjonalt gjennomsnitt og alle referanselandene. Slovenia gjør det best blant referanselandene, med 76 prosent riktige svar.

Det vanligste feilsvaret i Norge var alternativ C, at pattedyr har hud som kan absorbere oksygen, valgt av 21 prosent av elevene. Omtrent dobbelt så mange i Norge sammenliknet med hva som er vanlig internasjonalt, valgte alternativ C.

Felles kjennetegn for levende organismer og måter å gruppere dem på er et av hovedmomentene under L97 på 4. trinn. Her er pattedyr også spesifikt

nevnt under 7. trinn. I Kunnskapsløftet kommer sortering av dyr allerede etter 2. trinn, og kjennetegn ved virveldyr er nevnt som mål etter 7. trinn. Oppgaven burde dermed passe godt for norske elever.

Oppgave 7 (8. trinn)

Denne oppgaven er hentet fra fagområdet fysikk og plassert under emnet *lyd* og i den kognitive kategorien *anvende* i TIMSS. Den er på middels nivå.

Dette er en flervalgsoppgave der elevene skal velge én forklaring på hvorfor det ikke finnes ekko på månen. Riktig svar er alternativ C, at månen ikke har noen luft lyden kan bevege seg i. De norske elevene skårer rett under det internasjonale gjennomsnittet på denne oppgaven, mens samtlige referanse-land ligger over det internasjonale gjennomsnittet. Japan ligger øverst med 82 prosent.

Det vanligste feilsvaret i Norge var alternativ A, at gravitasjonskraften er for svak på månen, som ble valgt av 20 prosent av elevene. Selv om gravitasjonskraften på månen er svakere enn på jorda, er ikke dette relevant for spørsmålet i denne oppgaven.

Figur 6.15 Oppgave i Fysikk med resultater for 8. trinn.

En person som roper inne i en dal, vil høre et ekko fordi lyden reflekteres tilbake fra fjellene rundt. I en tilsvarende dal på månen, vil man ikke høre et ekko. Dette skyldes at

- (A) gravitasjonskraften er for svak på månen.
- (B) temperaturen på månen er for lav.
- (C) månen ikke har noen luft lyden kan bevege seg i.
- (D) fjellene på månen kan ikke reflektere lyden.

Australia	73
Italia	67
Japan	82
Norge	62
Slovenia	78
Int. gj.snitt	65

I læreplanverket L97 kommer månen og solsystemet inn i hovedmomenter på 4. trinn, mens lyd er tema på 2. og 7. trinn. I Kunnskapsløftet er det et mål etter 4. trinn at elevene skal kunne gjøre forsøk med luft og lyd, mens solsystemet kommer inn blant målene etter 7. trinn.

Oppgave 8 (8. trinn)

Figur 6.16 Oppgave i Geofag med resultater for 8. trinn.

Hvilken ressurs er ikke fornybar?	Australia	55
(A) bensin	Italia	68
(B) sand	Japan	49
(C) treverk	Norge	55
(D) oksygen	Slovenia	63
	Int. gj.snitt	49

Oppgave 8 (figur 6.16) er hentet fra fagområdet geofag og plassert under emnet *jordas ressurser, og hvordan de anvendes og bevares* og i den kognitive kategorien *kunne* i TIMSS.

I denne oppgaven skal elevene velge hvilken ressurs som ikke er fornybar. Over halvparten av de norske elevene velger det riktige alternativet, bensin. Dette er litt over gjennomsnittet internasjonalt. To av referanselandene ligger over Norge.

Blant norske elever er det vanligste feilsvaret oksygen, og det svaret som forekommer færrest ganger, er treverk. Det er små kjønnsforskjeller på denne oppgaven: 4 prosentpoeng i guttenes favør i Norge, litt mindre internasjonalt.

I læreplanverket L97 er fornybare og ikke fornybare ressurser først nevnt på 10. trinn. I Kunnskapsløftet 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.

Oppgave 9 (8. trinn)

Denne oppgaven er hentet fra fagområdet fysikk og plassert under emnet *krefter og bevegelse* og i den kognitive kategorien *anvende* i TIMSS. Den er plassert på det laveste nivået, der elevene har noe enkel basiskunnskap.

Dette er en flervalgsoppgave, der det presenteres fire figurer. Elevene skal velge hvilken figur som viser at det blir utført et arbeid. Riktig svar er alternativ C, dytte en kjerre opp en rampe. Oppgaven har en innledende forklaring som gjør den enklere: «Når en gjenstand blir flyttet i den retningen en kraft virker, blir det utført et arbeid.»

Elevene svarer gjennomgående riktig på denne oppgaven, norske elever ligger omtrent på det internasjonale gjennomsnittet, og tre fjerdedeler får poeng. Alle referanselandene ligger over det internasjonale gjennomsnittet, Slovenia ligger høyest med 88 prosent. Det vanligste feilsvaret i Norge er alternativ A, holde en tung gjenstand. Årsaken kan være at elevene ikke forstår definisjonen av arbeid som brukes i fysikk, selv om den er gjengitt i oppgaven, og i stedet tenker på erfaringer fra dagliglivet.

I læreplanverket L97 er ikke definisjonen av arbeid tema før på 10. trinn. Det samme gjelder Kunnskapsløftet, der arbeid nevnes under mål etter 10. trinn.

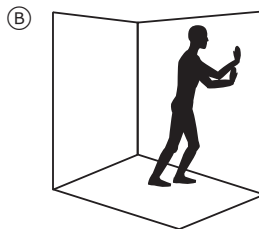
Figur 6.17 Oppgave i Fysikk med resultater for 8. trinn.

Når en gjenstand blir flyttet i den retningen en kraft virker, blir det utført et arbeid. En person utfører forskjellige aktiviteter, som vist på figurene nedenfor. På hvilken figur utfører personen arbeid?

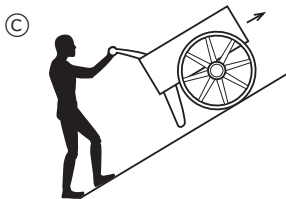
Australia	86
Italia	87
Japan	82
Norge	76
Slovenia	88
Int. gj.snitt	78



Holde en tung gjenstand



Dytte mot en vegg



Dytte en kjerre opp en rampe



Lese en bok

Oppgave 10 (8. trinn)*Figur 6.18 Oppgave i Biologi med resultater for 8. trinn.*

Cellene som overfører beskjeder, kalles	Australia	86
(A) hudceller	Italia	80
(B) nerveceller	Japan	89
(C) blodceller	Norge	78
(D) nyreceller	Slovenia	72
	Int. gj.snitt	75

Oppgave 10 er hentet fra fagområdet biologi og plassert under emnet *celler og deres funksjon* og i den kognitive kategorien *kunne* i TIMSS. Den er plassert på lavt kompetansenivå.

Dette er en flervalgsoppgave der elevene får spørsmål om hva de cellene som overfører beskjeder, kalles. Riktig svar er B, nerveceller, og det er gjennomgående høye skår på denne oppgaven, i Norge og internasjonalt.

Det vanligste feilsvaret for norske elever er blodceller, som ble valgt av 15 prosent av elevene. Det er ikke overraskende at blodceller, som beveger seg rundt i kroppen, var mest populært blant de gale svaralternativene. Det er noe kjønnsforskjell i guttenes favør i Norge (5 prosentpoeng). Internasjonalt er det ingen forskjell.

I læreplanverket L97 kommer «hvordan hjernen kommuniserer med resten av kroppen» inn som hovedmoment på 9. trinn. Nervesystemet nevnes som mål etter 10. trinn under Kunnskapsløftet. Oppbygning og funksjon av ulike deler av kroppen er imidlertid tema på flere tidligere trinn i både L97 og Kunnskapsløftet, og her er det sannsynlig at nervesystemet har blitt nevnt, selv om man ikke har gått mer i dybden før de siste årene på ungdomsskolen.

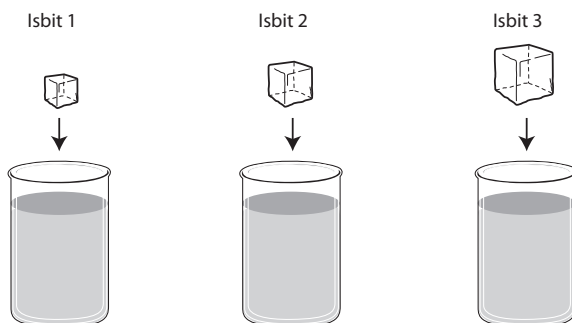
6.3.2 Eksempler på oppgaver gitt på 4. trinn

Også for 4. trinn vil det bli presentert minst to eksempler på oppgaver fra hvert av kompetansenivåene. Ett eksempel vil være hentet fra fagområdet biologi og ett fra fysikk/kjemi, og iblant vil det bli tatt med et eksempel fra geofag i tillegg. Presentasjonen starter med avansert kompetansenivå, videre går vi gjennom høyt, middels og lavt nivå.

Oppgave 11 (4. trinn)

Figur 6.19 Oppgave i Fysikk/kjemi med resultater for 4. trinn.

Susanne har tre isbiter med forskjellige størrelser. Hun legger dem i hvert sitt begerglass, som er helt like og har samme mengde vann. Tegningen under viser forsøket.



Australia	56
Italia	40
Japan	58
Norge	49
Slovenia	40
Int. gj.snitt	39

Hva skjer med isbitene når de legges i vannet?

- (A) Isbitene 1, 2 og 3 synker.
- (B) Isbitene 1, 2 og 3 flyter.
- (C) Isbit 1 flyter, og isbitene 2 og 3 synker.
- (D) Isbitene 1 og 2 flyter, og isbit 3 synker.

Den første oppgaven er hentet fra fagområdet fysikk/kjemi og plassert under emnet *klassifisering og egenskaper til stoffer* og i den kognitive kategorien *anvende* i TIMSS. Oppgaven er på avansert nivå, der elevene skal vise forståelse for noen naturvitenskapelige prosesser og sammenhenger og et begynnende resonnement knyttet til dette.

I oppgaven vises tre begerglass med samme mengde vann og tre isbiter av ulik størrelse som skal legges ned i hvert sitt begerglass. Elevene skal velge mellom ulike alternativer for hva som skjer med isbitene. Riktig svar er B, at isbitene 1, 2 og 3 flyter. På denne oppgaven gjør de norske elevene det ganske bra, Norge ligger klart over internasjonalt gjennomsnitt og på høyde med referanse-landene. Her kan god kjennskap til is ha gitt en viss fordel for våre elever.

Blant de norske elevene var alternativ D, at isbitene 1 og 2 flyter, og isbit 3 synker, det vanligste feilsvaret. Dette ble valgt av 22 prosent av elevene. Internasjonalt er det en kjønnsforskjell i guttenes favør på 6 prosentpoeng, i Norge er den halvparten så stor.

I læreplanverket L97 er det satt opp som hovedmomenter på 3. trinn å «undersøke hva som flyter og synker i vann» og «lære noe om faste stoffer, væsker og gasser». Kunnskapsløftet har ikke så spesifikke mål for dette så tidlig, men har forsøk med vann og å lage gjenstander som beveger seg ved hjelp av vann, som mål etter 2. trinn. Først som mål etter 7. trinn er væsker, gasser og faste stoffer nevnt i Kunnskapsløftet, men da skal elevene kunne forklare sammenhenger med partikkelmodellen, noe som er langt mer avansert enn det som kreves for denne oppgaven.

Oppgave 12 (4. trinn)

Figur 6.20 Oppgave i Biologi med resultater for 4. trinn.

På en øy lever en stor skilpadde. Han er den eneste gjenlevende av denne typen kjempeskilpadde.	Australia	48
Kan han formere seg slik at denne typen skilpadde ikke dør ut?	Italia	38
(Sett kryss i én rute.)	Japan	45
☐ Ja	Norge	18
☐ Nei	Slovenia	32
Skriv en grunn for svaret ditt	Int. gj.snitt	30

Oppgave 12 er hentet fra fagområdet biologi. Den faller inn under emnet *livssykluser, reproduksjon og arv* og befinner seg i den kognitive kategorien *resonnere* i TIMSS. Oppgaven er plassert på avansert kompetansenivå.

Oppgaven dreier seg om en art kjempeskilpadde der det bare finnes ett levende individ igjen, og elevene får spørsmål om skilpadden kan klare å reprodusere seg. Riktig svar gir ett poeng, og for å få det kan elevene oppgi at den trenger en annen skilpadde å pare seg med, eller at bare en hunnskilpadde kan legge egg. Å krysse av for «Nei» uten å oppgi en grunn gir ikke poeng.

Denne oppgaven falt svært vanskelig for norske elever. Kun 18 prosent av dem fikk poeng her, mot 30 prosent i gjennomsnitt internasjonalt. Alle referanselandene gjør det markert bedre enn Norge.

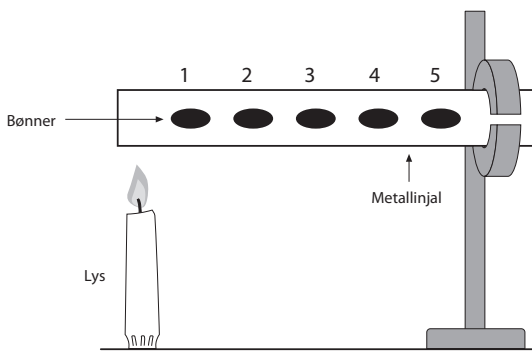
Til sammen 28 prosent av de norske elevene krysser av for «Nei» uten å oppgi noen grunn, dette er over det internasjonale gjennomsnittet, som er på 23 prosent. Videre krysser 40 prosent av de norske elevene av for «Ja» med eller uten forklaring, i likhet med 32 prosent internasjonalt. På denne oppgaven

er det noe kjønnsforskjell i jentenes favør med 6 prosentpoeng i Norge. Internasjonalt er det ingen slik forskjell.

Livssykluser hos planter og dyr er tema under både L97 og Kunnskapsløftet på henholdsvis 3. og 4. trinn. Her kan reproduksjon komme inn som en naturlig del.

Oppgave 13 (4. trinn)

Figur 6.21 Oppgave i Fysikk/kjemi med resultater for 4. trinn.



Australia	59
Italia	65
Japan	92
Norge	53
Slovenia	70
Int. gj.snitt	57

Noen bønner er festet med smør til en metallinjal som vist på figuren ovenfor. Linjalen varmes opp i en ende. I hvilken rekkefølge vil bønnene falle av?

- (A) 1, 2, 3, 4, 5
- (B) 5, 4, 3, 2, 1
- (C) 1, 3, 5, 4, 2
- (D) Samtidig

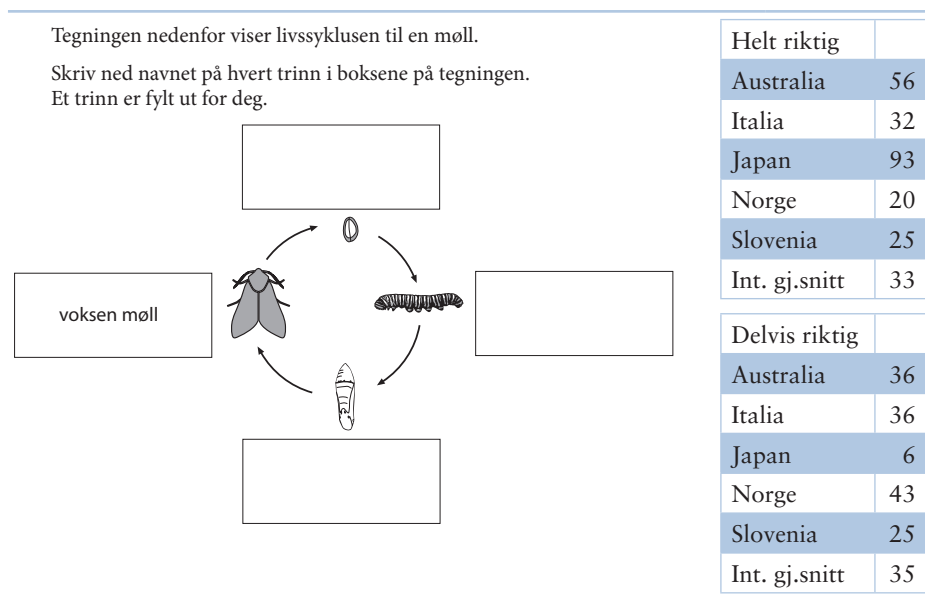
Oppgave 13 er fra fagområdet fysikk/kjemi, og den er plassert under emnet *energikilder, varme og temperatur* og i den kognitive kategorien *resonnere* i TIMSS. Den er på høyt kompetansenivå, som generelt kjennetegnes ved at elevene skal kunne anvende kunnskap og forstå hverdagsfenomener.

Oppgaven viser en linjal av metall der bønner er limt fast med smør. Linjalen blir varmet opp i den ene enden, og elevene blir spurt i hvilken rekkefølge bønnene vil falle av. Vel halvparten av de norske elevene krysser av for riktig alternativ, A, noe som er på høyde med det internasjonale gjennomsnittet. Alle referanselandene ligger noe over Norge. Japan ligger høyest, med over 90 prosent riktige svar.

Læreplanverket L97 nevner egenskaper ved ulike materialer flere steder på småskoletrinnene, blant annet i hovedmål for 1.–4. trinn og som hovedmoment på 2. trinn. Metaller og hva oppvarming av stoffer kan føre til, er imidlertid ikke nevnt i L97 før på 5. trinn. Kunnskapsløftet nevner lett observerbare egenskaper ved stoffer som mål etter 2. trinn. Å «gjennomføre forsøk som viser at stoffer kan endre karakter når de blir utsatt for ulike påvirkninger» står som mål etter 4. trinn.

Oppgave 14 (4. trinn)

Figur 6.22 Oppgave i Biologi med resultater for 4. trinn.



Dette er en biologioppgave plassert under emnet *livssykluser, reproduksjon og arv* og i den kognitive kategorien *kunne* i TIMSS. Den er et eksempel på hva en elev på høyt nivå kan i biologi. Full skår på to poeng regnes for høyt nivå, mens å få ett poeng betraktes som lettere.

Oppgaven viser en figur med livssyklusen til en møll. Elevene skal fylle ut navn på tre av stadiene (egg, larve, puppe). De får to poeng for å navngi tre stadier korrekt, og de får ett poeng for å navngi ett eller to stadier korrekt. Synonymer, som kokong i stedet for puppe, gir selvsagt også poeng.

Nokså få norske elever får to poeng, 20 prosent, mot et internasjonalt gjennomsnitt på 33 prosent. I tillegg oppnår 43 prosent av de norske elevene ett poeng. Japanske elever utmerker seg spesielt med over 90 prosent riktig på denne oppgaven.

I læreplanverket L97 er å «observere enkle livssykluser hos planter og dyr» et hovedmoment på 3. trinn, mens Kunnskapsløftet har som mål etter 4. trinn at eleven skal kunne «samtale om livssyklusen til noen plante- og dyrearter». Ut fra dette synes resultatet for Norge å være svakere enn man kunne forvente.

Oppgave 15 A og B (4. trinn)

Figur 6.23 Oppgave i Geofag med resultater for 4. trinn.

Tabellen nedenfor viser avstanden fra sola til fire planeter i solsystemet vårt.

	Jorda	Mars	Merkur	Saturn
Omtrentlig avstand fra sola (i millioner km)	150	230	58	1400

A. Hvilken av disse planetene er nærmest sola?

- (A) Jorda
- (B) Mars
- (C) Merkur
- (D) Saturn

B. Hvilken av disse fire planetene har sannsynligvis den **laveste** gjennomsnittlig temperaturen på overflata?

Oppgave A	
Australia	79
Italia	64
Japan	75
Norge	64
Slovenia	71
Int. gj.snitt	61

Oppgave B	
Australia	67
Italia	49
Japan	52
Norge	41
Slovenia	49
Int. gj.snitt	41

Oppgave 15 er fra fagområdet geofag, og den er plassert under emnet *jordas plass i solsystemet* og i den kognitive kategorien *anvende* i TIMSS. Det gjelder både oppgave A og oppgave B.

I oppgaveteksten blir det gitt en tabell med avstandene fra sola til fire planeter: Jorda, Mars, Merkur og Saturn. Det er to deloppgaver, der A er en flervalgsoppgave med spørsmål om hvilken planet som er nærmest sola. I B gis det ett poeng for å oppgi Saturn – alle andre svar gir null poeng.

I oppgave A valgte 64 prosent av de norske elevene riktig svar, Merkur. Resten av elevene fordelte seg nokså jevnt på de resterende svaralternativene. Norske elever presterer i overkant av det internasjonale gjennomsnittet, men svakere enn referanselandene, unntatt Italia, som oppnår samme skår.

I oppgave B svarer 41 prosent av de norske elevene riktig, Saturn, noe som igjen er på høyde med det internasjonale gjennomsnittet, men svakere enn samtlige referanseland. Guttene gjør det bedre på denne oppgaven i Norge, de ligger 8 prosentpoeng over jentene. Internasjonalt er kjønnsforskjellen i guttenes favør 3 prosentpoeng. Kjønnsforskjellene på denne oppgaven varierer mye fra land til land, for eksempel ligger jentene i Japan 8 prosentpoeng over guttene.

I læreplanverket L97 er å «arbeide med en enkel modell for solsystemet» et hovedmoment på 4. trinn. I Kunnskapsløftet har verdensrommet fått sitt eget gjennomgående hovedområde, og etter 4. trinn skal elevene kunne «fortelle om noen av planetene i vårt solsystem», mens det å kunne beskrive solsystemet og en modell for solsystemet er mål etter 7. trinn.

Oppgave 16 (4. trinn)

Denne oppgaven er hentet fra fagområdet biologi og plassert under emnet *interaksjoner med miljøet* og i den kognitive kategorien *resonnere* i TIMSS. Den er på middels kompetansenivå, som generelt kjennetegnes ved at elevene har en del basiskunnskaper og kan anvende disse på enkle problemer.

I oppgaven skal elevene beskrive mulige årsaker til hvorfor en av plantene har vokst mye mer enn den andre. Et riktig svar, som gir ett poeng, kan for eksempel være at Karls plante har fått mer vann eller gjødsel enn Jannes plante.

På denne oppgaven gjør de norske elevene det relativt bra, i likhet med de fleste referanselandene, og ligger klart over det internasjonale gjennomsnittet. Japan skiller seg ut med et svakt resultat, og skårer langt under internasjonalt gjennomsnitt.

Læreplanverket L97 har oppført stell av planter som hovedmomenter på både 3. og 4. trinn, men venter til 6. trinn med å nevne spesifikke faktorer som påvirker vekst hos planter. Kunnskapsløftet nevner faktorer som påvirker vekst hos planter som mål ved utgangen av 7. trinn, mens livssyklus og hva som skjer med en flerårig plante over tid, er oppført i mål etter 4. trinn.

Figur 6.24 Oppgave i Biologi med resultater for 4. trinn.

Karl og Janne hadde hvert sitt solsikkefrø fra samme plante. De tok to helt like blomsterpotter og fylte jord i begge. Så plantet de et frø i hver sin potte. Karl tok vare på en plante hjemme hos seg, og Janne gjorde det samme hjemme hos seg.

Etter en stund sammenliknet de plantene. Det viste seg at det var stor forskjell på hvor mye plantene hadde vokst. Dette er vist på tegningen nedenfor.



Karls plante



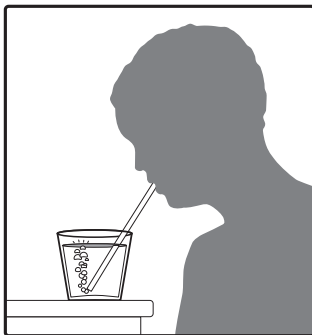
Jannes plante

Hvordan kan Karl ha behandlet planten sin annerledes enn det Janne gjorde? Beskriv en måte.

Australia	83
Italia	79
Japan	49
Norge	78
Slovenia	81
Int. gj.snitt	64

Oppgave 17 (4. trinn)

Figur 6.25 Oppgave i Fysikk/kjemi med resultater for 4. trinn.



Australia	67
Italia	47
Japan	65
Norge	63
Slovenia	67
Int. gj.snitt	52

Når du blåser gjennom et sugerør i vann, kommer det bobler som stiger opp til overflaten. Hvorfor stiger boblene i vannet?

Denne oppgaven i fysikk/kjemi er plassert under emnet *krefter og bevegelse* og i den kognitive kategorien *anvende* i TIMSS. Den er et eksempel på hva en elev kan på middels nivå.

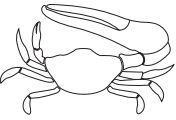
Elevene blir spurt om hvorfor bobler av luft stiger i vann etter at man har blåst ned i vannet med et sugerør. Riktig svar gir ett poeng, og mulige svar kan for eksempel være at boblene er lettere enn vann, eller at de består av gass eller luft.

Her skårer de norske elevene høyere enn det internasjonale gjennomsnittet. Flesteparten av de norske elevene som svarer riktig, gir et svar som henspiller på gass eller luft i boblene, mens en mindre andel poengterer at boblene er lettere enn vann.

I læreplanverket L97 er å «undersøke hva som flyter eller synker i vann» og å «lære noe om faste stoffer, væsker og gasser» hovedmomenter på 3. trinn. Kunnskapsløftet har som mål etter 2. trinn at elevene skal ha gjort forsøk med vann og ha laget gjenstander som kan bevege seg ved hjelp av vann. Videre er forsøk med luft nevnt som mål etter 4. trinn. Det er sannsynlig at undervisningen i den forbindelse har kommet inn på egenskaper ved vann og luft.

Oppgave 18 (4. trinn)

Figur 6.26 Oppgave i Biologi med resultater for 4. trinn.

Hvilket av disse dyrene lever mest trolig i ørkenen?			
(A) 		Australia	88
		Italia	62
(B) 		Japan	66
		Norge	77
(C) 		Slovenia	62
		Int. gj.snitt	68
(D) 			

Denne biologioppgaven er plassert under emnet *interaksjoner med miljøet* og i den kognitive kategorien *kunne* i TIMSS. Den er et eksempel på hva elever som når det enkleste nivået, lavt nivå, har av elementære kunnskaper i naturfag.

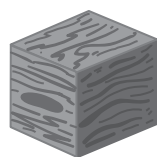
I denne oppgaven skal elevene velge hvilket av fire dyr som mest sannsynlig lever i en ørken. I Norge krysser omtrent tre fjerdedeler av elevene av for det riktige svaret, øgle. Dette er bedre enn det internasjonale gjennomsnittet og alle referanselandene, unntatt Australia. En mulig forklaring på at australske elever lykkes så godt på denne oppgaven, kan være at øgler og ørken er spesielt godt kjent i Australia.

Læreplanverket L97 og Kunnskapsløftet fokuserer på småskoletrinnet på arter og biotoper i nærmiljøet, altså noe som elevene selv kan observere og beskrive. Men de eksotiske dyrene i oppgaven er velkjente fra barnebøker og lekedyr, og det er enkelt å bruke eliminasjonsmetoden på alternativene. Nesten ingen av de norske elevene velger bjørn eller krabbe, mens 11 prosent velger tiger. Norske gutter presterer 12 prosentpoeng bedre enn jentene på denne oppgaven. Internasjonalt er kjønnsforskjellen langt mindre.

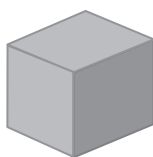
Oppgave 19 (4. trinn)

Figur 6.27 Oppgave i Fysikk/kjemi med resultater for 4. trinn.

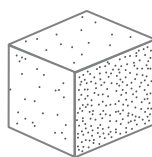
De tre gjenstandene nedenfor har samme form og størrelse.



tre



jern



isopor

Australia	68
Italia	88
Japan	94
Norge	81
Slovenia	89
Int. gj.snitt	80

Hvilket utsagn om vekten til gjenstandene er mest sannsynlig riktig?

- (A) Gjenstanden av tre er tyngst.
- (B) Gjenstanden av jern er tyngst.
- (C) Gjenstanden av isopor er tyngst.
- (D) Alle gjenstandene veier like mye.

Den siste oppgaven er fra fagområdet fysikk/kjemi, og den er plassert under emnet *klassifikasjon og egenskaper til stoffer* og i den kognitive kategorien *anvende* i TIMSS. Dette er en oppgave på lavt nivå.

Her får elevene en figur som viser tre gjenstander med samme form og størrelse, og som er laget av ulike materialer. Elevene skal velge ett av fire utsagn om vekten av objektene, der riktig svar er alternativ B, at gjenstanden av jern er tyngst. Over 80 prosent av norske elever svarer riktig, jevn godt med det internasjonale gjennomsnittet. Det vanligste feilsvaret i Norge er alternativ A, at gjenstanden av tre er tyngst, som 8 prosent har valgt.

Læreplanverket L97 nevner egenskaper ved ulike materialer flere steder på småskoletrinnene, blant annet i hovedmål for 1.–4. trinn og som hovedmoment på 2. trinn. Kunnskapsløftet nevner også lett observerbare egenskaper ved stoffer som mål etter 2. trinn. Denne oppgaven er derfor klart i samsvar med norsk læreplan.

6.4 Kjønnforskjeller på ulike fagområder

Generelt er det ingen forskjeller mellom jenters og gutters prestasjoner i naturfag verken på 8. eller 4. trinn i Norge (se kapittel 8 for mer om dette og en sammenlikning av kjønnforskjeller i ulike land).

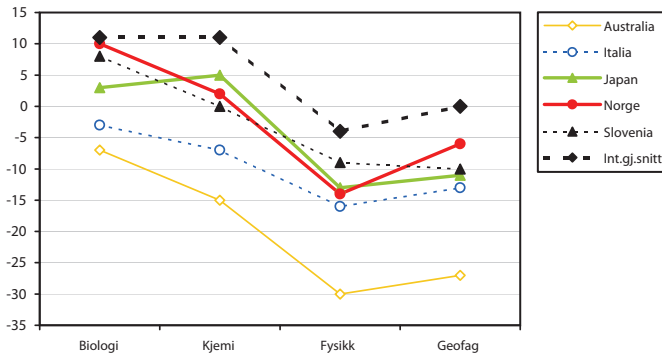
Naturfag i skolen er satt sammen av flere fag: biologi, fysikk, kjemi og geofag. Tidligere undersøkelser har vist at prestasjonene på de forskjellige fagområdene kan være ganske ulike hos jenter og gutter (Lie et al. 1997a; Grønmo et al. 2004). Det kan derfor være interessant å se på eventuelle kjønnforskjeller på de ulike fagområdene.

Figur 6.28 viser kjønnforskjeller på de ulike fagområdene i Norge og referanselandene på 8. trinn. Kjønnforskjellene er beregnet ved å ta jentenes skår i poeng og trekke fra guttenes skår, og forskjellene som vises i figur 6.28 og 6.29, er altså i skår, ikke prosentpoeng. En positiv forskjell betyr da at jentene gjør det best, en negativ at guttene er best. I samsvar med tidligere undersøkelser gjør norske jenter det best i biologi, mens guttene gjør det best i fysikk og geofag. Disse forskjellene er signifikante. Jentene gjør det også marginalt bedre enn guttene i kjemi, men den forskjellen er ikke signifikant.

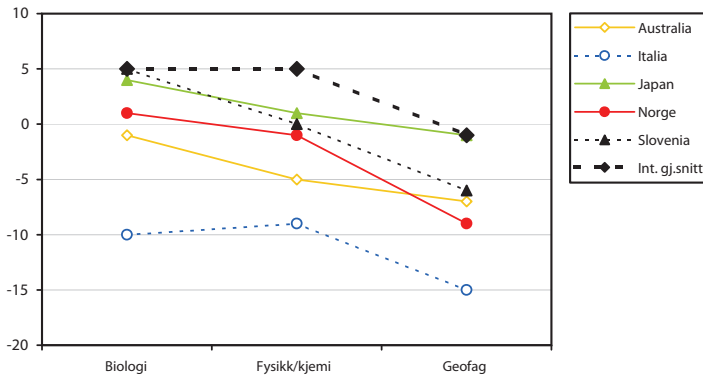
Resultatene for Japan og Slovenia har klare likhetstrekk med resultatet for Norge. I Australia og Italia presterer guttene best på alle fagområdene. Kjønnforskjellene i geofag er mindre i Norge enn i referanselandene, mens

det omvendte gjelder for biologi, der den er større i Norge enn i noen av referanselandene.

Figur 6.28 Kjønnforskjeller på de ulike fagområdene i naturfag på 8. trinn (jentenes skår minus guttenes skår)



Figur 6.29 Kjønnforskjeller på de ulike fagområdene i naturfag på 4. trinn (jentenes skår minus guttenes skår)



Figur 6.29 viser kjønnforskjeller på de ulike fagområdene i Norge og referanselandene på 4. trinn. Her går de fleste forskjellene i guttenes favør, og med større utslag enn de forskjellene som går i jentenes favør. Ingen av de landene der jentene gjør det betydelig bedre enn guttene, er representert blant våre referanseland. Dette gjelder særlig et utvalg arabisktalende land.

Som på 8. trinn gjør jentene det relativt sett best i biologi, og guttene gjør det best i geofag. Trenden ser ut til stort sett å være den samme i Norge og i referanselandene. Den største kjønnforskjellen i Norge finnes i geofag, der

guttene gjør det betydelig og signifikant bedre enn jentene. Kjønnsskjellene er størst i Italia og Australia. I Italia gjør guttene det betydelig bedre enn jentene på alle fagområder.

6.4.1 Endringer i kjønnsskjeller

Tidligere undersøkelser, blant annet TIMSS 1995, har rapportert om en del kjønnsskjeller i naturfag i Norge som stort sett går i guttenes favør (Lie et al. 1997a). I TIMSS 2007 ble det derimot ikke funnet kjønnsskjeller i naturfag generelt for Norge (se kapittel 8), men det ble funnet forskjeller for de ulike fagområdene (se foregående delkapittel). Det kan derfor være interessant å se på hvordan kjønnsskjellene i Norge har endret seg over tid.

Når kjønnsskjellene i TIMSS 2007 sammenliknes med TIMSS 2003 (Grønmo et al. 2004), har det ikke skjedd så store endringer. Men studerer man kjønnsskjellene over et lengre tidsrom, ser man derimot mer betydelige endringer. I 1995 var det en nokså stor kjønnsskjell i guttenes favør (13 poeng) på det som den gang var 6. og 7. trinn (Lie et al. 1997a). Denne forskjellen var mindre i forhold til tidligere sammenliknbare undersøkelser på 1970- og 1980-tallet, og Lie et al. (1997a) rapporterte om en betydelig nedgang i kjønnsskjeller over tid. Det ser dermed ut som om nedgangen i kjønnsskjeller i den aldersgruppa som nå er 8. trinn, har vært en vedvarende trend fra 1970-tallet og fram til nå, og at bildet har endret seg vesentlig, slik at en relativt stor kjønnsskjell i guttenes favør har blitt borte.

Utviklingen i kjønnsskjeller på 4. trinn har i store trekk fulgt det samme mønsteret som på 8. trinn. Det er altså en trend på begge trinn (4. og 8.) at en klar kjønnsskjell i guttenes favør har forsvunnet i løpet av de siste tiårene.

6.5 Oppsummering

- I naturfag er det en relativt stor andel lavtpresterende elever i Norge. Prosentandelen norske elever som presterer på høyt og avansert kompetansenivå, er lav i et internasjonalt perspektiv. Dette gjelder for både 4. og 8. trinn.
- I perioden fra 1995 til 2007 har det på både 4. og 8. trinn vært en klar økning i prosentandelen norske elever på lavt kompetansenivå og under, og det har vært en klar nedgang i prosentandelen elever på høyt og avansert kompetansenivå.

- I siste del av perioden, fra 2003 til 2007, har det imidlertid vært en forbedring i naturfagresultatene for Norge på 4. trinn, mens det har vært en viss tilbakegang på 8. trinn.
- Norske elever på både 4. og 8. trinn gjør det generelt best i geofag, deretter følger biologi.
- Norske elever gjør det generelt dårligst i fysikk på begge trinn. (På 4. trinn er fysikk og kjemi slått sammen, men kjemi er representert med ett emne, mens fysikk er representert med fem.)
- Norske elever gjør det bra på mange oppgaver på lavt nivå, men relativt svakt på flere av de mer krevende oppgavene.
- Det er små kjønnsforskjeller i naturfagprestasjoner hos norske elever. Tidligere relativt store kjønnsforskjeller i guttenes favør har forsvunnet.
- Guttene er jevnt over best i fysikk og geofag, mens jentene er best i biologi og til dels kjemi.

7 Undervisning i naturfag

Ole Kristian Bergem, Jorun Nyléhn og Liv Sissel Grønmo

Både elevspørreskjemaene og lærerspørreskjemaene i TIMSS inneholder en rekke spørsmål om undervisning i naturfag. I dette kapittelet blir utvalgte deler av disse dataene analysert og kommentert. Svarene som elever og lærere har gitt, blir brukt til å belyse det som synes å karakterisere norsk naturfagundervisning i et internasjonalt perspektiv. Utviklingen fra TIMSS 2003 til TIMSS 2007 vil også bli kommentert, der hvor dette synes relevant.

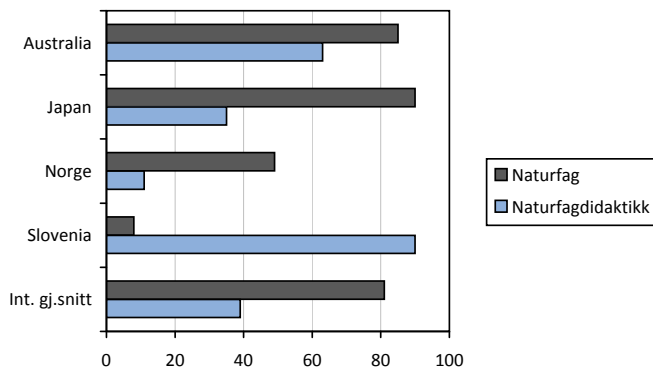
7.1 Naturfaglærernes kvalifikasjoner

I nyere skolepolitiske dokumenter (St.meld. nr. 30, KD 2003–2004; St.meld. nr. 31, KD 2007–2008) legges det stor vekt på lærerens betydning for å fremme et kunnskapsløft i skolen. Dette markerer på mange måter et skifte i forhold til tidligere skolepolitiske dokumenter som har skissert en tilbaketrukket lærerrolle, med elevens indre motivasjon som den viktigste drivkraften for læring (Elstad & Turmo 2007). Det finnes en rekke internasjonale empiriske studier som vektlegger betydningen av god undervisning, og som viser at dette er særlig viktig for de svake elevene (Kirschner et al. 2006; Schnotz & Kürschner 2007). Å vektlegge læreren i større grad er dermed i tråd med trender i senere internasjonal forskning.

Gjennomgående er resultatene i dette kapittelet vektet etter antall elever i klassen som læreren underviser. Flere steder brukes formuleringen «prosentandel av lærere», men helt presist menes her «vektet prosentandel av lærere i forhold til antall elever lærerne underviser».

7 Undervisning i naturfag

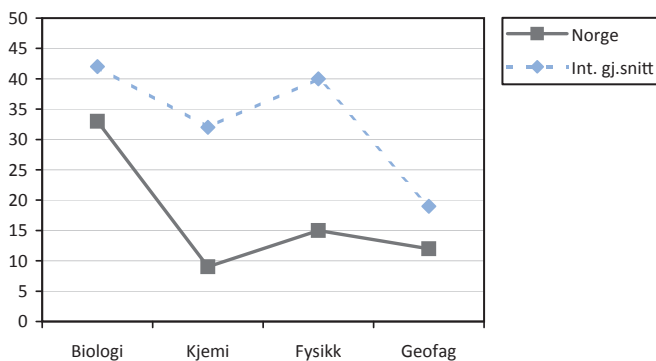
Figur 7.1 Prosentandelen av naturfaglærerne på 8. trinn som oppgir at de har fordypning i naturfag og/eller naturfagdidaktikk



Figur 7.1 viser prosentandelen naturfaglærere på 8. trinn i Norge og tre referanseland som oppgir at de har fordypning i naturfag og/eller naturfagdidaktikk. Med fordypning menes minst 60 studiepoeng (20 vekttall) i et av fagene biologi, fysikk, kjemi eller geofag.

Vi ser at betydelig færre lærere i Norge har slik fordypning enn hva som er vanlig internasjonalt. Særlig er det få norske naturfaglærere som har fordypning i naturfagdidaktikk.

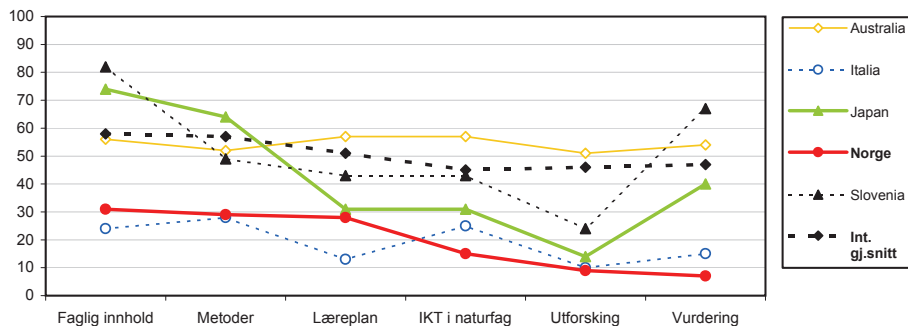
Figur 7.2 Sammenlikning mellom Norge og det internasjonale gjennomsnittet når det gjelder hvilke fagområder naturfaglærere på 8. trinn oppgir å ha fordypning i



Figur 7.2 viser en sammenlikning mellom Norge og det internasjonale gjennomsnittet når det gjelder hvilke fagområder naturfaglærere på 8. trinn oppgir å ha fordypning i. Vi gjør oppmerksom på at én lærer kan ha fordypning i flere fag, og at summen av prosentandelene i figur 7.2 derfor ikke kan sam-

menliknes direkte med prosentandelene i figur 7.1. Av figur 7.2 framgår det at forskjellene mellom norske lærere og det internasjonale gjennomsnittet er størst på fagområdene fysikk og kjemi og minst på geofag.

Figur 7.3 Prosentandelen av naturfaglærerne på 8. trinn som oppgir at de har deltatt i etter- eller videreutdanning i ulike temaer de siste to årene



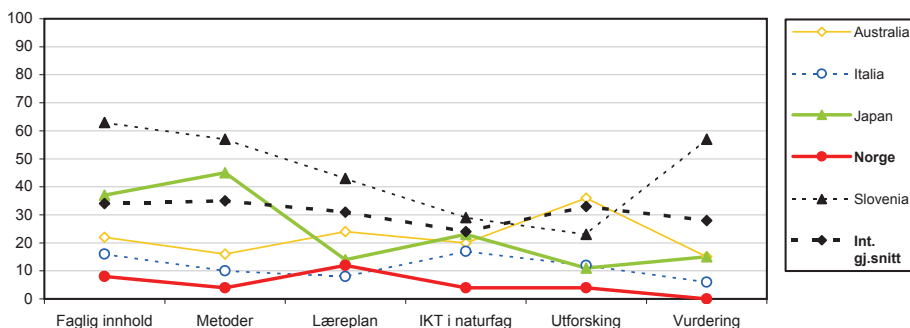
Figur 7.3 viser prosentandelen av naturfaglærerne på 8. trinn som oppgir at de har deltatt i etter- eller videreutdanning de siste to årene. Vi gjør oppmerksom på at kategoriene i figur 7.3 og 7.4 er noe forkortet. Med kategorien utforsking menes «utvikling av elevens kritiske tenkning eller ferdigheter i å utforske».

Av figur 7.3 framgår det at norske naturfaglærere deltar i mindre grad i etter- og videreutdanning enn lærerne i de fleste av referanselandene. Norge ligger under det internasjonale gjennomsnittet i samtlige kategorier.

Figur 7.4 viser prosentandelen av naturfaglærerne på 4. trinn som oppgir at de har deltatt i etter- eller videreutdanning de siste to årene. For Norges del er bildet stort sett det samme på 4. som på 8. trinn. Også på 4. trinn deltar norske lærere i langt mindre grad i etter- og videreutdanning enn det som er vanlig internasjonalt. Forskjellene mellom Norge og det internasjonale gjennomsnittet er minst for kategorien læreplan, noe som ikke er overraskende med tanke på innføringen av Kunnskapsløftet i 2006. På dette feltet har Norge hatt mer etter- og videreutdanning enn Italia. Ellers ser vi at Norge, sammenliknet med referanselandene, ligger lavest på alle områdene.

7 Undervisning i naturfag

Figur 7.4 Prosentandelen av naturfaglærerne på 4. trinn som oppgir at de har deltatt i etter- eller videreutdanning i ulike temaer de siste to årene



Generelt er det flere lærere som deltar i etter- og videreutdanning på 8. enn på 4. trinn. Dette gjelder for Norge, samtlige referanseland og det internasjonale gjennomsnittet. I et internasjonalt perspektiv er hovedfunnet for Norges del at norske lærere på både 8. og 4. trinn oppgir at de i liten grad deltar i faglig relevant etter- og videreutdanning.

Rapporten fra TIMSS 2003 poengterte at lærernes ønske om videreutdanning så ut til å være større enn tilbudet i Norge (Grønmo et al. 2004). Funn fra evalueringen av Reform 97 understøttet dette, der ble det påvist at 76 prosent av lærerne på 7. årstrinn ønsket etterutdanning eller videreutdanning i faget (Almendingen et al. 2003).

7.2 Tid til naturfag og ulike fagområder

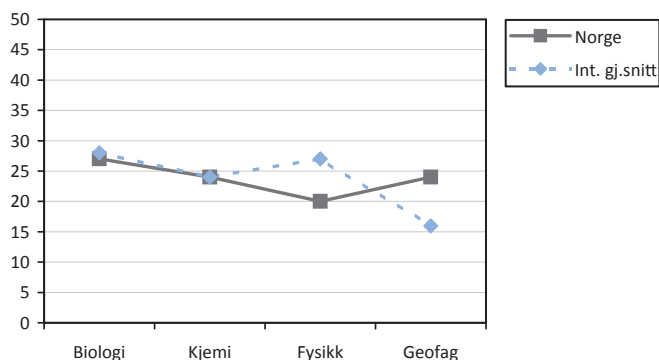
I Norge har timetallet til naturfag økt med 29 timer på barnetrinnet siden TIMSS 2003. Timeantallet på ungdomstrinnet er ikke endret. Endringen på barnetrinnet skjedde som en del av innføringen av Kunnskapsløftet i 2006.

Hvor stor andel av den samlede undervisningstiden som brukes til naturfag, varierer fra land til land. I TIMSS samles det inn data om dette, men vi har valgt å ikke presentere dette tallmaterialet i denne boka. Kort oppsummert kan det sies at Norge ligger noe under gjennomsnittet internasjonalt på både 4. og 8. årstrinn, med henholdsvis 10 prosent på 8. trinn (mot 12 prosent internasjonalt) og 7 prosent på 4. trinn (mot 9 prosent internasjonalt). Her bør det i tillegg nevnes at noen av emnene som inkluderes i naturfag i TIMSS, i Norge sorterer under henholdsvis samfunnsfag, kroppsøving og

mat og helse. Dette kompliserer den internasjonale sammenlikningen, men vi vil ikke redegjøre videre for dette her.

Hvordan undervisningstiden i naturfag fordeles på de ulike fagområdene, varierer også en god del mellom landene som deltar i TIMSS. På dette spørsmålet har vi valgt å sammenlikne Norge utelukkende med det internasjonale gjennomsnittet (figur 7.5). Vi ser at i Norge brukes en større andel av undervisningstiden i naturfag til geofag og en mindre andel til fysikk enn hva som er vanlig internasjonalt. For biologi og kjemi er forskjellene mellom Norge og det internasjonale gjennomsnittet små.

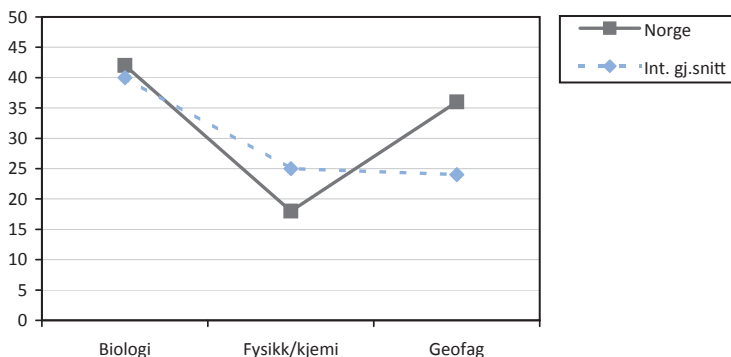
Figur 7.5 Prosentandeler av undervisningstiden i naturfag brukt på ulike fagområder på 8. trinn. Basert på lærernes rapportering



Figur 7.6 viser fordelingen av undervisningstiden i naturfag på de ulike fagområdene for 4. trinn, og det er det samme mønsteret som gjenspeiles. I forhold til det internasjonale gjennomsnittet bruker vi i Norge mer tid på geofag og mindre tid på fysikk/kjemi. I biologi ligger vi nær det internasjonale gjennomsnittet.

7 Undervisning i naturfag

Figur 7.6 Prosentandeler av undervisningstiden i naturfag brukt på ulike fagområder på 4. trinn



Som en oppsummering av kapittel 7.2 kan vi slå fast at resultatene fra TIMSS 2007 gir et entydig bilde av fordelingen av undervisningstiden innen naturfag i norsk skole. Relativt til det internasjonale gjennomsnittet bruker vi i Norge mest tid til biologi og geofag og minst tid til fysikk og kjemi på både 4. og 8. trinn. Dette stemmer godt overens med funnene fra TIMSS 1995 og TIMSS 2003 (Lie et al. 1997a; Grønmo et al. 2004).

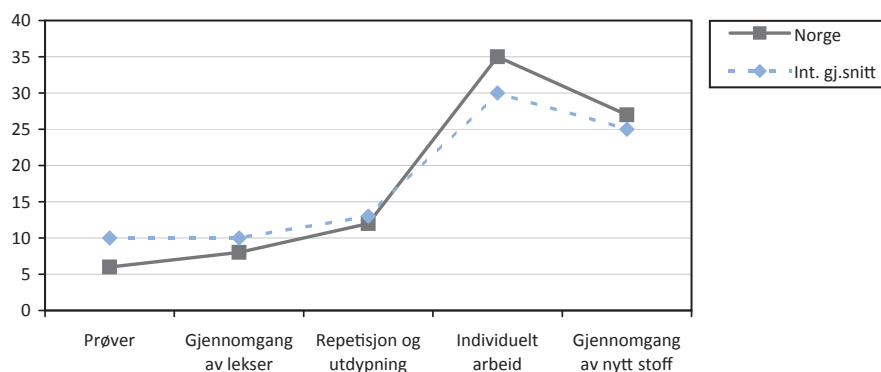
Mellom 1995 og 2003 ble læreplanverket L97 innført. Gjennom dette læreplanverket ble det opprettet et eget fag for naturfaglige emner (natur- og miljøfag). Siden det ikke ble funnet betydelige endringer mellom undersøkelsene i TIMSS i 1995 og 2003, konkluderte Grønmo et al. (2004a) med at innføringen av natur- og miljøfag ikke førte til en endret vektlegging av ulike fagområder innen naturfag. Resultatene fra TIMSS 2007 viser at denne fordelingen fremdeles gjelder, også etter innføringen av Kunnskapsløftet i 2006.

7.3 Arbeidsmetoder i naturfag

Lærerne på 8. trinn ble spurt om hvor stor prosentandel av undervisningstiden som ble brukt på ulike aktiviteter, og lærernes svar er vist i figur 7.7. Vi har igjen valgt utelukkende å presentere resultatene for Norge og sammenlikne disse med det internasjonale gjennomsnittet. I tillegg til de kategoriene som er tatt med i figur 7.7, fikk lærerne spørsmål om tid brukt til «ikke-faglige aktiviteter» og «andre elevaktiviteter». Norge ligger litt under det internasjonale gjennomsnittet for førstnevnte kategorien, og litt over for den sistnevnte. Disse kategoriene er altså utelatt i figur 7.7.

Av figur 7.7 framgår det at profilen for Norge ikke er veldig forskjellig fra det internasjonale gjennomsnittet. Vi legger likevel merke til at norske elever på dette trinnet bruker relativt mye tid på individuelt arbeid, og at mindre tid går med til prøver enn det som er vanlig internasjonalt. At norske elever arbeider mye med oppgaver på egen hånd, er kommentert mer utførlig i forbindelse med matematikkfaget i kapittel 4.3 og kapittel 9 i denne boka. Et tilsvarende funn ble rapportert fra TIMSS 2003 (Grønmo et al. 2004) og samsvarer med funn fra evalueringen av L97. Almendingen et al. (2003) påpekte for eksempel i sin evalueringsrapport at det var mye individuelt arbeid i natur- og miljøfag på 7. trinn. PISA+, en nylig utført klasseromsstudie i matematikk, naturfag og norsk på ungdomstrinnet, påviste også det samme, men viste at bruk av individuelt arbeid er enda mer omfattende i matematikk enn i naturfag (Klette et al. 2008). Våre data fra TIMSS 2007 synes å bekrefte dette mønsteret.

Figur 7.7 Prosentandeler av undervisningstiden som blir brukt til ulike aktiviteter i naturfag på 8. trinn, som rapportert av lærerne



7.4 Eksperimentell undervisning i naturfag

Kind (2003) framholder at det er tradisjon for å vektlegge eksperimenter og praktisk elevarbeid i norsk naturfagundervisning. I Kunnskapsløftet er naturvitenskapelige arbeidsmåter framhevet som et gjennomgående hovedområde på alle årstrinn i grunnskole og videregående skole (*Forskerspiren*).

Kind (2003) viser til at praktisk arbeid kan ha ulike mål:

- Elevene skal bli kjent med og få erfaring med naturfenomener, og lære begreper, teorier eller modeller som forklarer disse.

7 Undervisning i naturfag

- Elevene skal lære om naturvitenskap og hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikles.
- Elevene skal lære å utøve naturvitenskap, kunne anvende framgangsmåter og instrumenter, og argumentere innen faget.
- Undervisningen skal skape interesse og motivasjon for naturfag gjennom opplevelser.

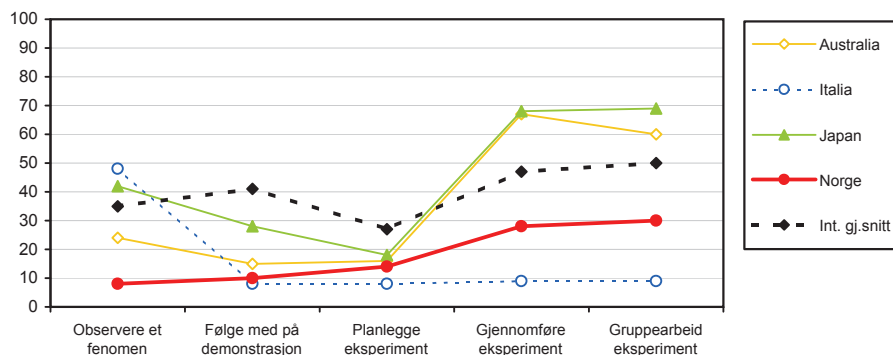
I TIMSS 2007 ble lærere og elever på 4. og 8. trinn spurt om frekvensen av ulike typer eksperimentell undervisning i naturfag. Vi vil her presentere lærernes svar. Kategoriene langs førsteaksene i figur 7.8 og 7.9 er av plasshensyn forkortet, og de representerer følgende:

- observere naturfenomener og beskrive hva de ser
- se læreren demonstrere et eksperiment eller en undersøkelse
- utforme eller planlegge eksperimenter eller undersøkelser
- gjennomføre eksperimenter eller undersøkelser
- arbeide i små grupper med eksperimenter eller undersøkelser

Lærerne og elevene ble bedt om å angi hvor ofte denne typen undervisning forekom, gjennom å krysse av for ett av alternativene «Hver eller nesten hver time», «Omtrent halvparten av timene», «Noen timer», eller «Aldri».

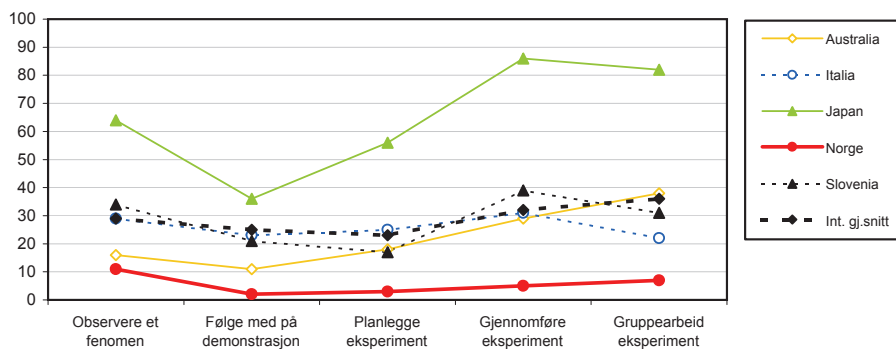
Figur 7.8 viser prosentandelen lærere på 8. trinn som oppgir at elevene utfører den gitte aktiviteten i halvparten av timene eller mer. Vi ser at Norge ligger under det internasjonale gjennomsnittet for alle kategoriene og likeledes under alle referanselandene, bortsett fra Italia. Japan og Australia framstår som land hvor elevene ofte gjennomfører eksperimenter og arbeider i grupper med dette.

Figur 7.8 Eksperimentell undervisning i naturfag. Prosentandelen av lærerne på 8. trinn som oppgir at elevene utfører den gitte aktiviteten i halvparten av timene eller mer



Som nevnt over fikk også lærere på 4. trinn spørsmål relatert til bruk av eksperimenter i naturfagundervisningen. Figur 7.9 viser prosentandelen av lærerne på 4. trinn som oppgir at elevene utfører den gitte aktiviteten i halvparten av timene eller mer. Vi ser av figur 7.8 og 7.9 at det foregår relativt lite eksperimentell undervisning på 4. trinn i Norge sammenliknet med referanse-landene og det internasjonale gjennomsnittet. Japan skiller seg ut som et land hvor det ofte arbeides med eksperimenter i naturfagtimene på 4. trinn.

Figur 7.9 Eksperimentell undervisning i naturfag. Prosentandelen av lærerne på 4. trinn som oppgir at elevene utfører den gitte aktiviteten i halvparten av timene eller mer



Selv om eksperimenter og praktisk undervisning blir vektlagt i våre læreplaner, ser vi altså at det i Norge, i et internasjonalt perspektiv, brukes lite tid til dette på både 4. og 8. trinn. Hva kan det skyldes? Almendingen et al. (2003)

hevder at mange norske lærere bruker færre eksperimenter i undervisningen enn de selv ønsker, og at lærerne selv oppgir tre hovedgrunner til dette:

- mange lærere mener det er tidkrevende
- utstyret på skolen er ofte mangelfullt
- lærerne savner gode undervisningsopplegg

Almendingen et al. (2003) hevder i tillegg at mange lærere har svak kompetanse i faget, noe som også har blitt dokumentert tidligere i dette kapittelet (se 7.1).

Det har vært vanskelig å påvise en korrelasjon mellom høy forekomst av eksperimentelt arbeid og gode prestasjoner i naturfag (Kjærnsli et al. 2007). Kjærnsli et al. (2007) fant at elever i klasserom hvor det var middels hyppighet av eksperimentelt arbeid, presterte bedre enn elever i klasserom hvor mye eller lite tid ble brukt på eksperimentelt arbeid. Forfatterne mener at en forklaring kan være at hvis man bruker mye tid på eksperimenter, kan det føre til at en god del tid går bort til ustrukturert prøving og feiling. De hevder også at dersom det å utføre et eksperiment hovedsakelig består i å følge en praktisk oppskrift punkt for punkt, fører ikke dette nødvendigvis til god læring eller forståelse. Kvaliteten på gjennomføringen av eksperimentet vil således være avgjørende for elevenes læringsutbytte.

7.5 Naturfag knyttet til dagliglivet

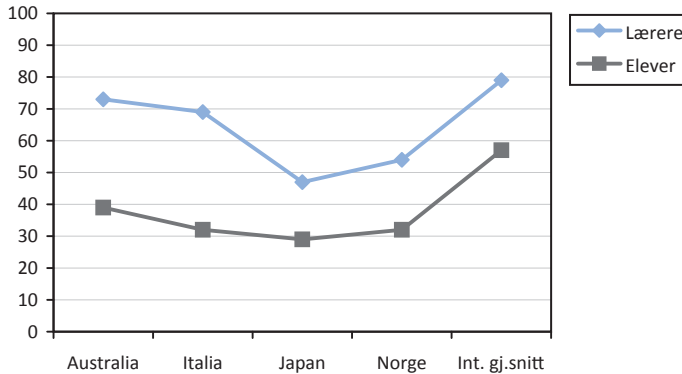
Nyere pedagogikk legger gjerne vekt på at oppgaver i naturfag bør relateres til en autentisk kontekst. Slike oppgaver forventes å hjelpe elever til å integrere kunnskap, ferdigheter og holdninger i dagligliv og senere arbeidsliv (Merriënboer et al. 2006).

Hvor vanlig er det så å relatere temaer og oppgaver i naturfag til elevenes dagligliv? I TIMSS 2007 ble både elever og lærere på 8. trinn spurt om hvor ofte fagstoffet ble relatert til dagliglivet. Figur 7.10 viser prosentandelene av lærerne og elevene som svarer halvparten av timene eller oftere. (Data fra Slovenia er ikke tilgjengelige fordi de ikke har integrert naturfag på 8. trinn.)

Det kanskje mest påfallende med figur 7.10 er at elevene gjennomgående rapporterer at det er mindre vanlig å relatere fagstoffet til dagliglivet enn det lærerne svarer at det er. Årsaken kan være at lærere ofte overrapporterer trekk ved undervisningen som antas å være ønsket, noe som er godt dokumentert i nyere forskningslitteratur (Kunter & Baumert 2006; Hiebert

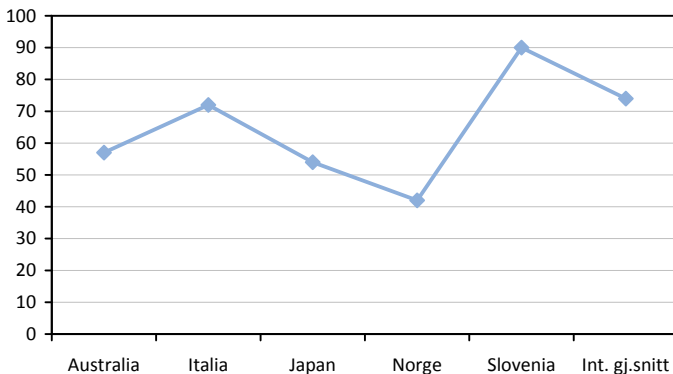
& Grouws 2007). I tillegg kan det skyldes at elever og lærere har ulik oppfatning av hva det å «relatere fagstoff til dagliglivet» innebærer.

Figur 7.10 Hvor vanlig er det å relatere fagstoffet til dagliglivet? Prosentandelen av lærerne og elevene på 8. trinn som svarer halvparten av timene eller oftere



Også naturfaglærerne på 4. trinn ble spurt om hvor ofte fagstoffet ble relatert til dagliglivet. Figur 7.11 viser prosentandelen av lærerne som svarer halvparten av timene eller oftere. (Elevene ble ikke spurt på dette trinnet.) Vi ser at Norge ligger lavere enn alle referanselandene og klart under det internasjonale gjennomsnittet.

Figur 7.11 Hvor vanlig er det å relatere fagstoffet til dagliglivet? Prosentandelen av lærerne på 4. trinn som svarer halvparten av timene eller oftere



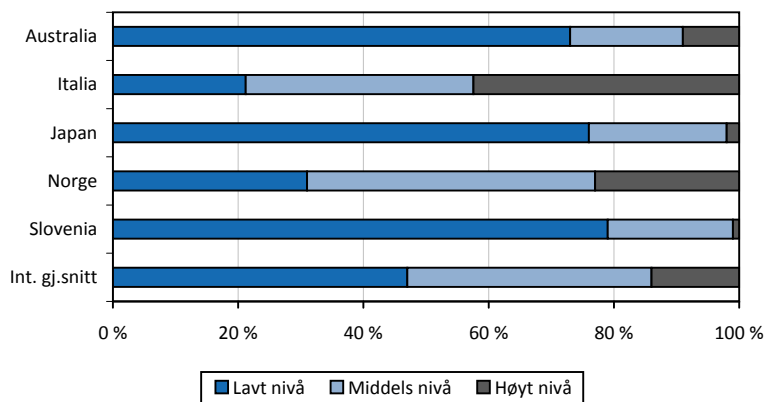
Resultatene som er presentert i figur 7.10 og 7.11, har for Norges del endret seg lite siden TIMSS 2003 (Grønmo et al. 2004).

7.6 Lekser i naturfag

Hvordan vektlegges lekser i de forskjellige landene? Det er ikke uproblematisk å sammenlikne omfanget av lekser i forskjellige land, ettersom selve leksebegrepet kan ha noe ulikt innhold fra land til land. Som det ble påpekt i kapittel 4.6, har for eksempel bruk av arbeidsplaner i norsk grunnskole medført at skillet mellom arbeid gjort på skolen og arbeid gjort hjemme – lekser – har blitt utydelig. De resultatene som presenteres her, må til en viss grad ses i lys av dette.

I likhet med matematikklærerne fikk naturfaglærerne spørsmål relatert til vektlegging av lekser. Den samlevariabelen for lekser som er beregnet i naturfag i TIMSS, er basert på hvor ofte elevene får lekser, og hvor lang tid de bruker på leksene. Høyt nivå indikerer at lekser gis minst tre ganger i uka, og at elevene bruker minst 30 minutter på leksene. Lavt nivå indikerer at lekser gis maksimalt to ganger i uka, og at elevene bruker maksimalt 30 minutter på leksene. Middels nivå indikerer alle andre kombinasjoner av svar. Figur 7.12 viser vektleggingen av lekser i naturfag på 8. trinn.

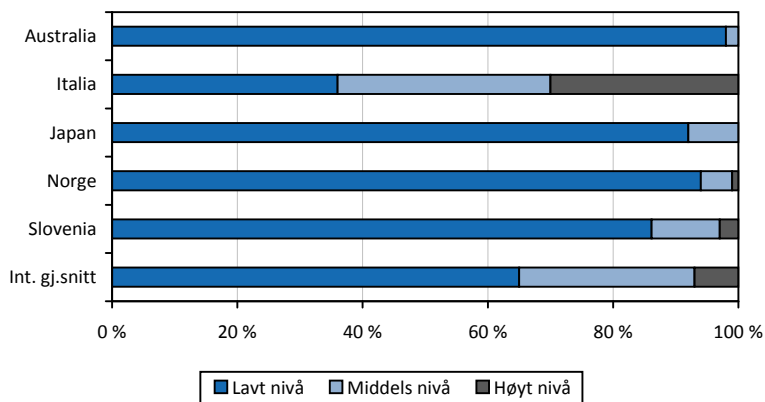
Figur 7.12 Omfang av lekser i naturfag på 8. trinn.
Prosentandeler av lærerne som svarer i ulike kategorier



Figur 7.12 viser at det blir gitt noe mer lekser i naturfag på 8. trinn i Norge enn det som er vanlig internasjonalt. I flere av referanselandene gis det betydelig mindre lekser enn i Norge. Bare i Italia synes det å bli gitt mer lekser enn i Norge.

Figur 7.13 viser vektleggingen av lekser på 4. trinn ut fra de samme beregningene. Relativt til det internasjonale gjennomsnittet og referanselandene gis det i Norge langt mindre lekser på dette trinnet. Italia skiller seg ut som det landet hvor det gis mest lekser på både 4. og 8. trinn.

Figur 7.13 Omfang av lekser i naturfag på 4. trinn.
Prosentandeler av lærerne som svarer i ulike kategorier



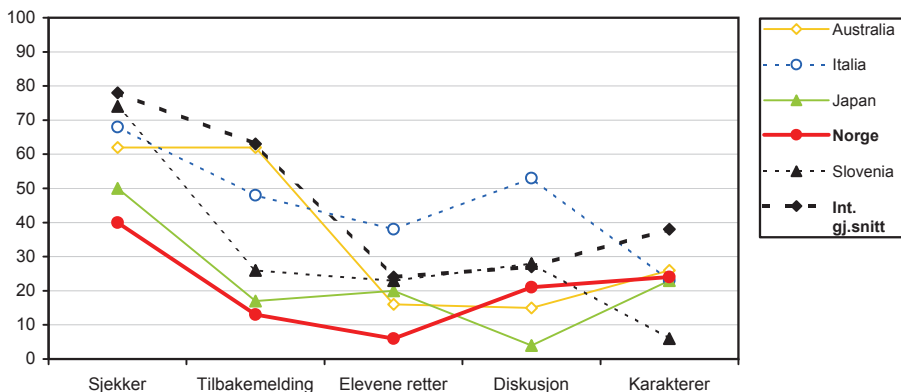
Et annet sett av spørsmål som ble stilt til naturfaglærerne på 8. trinn, er knyttet til hvordan det arbeides med leksene i undervisningen. Spørsmålet som ble stilt var: Hvor ofte gjør du følgende med leksene du gir i naturfag?

- sjekker om leksene er gjort
- retter leksene og gir tilbakemelding til elevene
- lar elevene selv rette leksene i timene
- bruker leksene som utgangspunkt for diskusjon i klassen
- lar leksearbeidet telle ved karaktersetting

Figur 7.14 viser at Norge ligger under det internasjonale gjennomsnittet for alle kategoriene. Særlig ser vi at det i Norge er langt mindre vanlig at lærerne sjekker om leksene er gjort, og gir elevene tilbakemelding på leksearbeidet, enn det som er vanlig internasjonalt. Norge ligger, med noen unntak, gjennomgående lavere enn referanselandene i alle de ulike kategoriene.

7 Undervisning i naturfag

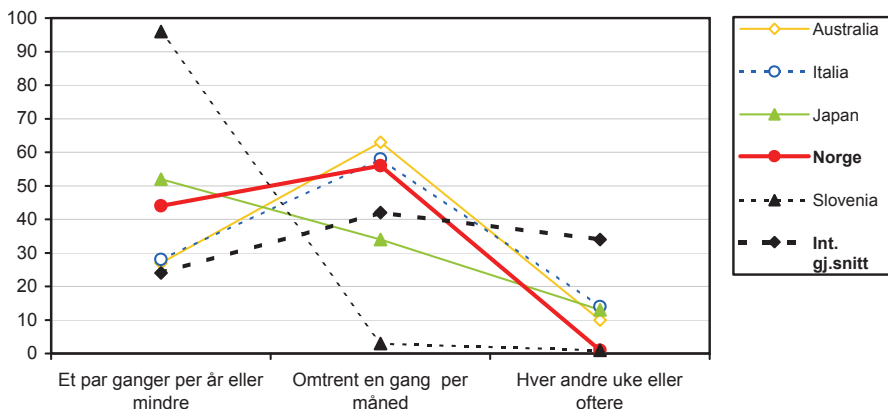
Figur 7.14 Anvendelser av lekser i naturfag på 8. trinn. Prosentandeler av lærerne som oppgir at aktiviteten foregår omtrent halvparten av timene eller oftere



7.7 Prøver i naturfag

Lærerne på 8. trinn ble spurt om hyppigheten av prøver i naturfag, og resultatet er gjengitt i figur 7.15. Dette spørsmålet ble ikke stilt til lærerne på 4. trinn.

Figur 7.15 Hyppighet av prøver i naturfag på 8. trinn. Prosentandeler av lærerne som svarer i ulike kategorier



Figur 7.15 viser at det gis noe færre prøver i Norge enn det som er gjennomsnittet internasjonalt. Tilsvarende gjelder de andre referanselandene, samtlig har færre prøver enn det internasjonale gjennomsnittet. Ellers er det en del forskjeller mellom referanselandene. Slovenia skiller seg ut med svært få prøver.

Sammenlikner man hyppigheten av prøver i naturfag i 2007 med 2003, ser man for Norges del at det har vært en betydelig økning. Andelen naturfaglærere som oppgir at de gir prøver omtrent én gang i måneden, har økt med 14 prosentpoeng, mens andelen som oppgir at de gir prøver et par ganger i året eller mindre, har sunket med 12 prosentpoeng. Vi har imidlertid ikke data som kan forklare denne økningen.

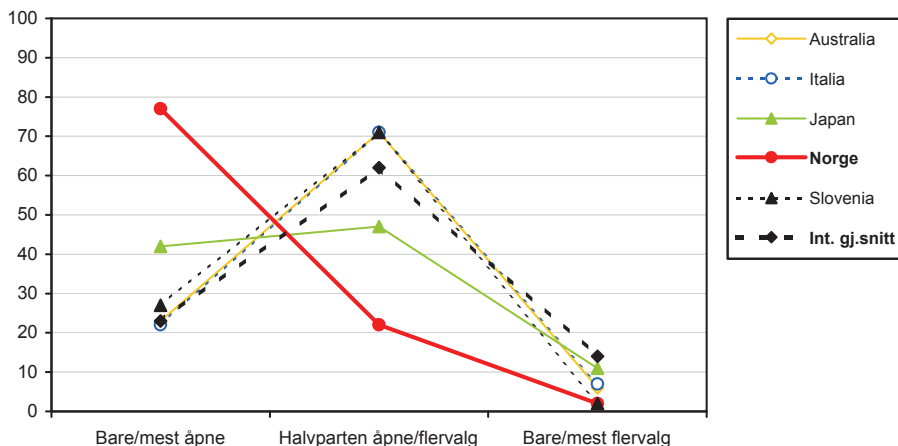
Lærerne på 8. trinn ble også spurt om hvilke oppgaveformater som ble benyttet i naturfagprøvene. Resultatene er presentert i figur 7.16. Her er det tydelig at kurven for Norge skiller seg klart ut fra det internasjonale gjennomsnittet og fra samtlige referanseland. Flervalgsoppgaver er langt mer sjeldne i Norge enn i de andre landene, og åpne oppgaver er relativt mer vanlig. Det har imidlertid vært signifikante endringer i perioden fra 2003 til 2007 i hvilke oppgaveformater som gis på norske naturfagprøver. Andelen som oppgir å gi bare eller mest åpne oppgaver, har sunket med 10 prosentpoeng i denne perioden, mens andelen som oppgir å gi en blanding med omtrent halvparten åpne og halvparten flervalgsoppgaver, har økt med 9 prosentpoeng. I rapporten fra TIMSS 2003 (Grønmo et al. 2004) ble det påpekt at norsk skole synes å ha mye å hente når det gjelder å utnytte flervalgsformatet. Selv om det for naturfagets del har vært en økning i bruken av denne typen oppgaver, benyttes den i et internasjonalt perspektiv fremdeles lite i Norge. Fordelene med også å inkludere denne typen oppgaver i prøver, er blant annet at:

- antallet oppgaver kan økes
- flere elever besvarer denne typen oppgaver
- elevene selv kan sjekke om deres eget svar er et av de gitte svaralternativene – dermed får elevene en viss støtte under selve prøven
- rettingen blir mer objektiv

Alle disse momentene vil kunne bidra til å øke en prøves validitet og reliabilitet og dermed gi læreren et bedre grunnlag for å sette karakterer. For en mer utførlig diskusjon av fordeler og ulemper med dette oppgaveformatet, se Olsen, Turmo & Lie (2001).

7 Undervisning i naturfag

Figur 7.16 Prosentandeler av lærerne som gir ulike oppgaveformater i naturfagprøver på 8. trinn

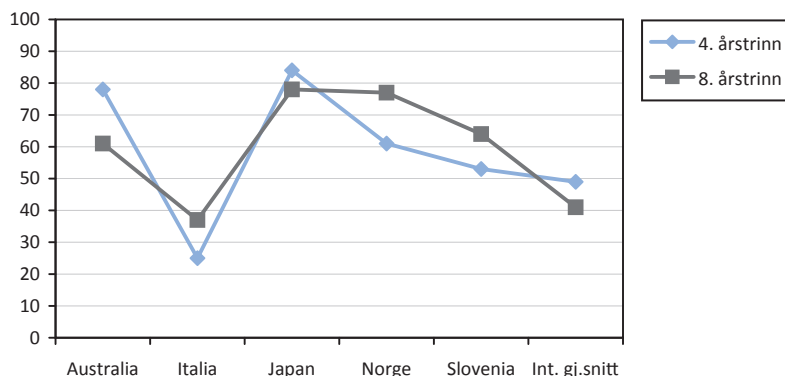


Spørsmålet om hvorvidt oppgaveformatet i TIMSS er en ulempe for norske elever, er tatt opp tidligere (Lie et al. 1997a; Grønmo et al. 2004). TIMSS består av både flervalgsoppgaver og åpne oppgaver, og analyser har vist at norske elever gjør det omtrent like bra på flervalgsoppgaver som på åpne oppgaver.

7.8 Datamaskiner i naturfagtimene

Bruk av datamaskiner (IKT) har fått stor oppmerksomhet i skolen, og gjennom Kunnskapsløftet har digitale ferdigheter blitt én av fem grunnleggende ferdigheter som skal inn i alle fag. Det er derfor interessant å undersøke hvordan tilgjengeligheten av datamaskiner er i norske klasserom sammenliknet med andre land. Figur 7.17 viser prosentandelen av lærere på 4. og 8. trinn som oppgir at datamaskin er tilgjengelig i undervisningen i naturfag. Vi ser at Norge ligger over det internasjonale gjennomsnittet på både 4. og 8. trinn, og at forskjellen er størst på 8. trinn.

Figur 7.17 Prosentandeler av lærerne som oppgir at datamaskin er tilgjengelig i undervisningen i naturfag på 4. og 8. trinn



En ting er tilgjengeligheten, en annen ting er hva datamaskinene brukes til. Lærerne på 4. og 8. trinn ble også spurt om dette. Svarene viser at i Norge brukes datamaskiner mest til å søke etter informasjon og i mindre grad til for eksempel å bearbeide og analysere data og trene ferdigheter og framgangsmåter. Dette samsvarer for øvrig med funn fra andre studier av bruken av IKT i norsk skole (Quale 2000; Kløvstad & Kristiansen 2004). Når det gjelder å bruke Internett til å finne ideer og informasjon, kan man spørre seg om elevene har tilstrekkelige forutsetninger for å kunne lykkes med dette. Det finnes kolossale mengder faglig relevant informasjon på nettet. For å kunne navigere på en hensiktsmessig måte, konfrontert med denne enorme informasjonsmengden, trengs det imidlertid både et visst kunnskapsgrunnlag og gode kildekritiske ferdigheter.

En videre satsing på utvikling av spesialprogrammer til naturfagundervisning i skolen vil kunne gi lærerne en større mulighet til å utnytte det potensialet som ligger i bruk av IKT. Programmet «Viten», utviklet gjennom et samarbeid mellom Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Naturfagsenteret ved UiO og NTNU, er et eksempel på et program som har fått gode tilbakemeldinger fra aktørene i skolen. Læringseffekten av bruken av dette programmet er forskningsmessig dokumentert (Mork & Jorde 2004). Mer enn 60 000 elever og 7000 lærere i Norge bruker nå denne nettressursen, som særlig har fått mye honnør for at de utviklete programmene har en høy grad av faglig relevans (www.itu.no).

Selv om tilgjengeligheten av datamaskiner er god i Norge også på 4. trinn, ser det ut til at man i noe mindre grad benytter datamaskiner i naturfagundervisningen på dette trinnet.

7.9 Forhold som begrenser naturfagundervisningen

Lærerne på 8. trinn fikk spørsmål om i hvilken grad et utvalg faktorer satte begrensninger for undervisningen. To av spørsmålene dreide seg om uinteresserte elever og elever som forstyrret undervisningen. Lærerne fikk velge mellom svaralternativene «Ikke relevant», «Ingen», «Lite», «Noe» og «Mye». Tabell 7.1 viser hvor stor prosentandel av lærerne som svarte «Noe» eller «Mye» på de ulike spørsmålene.

Vi ser at Norge ligger under det internasjonale gjennomsnittet for «uinteresserte elever» og omtrent på nivå med dette gjennomsnittet for «elever som forstyrrer undervisningen». For Japan er tallene for både uinteresserte elever og forstyrrende elever mye lavere enn i de andre referanselandene, mens Italia ligger svært høyt.

Tabell 7.1 I hvilken grad begrenser følgende faktorer naturfagundervisningen på 8. trinn? Prosentandeler av lærerne som svarer «Mye» eller «Noe»

	Uinteresserte elever	Elever som forstyrrer undervisningen
Australia	54	54
Italia	80	69
Japan	34	11
Norge	52	46
Slovenia	46	52
Internasjonalt gjennomsnitt	57	47

Det ble i kapittel 4.7 dokumentert at det har vært en nedgang i norske matematikklæreres rapportering av «uinteresserte elever» og «elever som forstyrrer undervisningen» fra 2003 til 2007. For naturfaglærere er denne tilbakegangen mindre, men som tabell 7.1 viser, ligger altså Norge omtrent på linje med det internasjonale gjennomsnittet for begge de omtalte kategoriene. Som beskrevet i kapittel 4.7, ble bråk og uro i norske klasserom viet mye oppmerksomhet i etterkant av PISA-undersøkelsene i 2000 og 2003. I kapittel 4.7

ble det også påpekt at noe av grunnen til de sprikende resultatene for disse spørsmålene i TIMSS og PISA kan være at konstruktene som måles ikke er helt like, og at det er ulike aktører som rapporterer. I tillegg er det grunn til å påpeke at kulturelle forskjeller i vurdering av hva som betraktes som problematisk atferd i skolen kan ha betydning for de internasjonale resultatene. Resultatene bør derfor tolkes med en viss varsomhet, særlig når det gjelder direkte sammenlikninger mellom land.

7.10 Oppsummering

- Norske naturfaglærere på 4. og 8. trinn har mindre utdanning i naturfag og naturfagdidaktikk enn hva som er vanlig internasjonalt. De deltar også i mindre grad i faglig relevant etter- og videreutdanning enn lærere i referanselandene.
- Norge har en lavere andel av undervisningstiden satt av til naturfag på 4. trinn enn hva som er vanlig internasjonalt. Timeantallet til naturfag har imidlertid økt med én uketime på barnetrinnet i forbindelse med innføringen av Kunnskapsløftet.
- I norske naturfagklasserom på 8. trinn brukes det relativt mindre tid på å gjennomgå lekser enn hva som er vanlig internasjonalt. Det brukes til gjengjeld mer tid på individuelt arbeid.
- I norske naturfagtimer på 4. og 8. trinn gjøres det mindre eksperimentelt arbeid enn hva som er vanlig internasjonalt.
- Det legges mindre vekt på å knytte naturfag opp til dagliglivet i norske klasserom på både 4. og 8. trinn enn hva som er vanlig internasjonalt. Forskjellen er størst på 4. trinn.
- Å gi lekser vektlegges mer i Norge enn hva som er vanlig internasjonalt på 8. trinn, men leksene blir i Norge i liten grad sjekket, og elevene får færre tilbakemeldinger enn hva som er vanlig internasjonalt.
- I Norge gis det færre prøver på 8. trinn enn hva som er vanlig internasjonalt. Flervalgsoppgaver benyttes i liten grad i Norge, mens åpne oppgaver brukes mye.
- Tilgangen på datamaskiner er bedre i norske klasserom på 4. og 8. trinn enn hva som er vanlig internasjonalt, og de brukes mest til å søke etter informasjon på Internett.

8 Kjønnsforskjeller, faglig selvtilit og holdninger til matematikk og naturfag

Torgeir Onstad og Liv Sissel Grønmo

Dette kapittelet starter med å presentere resultater som viser kjønnsforskjeller i prestasjoner i begge fag og på begge trinn. Videre står resultater som viser elevenes faglige selvtilit og holdninger, sentralt. De norske resultatene blir sammenliknet med resultatene for elever i andre land, og det blir lagt vekt på eventuelle endringer over tid med henvisninger til tidligere TIMSS-studier.

8.1 Kjønnsforskjeller i prestasjoner

Figurene 8.1 og 8.2 viser kjønnsforskjeller i prestasjoner i matematikk i ulike land på henholdsvis 8. og 4. trinn. Tilsvarende viser figurene 8.3 og 8.4 kjønnsforskjeller i naturfagprestasjoner på de samme trinnene. Forskjeller som går i positiv retning (mot høyre i figuren), viser at jentene gjør det bedre enn guttene, mens forskjeller i negativ retning viser at guttene skårer høyest. Det er markert med blå farge i figuren dersom kjønnsforskjellen i et land er statistisk signifikant. Er fargen grå, er forskjellen ikke signifikant.

For Norges del er alle kjønnsforskjellene små. De er ikke signifikante i matematikk og i naturfag på 8. trinn, heller ikke i naturfag på 4. trinn. Den eneste forskjellen som er statistisk signifikant, gjelder matematikk på 4. trinn, og den går i guttenes favør. Resultatet stemmer overens med konklusjoner fra tidligere forskning, nemlig at det er en tendens til at gutter i Norge gjør det litt bedre enn jenter i matematikk på de laveste trinnene i skolen, men at denne forskjellen ser ut til å jevne seg ut på ungdomstrinnet (Grønmo 2000). En mulig forklaring som har blitt nevnt, er at guttekulturen er mer preget av

bruk av kvantitative begreper som også kan anvendes i matematikk. Gutter er ofte mer konkurranseorienterte. Begreper som er viktige i den tidlige matematikkopplæringen – som for eksempel større, mindre, lengst og hvilket nummer man blir i en tevling – antas derfor å være noe guttene lærer i større grad enn jentene i de tidlige leveårene. Det kan bidra til å gi guttene et lite forsprang i matematikk i de første skoleårene. Siden forskjellen jevner seg ut med alderen, synes det å være liten grunn til bekymring (Grønmo 2000). At det er tendenser til større kjønnforskjeller i prestasjoner igjen på høyere nivå i utdanningssystemet, kan det derimot være grunn til å bekymre seg for, men det ligger utenfor det som drøftes i denne boka.

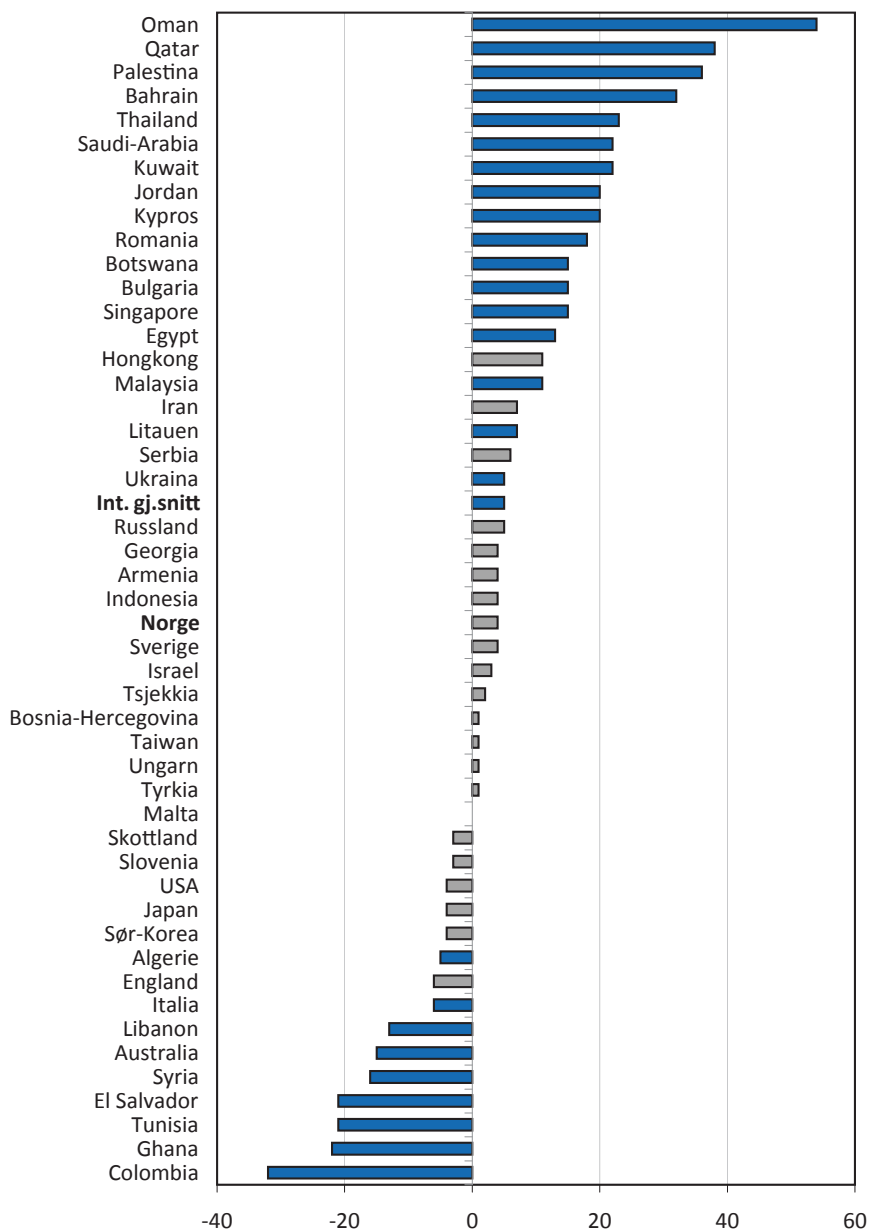
Et slående trekk internasjonalt er at de største forskjellene i jentenes favør i særlig grad finnes i land i Midtøsten. I motsatt ende av skalaene, altså med stor forskjell i guttenes favør, finner vi en mer usystematisk blanding av land, både geografisk og kulturelt: Colombia, Ghana, El Salvador, Australia med flere.

Mange land står altså overfor betydelige utfordringer i forhold til å utjevne forskjeller i prestasjoner mellom gutter og jenter i naturfag og matematikk i grunnskolen. For Norge framstår det ikke slik. Det ser ut som om den norske skolen langt på vei har oppnådd en utjevning i prestasjoner mellom jenter og gutter i samsvar med mål om faglig likestilling som i lang tid har vært formulert i norske læreplaner. Resultatene på 4. og 8. trinn i TIMSS 2007 tyder på det. I PISA-undersøkelsen på 10. trinn er det for norske elever påvist noen signifikante kjønnforskjeller i prestasjoner i realfag, men disse er også relativt små i et internasjonalt perspektiv (Kjærnsli et al. 2007). I Norge finner vi imidlertid fremdeles signifikante kjønnforskjeller i faglig selvtillit og i holdninger til matematikk og naturfag. Dette er dokumentert i tidligere TIMSS- og PISA-rapporter (Grønmo et al. 2004; Kjærnsli et al. 2004, 2007). Denne problematikken kommer vi tilbake til i delkapitlene 8.2 og 8.3.

8 Kjønnsforskjeller, faglig selvtilit og holdninger til matematikk og naturfag

Figur 8.1 Kjønnsforskjeller i matematikkprestasjoner på 8. trinn.

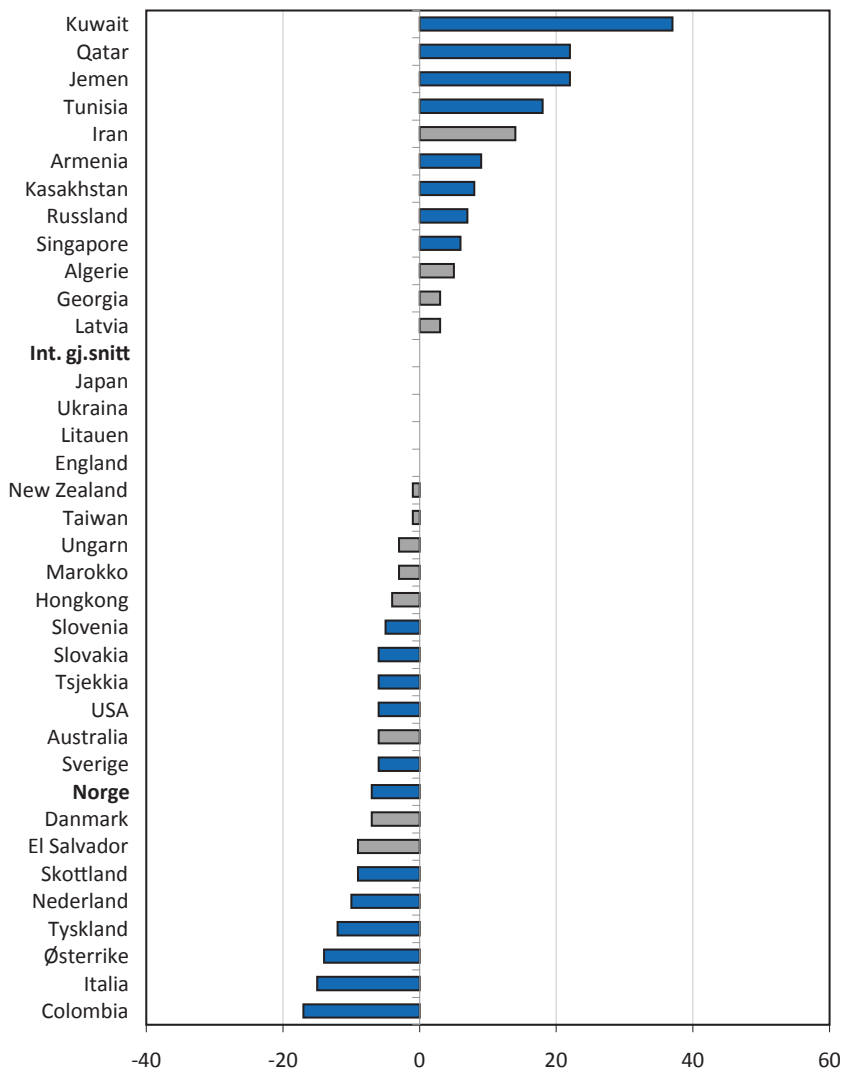
Positive verdier er i jentenes favor. Blå farge viser at forskjellen er signifikant



8 Kjønnsforskjeller, faglig selvtillit og holdninger til matematikk og naturfag

Figur 8.2 Kjønnsforskjeller i matematikkprestasjoner på 4. trinn.

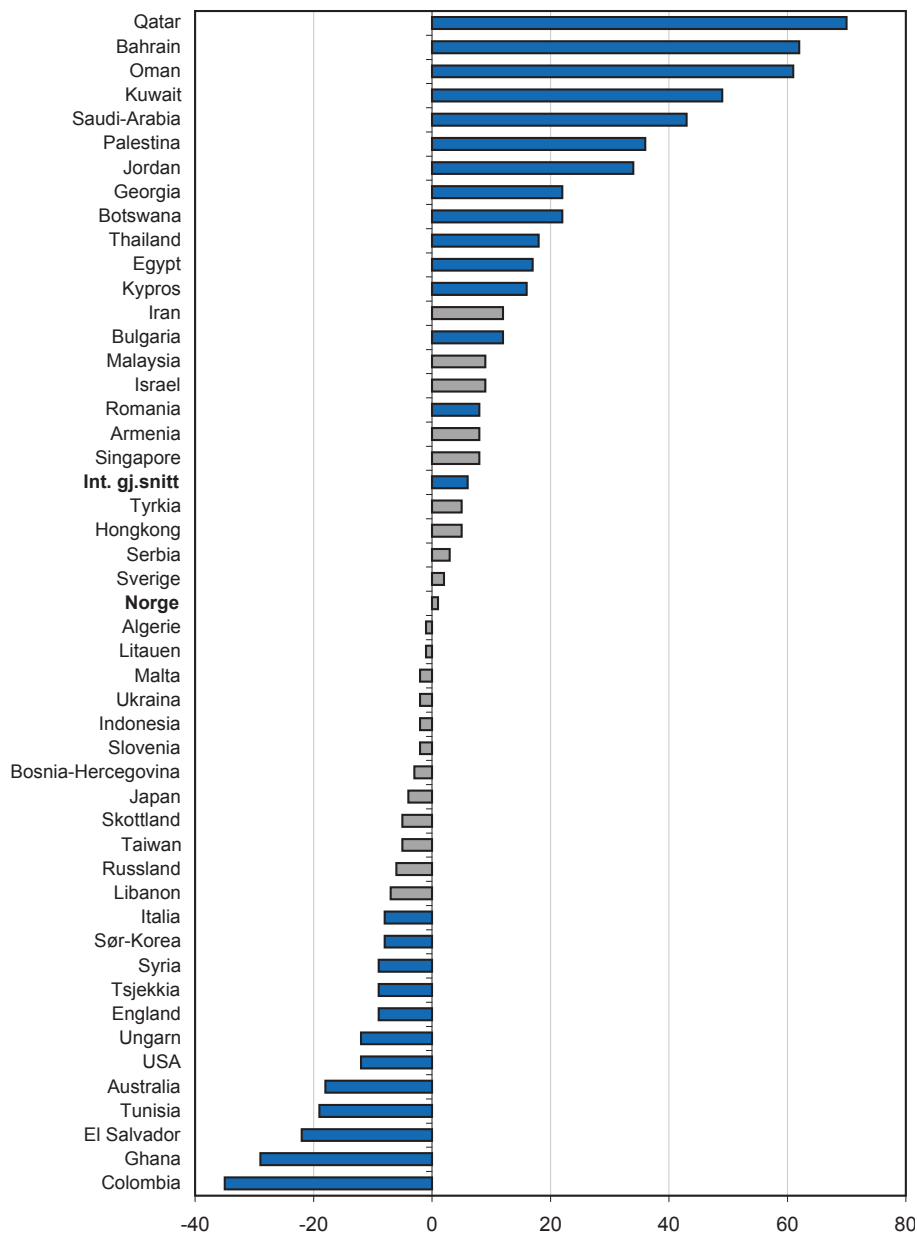
Positive verdier er i jentenes favor. Blå farge viser at forskjellen er signifikant



8 Kjønnsforskjeller, faglig selvtilitt og holdninger til matematikk og naturfag

Figur 8.3 Kjønnsforskjeller i naturfagprestasjoner på 8. trinn.

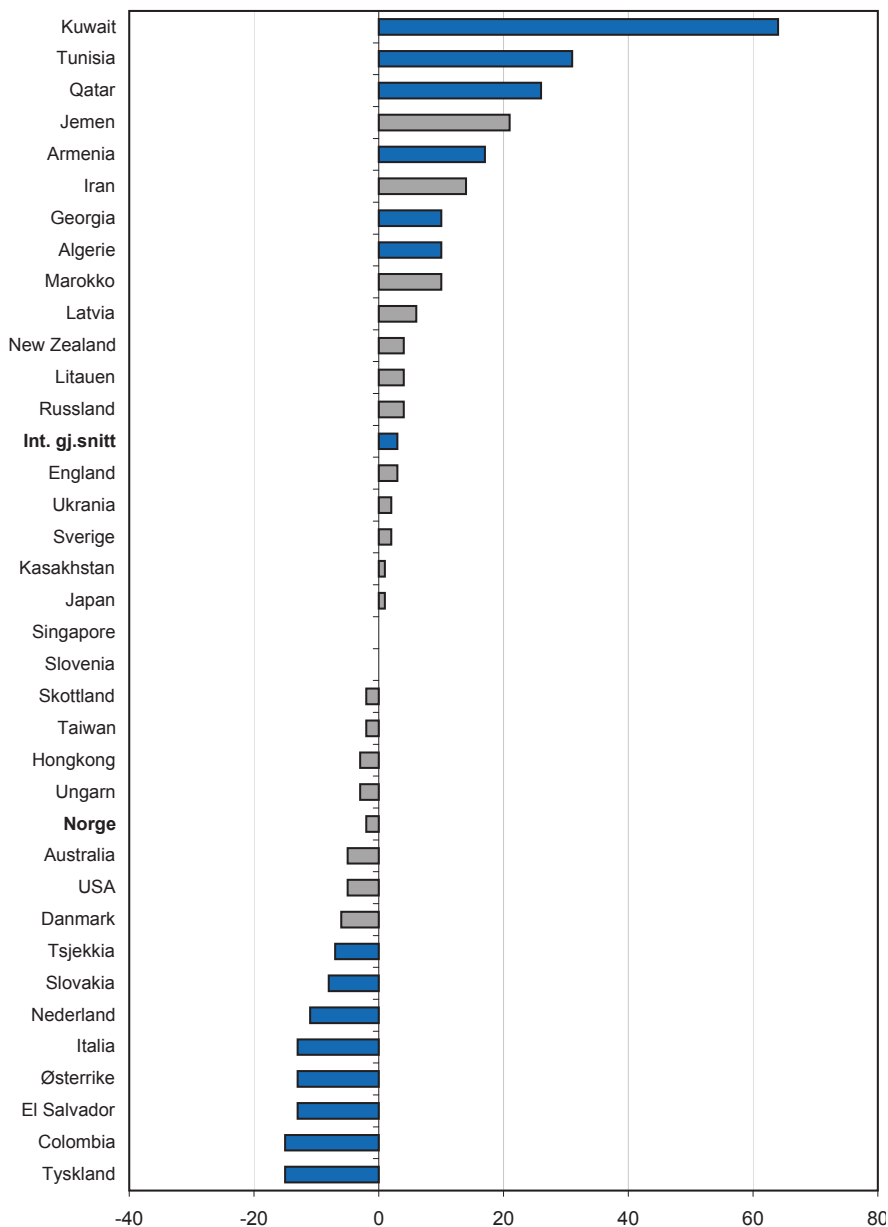
Positive verdier er i jentenes favor. Blå farge viser at forskjellen er signifikant



8 Kjønnsforskjeller, faglig selvtilitt og holdninger til matematikk og naturfag

Figur 8.4 Kjønnsforskjeller i naturfagprestasjoner på 4. trinn.

Positive verdier er i jentenes favor. Blå farge viser at forskjellen er signifikant



8.2 Elevenes faglige selvtillit

Flere av spørsmålene til elevene handlet om deres syn på hvor gode de var til å lære matematikk og naturfag. I matematikk skulle de på 8. trinn ta stilling til følgende fire utsagn:

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.

På 4. trinn fikk elevene de samme utsagnene, bortsett fra at det tredje var formulert slik:

3. Jeg er rett og slett ikke god i matematikk.

De tilsvarende utsagnene på 8. trinn i naturfag var:

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.

På 4. trinn var det en tilsvarende omformulering av det tredje utsagnet som i matematikk ovenfor.

For hvert av disse utsagnene skulle elevene merke av for «Svært enig», «Litt enig», «Litt uenig» eller «Svært uenig». For spørsmål 1 og 4 ble disse svaralternativene kodet med henholdsvis 4, 3, 2 og 1. For spørsmål 2 og 3 ble denne skalaen snudd, slik at «Svært enig» fikk kode 1, osv. Det ble gjort fordi disse spørsmålene er negativt formulert. Dermed vil kode 4 for alle spørsmålene angi at eleven har stor tillit til egen læringsevne i henholdsvis matematikk og naturfag. De fire spørsmålene ble for hvert fag slått sammen til en *samlevariabel* (et *konstrukt*) ved at gjennomsnittet av kodene for de fire svarene ble regnet ut. Vi sier at denne verdien gir et mål for elevens *faglige selvtillit* i henholdsvis matematikk og naturfag. På engelsk kalles disse samlevariablene *Self Confidence in Learning Mathematics* og *Self Confidence in Learning Science*. Det handler ikke om elevens syn på fagene, men om hans eller hennes oppfatning av sine egne muligheter til å lære fagene. Det er altså en form for

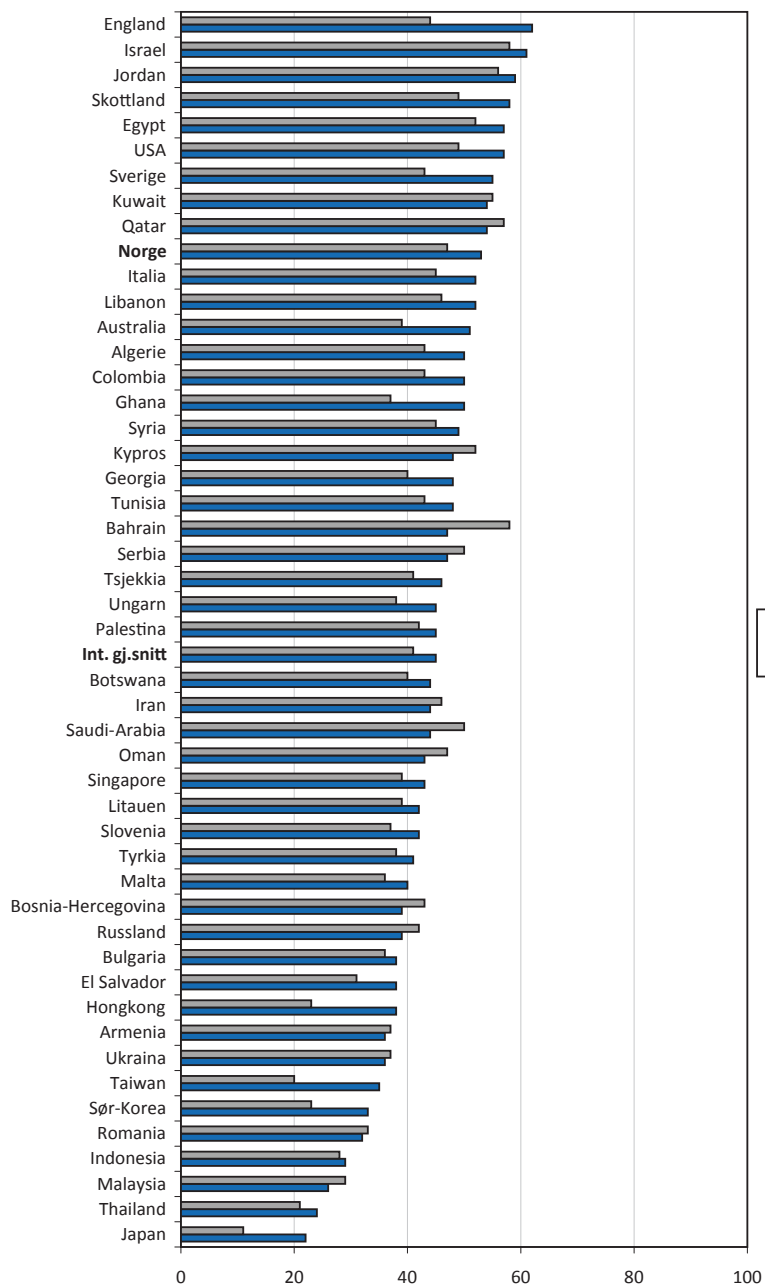
selvoppfatning. Skaalvik og Skaalvik (1996) beskriver selvoppfatning som en persons oppfatninger, følelser, tro eller viten om seg selv. Samme konstrukt ble i TIMSS 2003 kalt *selvoppfatning* (Grønmo et al. 2004), og et tilsvarende konstrukt er også kalt *selvoppfatning* i PISA (Kjærnsli et al. 2007). I det følgende brukes betegnelsen *faglig selvtillit* for disse samlevariablene, noe som også samsvarer bedre med den engelske betegnelsen i TIMSS.

Verdier som er lik eller større enn 3 på disse samlevariablene, kalles *høyt nivå*. Verdier mellom 3 og 2 kalles *middels nivå*, og verdier lik eller mindre enn 2 kalles *lavt nivå*. Figurene 8.5 og 8.6 viser hvor stor andel av elevene på henholdsvis 8. og 4. trinn som har høyt nivå på den faglige selvtilliten i matematikk. Figurene 8.7 og 8.8 viser tilsvarende for naturfag. Resultatene er vist for jenter og gutter hver for seg i hvert deltakerland.

Tidligere studier har vist at norske elever skårer relativt høyt internasjonalt sett på slike variabler (Grønmo et al. 2004; Kjærnsli et al. 2004). Denne studien bekrefter dette inntrykket, for begge fag og på begge trinn.

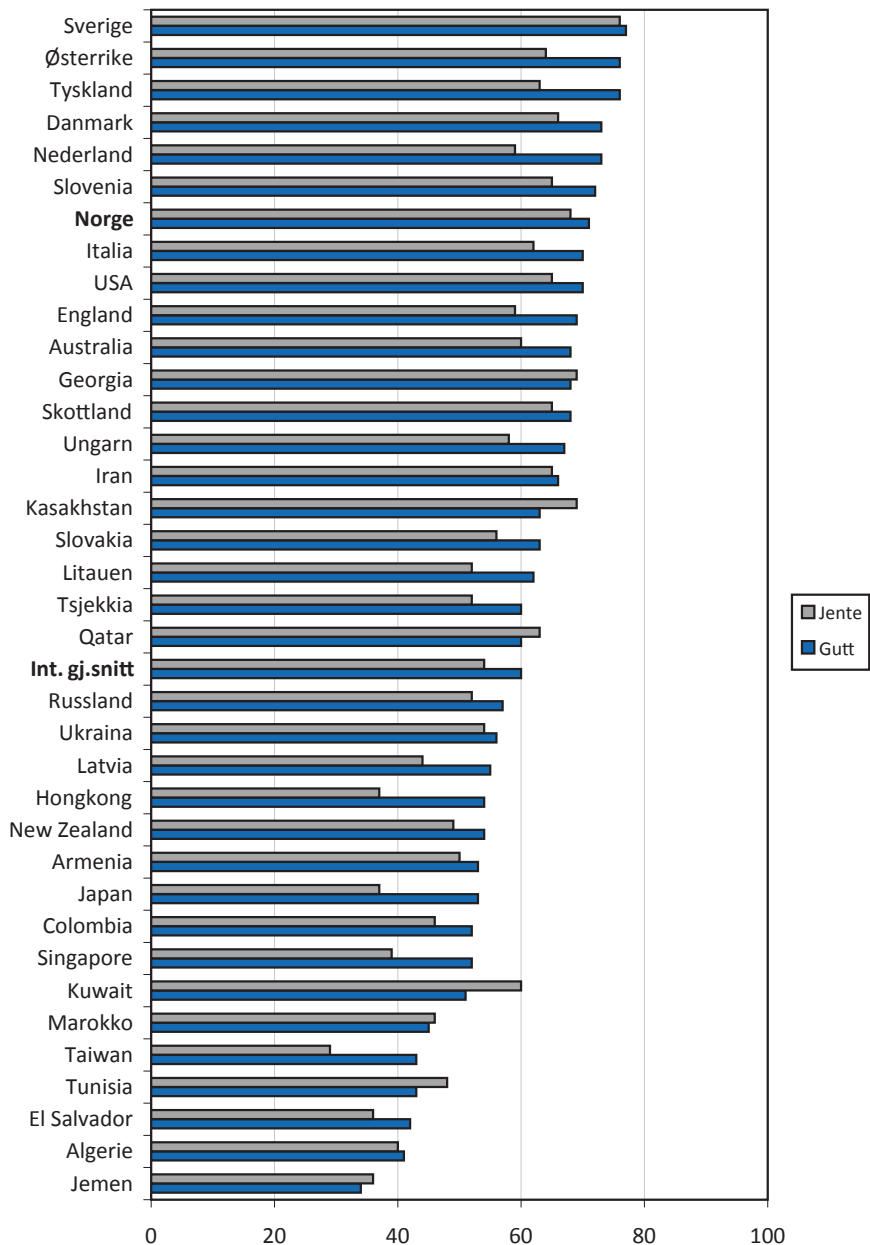
8 Kjønnsforskjeller, faglig selvtilitt og holdninger til matematikk og naturfag

Figur 8.5 Prosentandel av elevene med høyt nivå på faglig selvtilitt i matematikk på 8. trinn. Rangert etter guttenes prosentandel



8 Kjønnsforskjeller, faglig selvtillit og holdninger til matematikk og naturfag

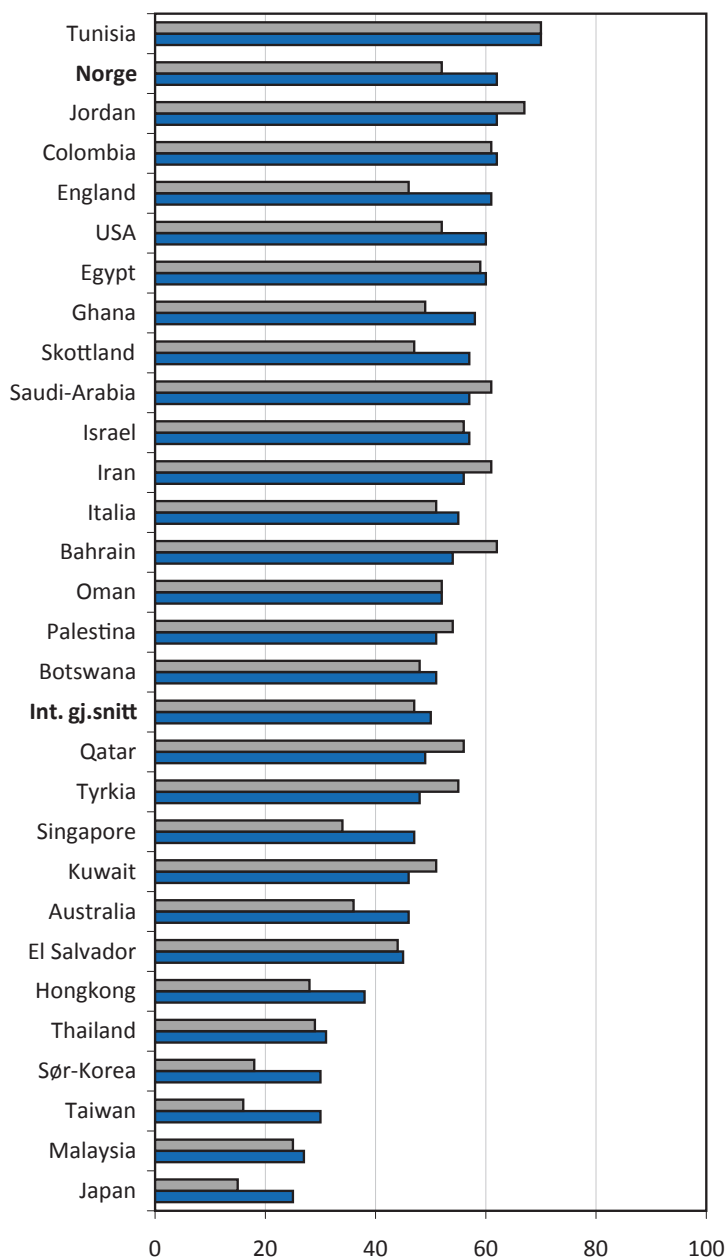
Figur 8.6 Prosentandel av elevene med høyt nivå på faglig selvtillit i matematikk på 4. trinn. Rangert etter guttenes prosentandel



8 Kjønnsforskjeller, faglig selvtilit og holdninger til matematikk og naturfag

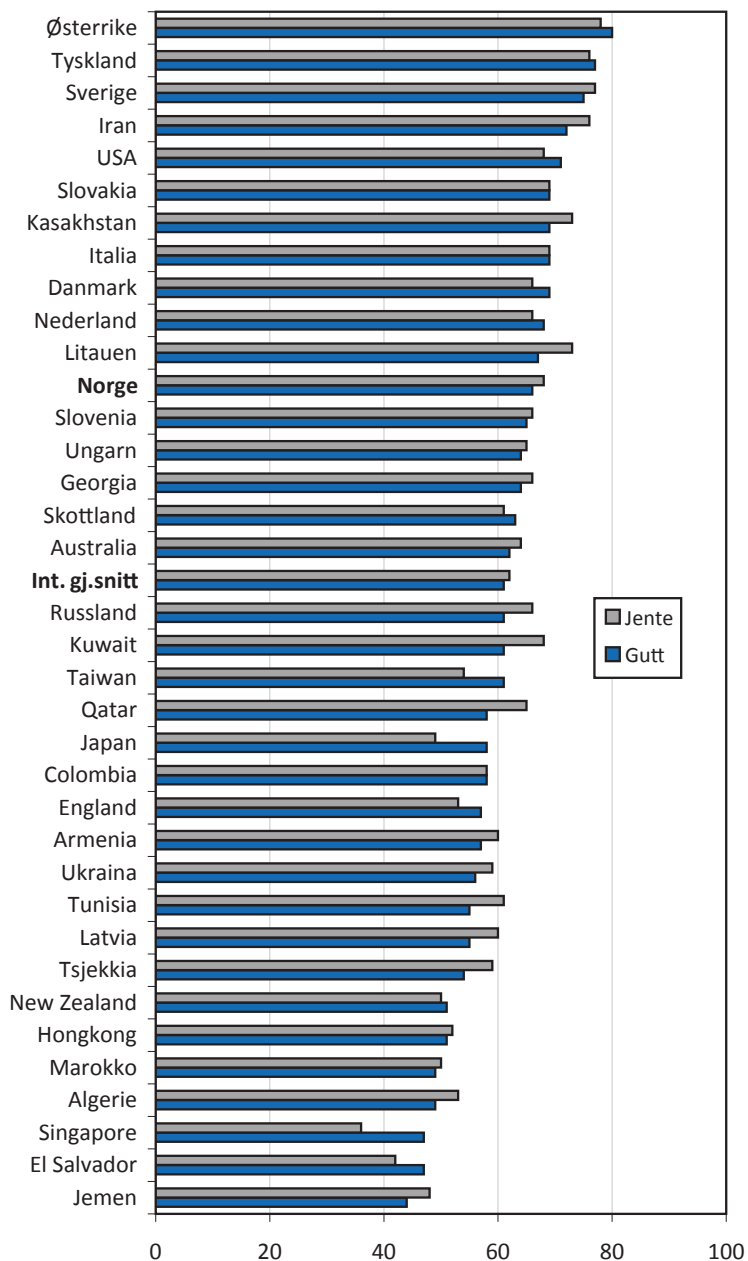
Figur 8.7 Prosentandel av elevene med høyt nivå på faglig selvtilit i naturfag på 8. trinn. Figuren viser bare land med integrert naturfag.

Rangert etter guttenes prosentandel



8 Kjønnsforskjeller, faglig selvtillit og holdninger til matematikk og naturfag

Figur 8.8 Prosentandel av elevene med høyt nivå på faglig selvtillit i naturfag på 4. trinn. Rangert etter guttenes prosentandel



Internasjonalt er det en tendens som kan være interessant å merke seg i disse figurene. Flere av de landene som presterer høyest på den faglige testen, skårer lavt på faglig selvtilitt. Det er særlig tydelig på 8. trinn, men kommer også til syne på 4. trinn. Samtidig er det flere nordiske og engelskspråklige land som ikke er faglig høytpresterende, som skårer relativt høyt på faglig selvtilitt. Norge er altså i denne kategorien. Disse tendensene er ikke nye, tidligere TIMSS- og PISA-studier har vist det samme (Grønmo et al. 2004; Kjærnsli et al. 2004, 2007).

Vi skal være varsomme med å tolke et slikt resultat. Det kan tenkes flere mulige årsaker. Vi skal nevne to. For det første er det grunn til å tro at ulike kulturer vil kunne ha svært ulike holdninger til det å gi uttrykk for egen dyktighet. Mange steder – for eksempel i Øst-Asia – kan det være en dyd å vise tilbakeholdenhet med slikt. For det andre kan det tenkes at i et utdanningssystem som stiller sterke krav og forventninger til faglige prestasjoner, kan selvtilitten være mindre enn i et system der det er lett å klare seg godt med moderat innsats.

Av disse resultatene kan man trekke den konklusjonen at mange norske elever har et urealistisk høyt selvilde. Eller man kan velge å se positivt på det faktum at norske elever har tro på seg selv, og så legge strategier for at denne selvtilitten skal få utløp i større faglig kunnskapsbygging.

Når det gjelder kjønnsforskjeller, ser vi at guttene har større faglig selvtilitt enn jentene i matematikk på begge trinn og i naturfag på 8. trinn, mens jentene har størst faglig selvtilitt i naturfag på 4. trinn. Forskjellen er størst i naturfag på 8. trinn, selv om alle forskjellene er relativt små. Det er imidlertid bare forskjellene på 8. trinn som er signifikante. Vi ser altså en viss tendens til økende forskjell i guttenes favør med økende alder. En slik utvikling kan tenkes å være en medvirkende årsak til at færre jenter enn gutter velger å fortsette med realfagene i videregående skole og høyere utdanning.

Flere av de østasiatiske landene, men også noen andre land, har betydelig større kjønnsforskjeller enn Norge, særlig på 8. trinn. De største forskjellene synes å gå i guttenes favør. Det er i tillegg verdt å merke seg at i mange land i Midtøsten går kjønnsforskjellene i jentenes favør.

8.3 Elevenes holdninger til matematikk og naturfag

Forrige delkapittel handlet om elevenes syn på seg selv relatert til fagene. Dette delkapittelet handler om deres syn på fagene.

Utvikling av positive holdninger til matematikk og naturfag er et viktig mål i læreplanene i mange land (Mullis, Martin & Foy 2008a; Martin, Mullis & Foy 2008). I L97 står det at «positive holdninger til matematikk er en viktig forutsetning for læring i faget», og i K06 står det at «det må leggjast til rette for at både jenter og guttar får rike erfaringar som skaper positive haldningar og ein solid fagkompetanse». Tilsvarende står det i K06 at naturfag skal «bidra til at barn og unge utvikler kunnskaper og holdninger som gir dem et gjennomtenkt syn på samspillet mellom natur, individ, teknologi, samfunn og forskning».

Elevspørreskjemaene i TIMSS 2007 hadde – i likhet med tidligere studier – en rekke utsagn om matematikk og naturfag som elevene skulle forholde seg til. For matematikk på 8. trinn var det følgende utsagn:

1. Jeg liker å lære matematikk.
2. Matematikk er kjedelig.
3. Jeg liker matematikk.
4. Jeg tror det å lære matematikk vil hjelpe meg i dagliglivet.
5. Jeg trenger matematikk for å lære andre skolefag.
6. Jeg må gjøre det bra i matematikk for å komme inn på den utdanningen jeg helst vil.
7. Jeg må gjøre det bra i matematikk for å få den jobben jeg ønsker meg.

Vi ser at utsagnene naturlig deler seg i to grupper. De tre første handler om elevens umiddelbare forhold til faget i seg selv: Liker du matematikk? De fire siste utsagnene handler mer om hvorvidt eleven ser på matematikken som et nyttig fag for seg: Kan matematikk være til hjelp for deg? De tre første utsagnene danner grunnlag for en samlevariabel som på engelsk er kalt *Positive Effect Toward Mathematics*, og som vi på norsk har kalt *indre motivasjon* for matematikk. De fire siste utsagnene danner grunnlag for en samlevariabel som på engelsk er kalt *Valuing Mathematics*, og som vi på norsk har kalt *ytre motivasjon*.

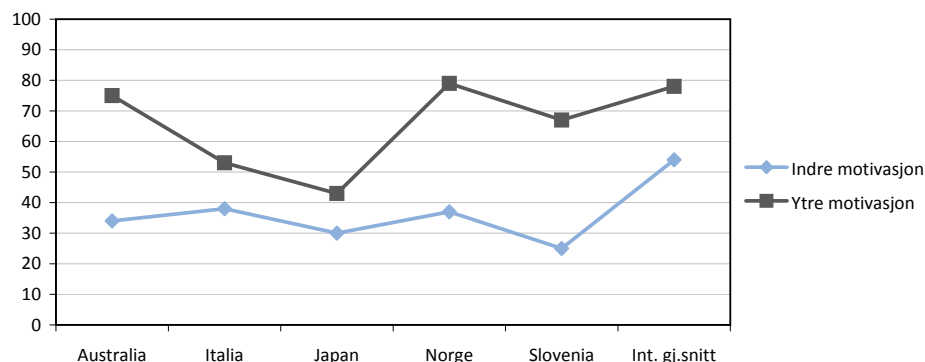
Samlevariablene (konstruktene) er dannet på samme måte som samlevariablene for faglig selvtillit i avsnitt 8.2. Elevene markerte enten «Svært enig», «Litt enig», «Litt uenig» eller «Svært uenig» for hvert utsagn, og hvert svar ble kodet med henholdsvis 4, 3, 2 eller 1. For utsagn 2 – som er negativt formulert – ble skalaen snudd. Deretter ble gjennomsnittsverdien av kodene beregnet for hver samlevariabel. Verdier som er lik eller større enn 3 på disse samlevariablene, ligger på *høyt nivå*. Verdier mellom 3 og 2 ligger på *middels nivå*, og verdier lik eller mindre enn 2 på *lavt nivå*.

I naturfag på 8. trinn skulle elevene forholde seg til de samme sju utsagnene, bare med 'naturfag' i stedet for 'matematikk'. Utsagnene ga på tilsvarende måte grunnlag for samlevariabler for indre og ytre motivasjon for naturfag.

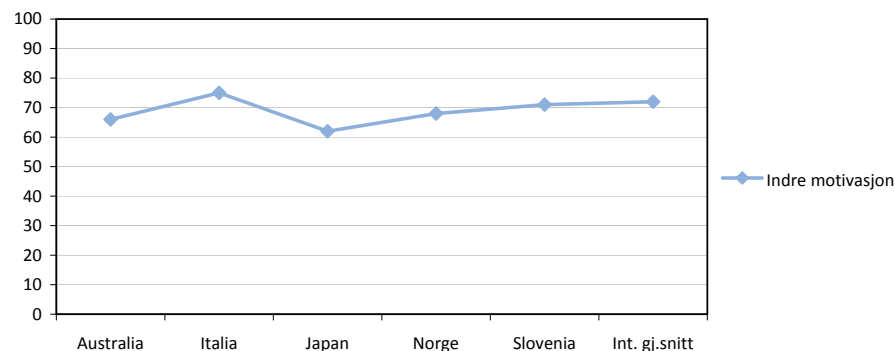
På 4. trinn skulle elevene bare ta stilling til de tre første utsagnene. Derfor fikk vi samlevariabler for indre motivasjon for matematikk og naturfag, men ikke for ytre motivasjon på dette trinnet.

Figurene 8.9–8.12 viser hvor stor andel av elevene som har gitt uttrykk for indre eller ytre motivasjon på høyt nivå i Norge og de valgte referanselandene. Legg merke til at Slovenia mangler i figur 8.11 fordi dette landet ikke har integrert naturfag på 8. trinn.

Figur 8.9 Indre og ytre motivasjon for matematikk på 8. trinn i Norge og referanselandene. Grafene viser prosentvis andel av elevene som har svart på høyt nivå på hver av de to samlevariablene

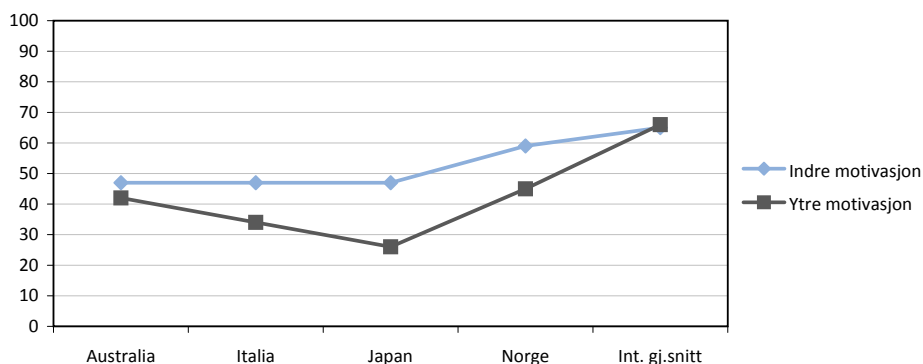


Figur 8.10 Indre motivasjon for matematikk på 4. trinn i Norge og referanselandene. Grafen viser prosentvis andel av elevene som har svart på høyt nivå på samlevariabelen

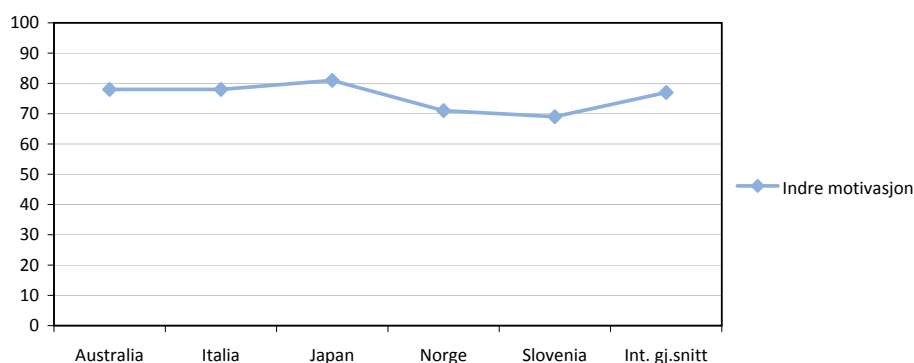


8 Kjønnsforskjeller, faglig selvtillit og holdninger til matematikk og naturfag

Figur 8.11 Indre og ytre motivasjon for naturfag på 8. trinn i Norge og referanselandene. Grafene viser prosentvis andel av elevene som har svart på høyt nivå på hver av de to samlevariablene



Figur 8.12 Indre motivasjon for naturfag på 4. trinn i Norge og referanselandene. Grafen viser prosentvis andel av elevene som har svart på høyt nivå på samlevariabelen



Figurene viser at den indre motivasjonen er betydelig høyere på 4. trinn enn på 8. trinn. Det gjelder i begge fag, og motivasjonen er også nokså lik i de to fagene og i de viste landene på 4. trinn.

På 8. trinn er situasjonen annerledes. For det første er det signifikante forskjeller mellom indre og ytre motivasjon i både matematikk og naturfag for flere av landene. (Unntakene er Australia og det internasjonale gjennomsnittet i naturfag.) For det andre ser vi større variasjoner mellom landene, både for hver enkelt motivasjonstype og for forskjellen mellom dem. For det tredje ser vi at ytre motivasjon er større enn indre motivasjon for matematikk, mens den indre motivasjonen i flere land er størst for naturfag.

Det siste er kanskje ikke så rart. Matematikk oppfattes i større grad av elevene som et bruksfag enn et fag som er verdifullt i seg selv. Mange elever strever med å huske regler og framgangsmåter, og det er neppe spesielt interessant. Naturfag er derimot mer konkret og knyttes til opplevelser i forsøk og undersøkelser. I tillegg er matematikk et fag som i større grad enn naturfag åpner dører i utdanningssystemet og derfor har en større instrumentell verdi.

I hvilken grad det er bekymringsfullt at motivasjonen for fagene ser ut til å synke med økende alder, kan diskuteres. Dette ser ut til å være en generell tendens, ikke bare en tendens i fag som matematikk og naturfag. Det har derfor blitt antydnet at noe av dette må tilskrives en type modning hvor man blir mer forsiktig med å uttrykke uforbeholden begeistring for et fag etter hvert som man blir eldre.

8.4 Oppsummering

Norske læreplaner har hatt klare målformuleringer om likeverdige tilbud til jenter og gutter, ikke minst for realfagene. I de enkelte fagenes planer uttrykkes det eksplisitt at elevene skal utvikle positive holdninger som bidrar til videre læring.

Kjønnsforskjellene i prestasjoner er små i Norge, både i matematikk og i naturfag. Man finner noe større forskjeller mellom jenter og gutter når det gjelder faglig selvtilitt og holdninger, og det er også tendenser til at disse øker fra 4. til 8. trinn. På bakgrunn av resultatene i TIMSS 2007 ser det ut til at målet om likhet i faglig kompetanse langt på vei er nådd, i alle fall på de trinnene som undersøkes her. Det er på den annen side mer tvilsomt om det kan sies at elevene har en «solid fagkompetanse», slik læreplanen uttrykker det.

Når det gjelder faglig selvtilitt, ser det ut til at norske elever utmerker seg i et internasjonalt perspektiv med å skåre høyt, guttene i noe større grad enn jentene. Når det gjelder holdninger til fagene, ser vi at motivasjonen synker fra 4. til 8. trinn, at den ytre motivasjonen er større enn den indre for matematikk på 8. trinn, og at det er omvendt for naturfag på 8. trinn.

Man fant kjønnsforskjeller også i PISA når det gjaldt holdninger og selvoppfatning relatert til matematikk og naturfag (Kjærnsli et al. 2007). Selv om forskjellene er små i prestasjoner, kan ulikhet i holdninger og selvoppfatning bidra til at jenter i mindre grad enn gutter velger å studere disse fagene i videregående skole og senere.

9 Tegn til bedring – fortsatt store utfordringer

**Liv Sissel Grønmo, Ole Kristian Bergem, Jorun Nyléhn
og Torgeir Onstad**

For første gang viser resultatene fra en internasjonal komparativ studie klare forbedringer i norske elevers faglige prestasjoner. Men resultatene fra TIMSS 2007 viser også at norsk skole fortsatt står overfor store utfordringer. Norske prestasjoner er fremdeles svake i et internasjonalt perspektiv. Norge har få elever på de høyeste kompetansenivåene, både i matematikk og i naturfag, og en stor andel elever på det laveste kompetansenivået eller under. Denne fordelingen av norske elever på kompetansenivåer blir drøftet opp mot utfordringer i norsk skole – som tilpasset opplæring og differensiering, faglig innhold i matematikk og naturfag og organisering og gjennomføring av undervisning.

9.1 Hovedfunn i TIMSS

Framgang i faglige prestasjoner for norske elever i perioden 2003–2007

- Det er en klar framgang i både matematikkprestasjoner og naturfagprestasjoner på 4. trinn.
- Det er en klar framgang i matematikkprestasjoner på 8. trinn.

Svake norske prestasjoner i et internasjonalt perspektiv

- Norske elever presterer svakt i matematikk på begge trinn sammenliknet med andre land.
- Norske elever presterer svakt i naturfag på begge trinn sammenliknet med andre land.
- Norge ligger klart under internasjonalt standardisert gjennomsnitt for TIMSS i begge fag og på begge trinn.

Uheldig fordeling av norske elever på kompetansenivåer

- Få eller ingen norske elever ligger på høyeste kompetansenivå i matematikk og naturfag på 8. og 4. trinn.
- Mange elever, i begge fag og på begge trinn, ligger under laveste kompetansenivå.

Faglige problemområder for norske elever

- Norske elever har svake kunnskaper i formell matematikk, som regning på 4. trinn og algebra på 8. trinn.
- Norske elever på både 4. og 8. trinn har svake kunnskaper i fysikk.

Norsk skole skiller seg klart ut på noen undervisningsfaktorer

- Det er mye individualisert undervisning i norsk skole.
- Elevene i norsk skole får lite oppfølging og tilbakemelding på leksearbeid.
- Mange lærere i norsk skole har lav faglig kompetanse i matematikk og naturfag.

9.2 Framgang i matematikk i perioden fra 2003 til 2007

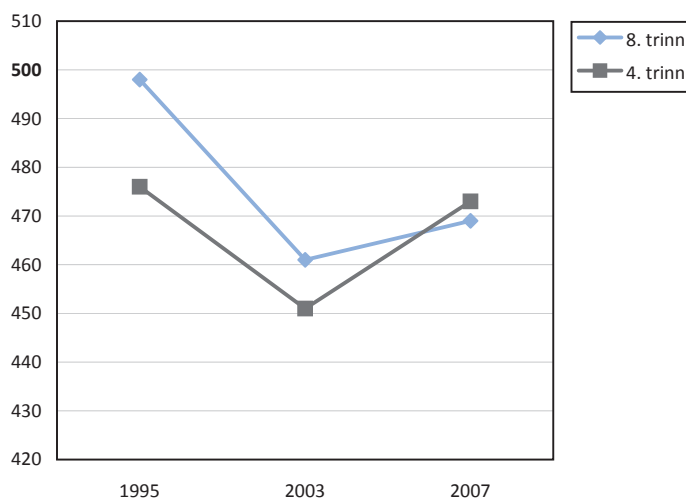
TIMSS- og PISA-undersøkelsene har pekt på at de faglige prestasjonene til norske elever i matematikk og naturfag har vist en klart nedadgående tendens fra 1995 og framover. Selv om de norske resultatene fortsatt framstår som svake i et internasjonalt perspektiv, skal man glede seg over at TIMSS 2007 peker på faglig framgang i matematikk på både 4. og 8. trinn, og dessuten framgang i naturfag på 4. trinn. I TIMSS 2003-rapporten ble situasjonen for matematikk og naturfag i norsk grunnskole oppsummert på denne måten:

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. (Grønmo et al. 2004, s. 18)

Endelig synes altså denne negative trenden å være brutt!

Figur 9.1 viser utviklingen av norske elevers prestasjoner i matematikk på 4. og 8. trinn i perioden fra 1995 til 2007. På begge trinnene har det vært en klar, signifikant framgang i prestasjoner i matematikk i perioden fra 2003 til 2007.

Figur 9.1 Norske elevers prestasjoner i matematikk på 4. og 8. trinn i perioden 1995–2007



Det er mange mulige årsaker til den positive utviklingen i perioden fra 2003 til 2007 som er dokumentert i TIMSS. Elevene på 8. trinn har for eksempel i 2007 ett år mer formell skolegang enn de elevene som ble undersøkt på samme trinn i 2003. Dette argumentet kan imidlertid ikke brukes for å forklare den betydelige framgangen i matematikk for 4. trinn. Derfor mener vi det er grunn til å trekke fram andre forklaringsfaktorer, spesielt skolepolitiske og undervisningsrelaterte faktorer.

Særlig i etterkant av de svake norske resultatene i TIMSS 2003 og PISA 2003 har det vært rettet stor oppmerksomhet mot viktigheten av kunnskap i skolen generelt og i realfagene spesielt. I St.meld. nr. 30 (UFD 2003–2004) *Kultur for læring* peker Kunnskapsdepartementet på det *samfunnsmessige* behovet for forskning og utvikling innen utdanningssektoren. I tillegg inneholder meldingen mange konkrete tiltak for å styrke skolen og lærerutdanningen.

I Kunnskapsdepartementets strategiplan *Et felles løft for realfagene* (KD 2006b) løftes også forskning på undervisning og læring i realfagene fram som sentrale satsingsområder. Det synes å være bred politisk enighet om denne økte satsingen på kunnskap i skolen. I K06, det nye læreplanverket, fikk grunnleggende ferdigheter i matematikk en langt mer framtrædende plass enn i tidligere planer. I forbindelse med innføringen av K06 ble matematikkfaget styrket med 85 ekstra undervisningstimer på barnetrinnet, og dette er nylig økt med ytterligere 76 timer (rundskriv F-012-08 fra Kunnskapsdepartementet). Det

omfattende nasjonale vurderingssystemet som er etablert gjennom nasjonale prøver i sentrale skolefag, blant annet i matematikk, har også ført til større fokus på betydningen av kunnskap. Den konkrete satsingen på realfag, og den brede skolepolitiske debatten knyttet til disse tiltakene, kan antas å ha bidratt til den positive utviklingen i elevenes prestasjoner som blir dokumentert gjennom TIMSS 2007.

Vi vil i tillegg trekke fram to undervisningsrelaterte faktorer som kan bidra til å forklare framgangen i matematikkprestasjoner for norske elever. Selv om Norge fortsatt ligger lavt i internasjonal sammenheng når det gjelder andelen lærere som har deltatt i fagrelatert etter- og videreutdanning (se kapitlene 4 og 7), kan vi gjennom våre data dokumentere at det har vært en klar økning i perioden fra 2003 til 2007 i andelen matematikk- og naturfaglærere på 4. og 8. trinn som har deltatt på slike kurs. Særlig har mange flere lærere deltatt på kurs knyttet til bruk av læreplan. Lærerne på disse trinnene kan derfor antas å ha god kunnskap om det nye læreplanverket K06, hvor nettopp betydningen av grunnleggende ferdigheter i matematikk og tilpasset opplæring for alle løftes fram.

I kapittel 1.2.5 ble det argumentert for at innføringen av nasjonale prøver kan antas å ha ført til at man de siste årene har blitt mer opptatt av å vurdere den enkelte skole. Gjennom våre data framgår det dessuten at lærere i 2007 i større grad enn i 2003 sjekker elevenes leksearbeid og gir elevene konkrete tilbakemeldinger på leksene. Sett i sammenheng med at det blir lagt mer vekt på å vurdere, kan dette tolkes som en forbedring av det systematiske læringsarbeidet i matematikklasserommet, noe som i fagdidaktisk og pedagogisk litteratur trekkes fram som en særlig viktig faktor for elevenes utvikling av kunnskap (Klette 2004).

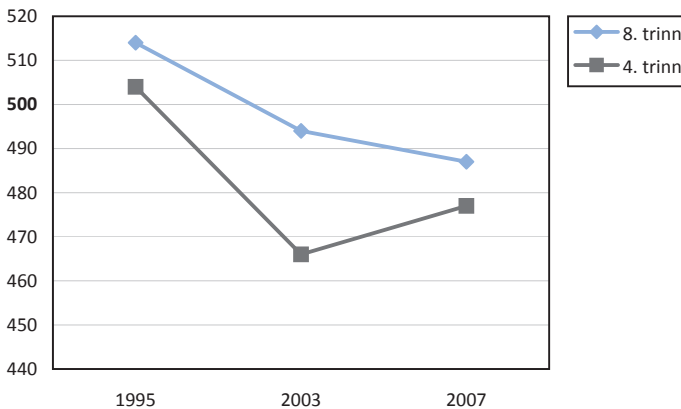
9.3 Trender i naturfag i perioden fra 2003 til 2007 – litt fram og litt tilbake

Figur 9.2 viser utviklingen av norske elevers prestasjoner i naturfag på 4. og 8. trinn i perioden fra 1995 til 2007. Vi ser at resultatene i naturfag i TIMSS 2007 ikke er like entydig positive som i matematikk, men også her er det en klar endring sammenliknet med tidligere trender. Resultatene fra tidligere TIMSS- og PISA-studier har vist en entydig tilbakegang i norske elevers prestasjoner i naturfag fra 1995 og framover. I TIMSS 2007 kan vi

nå dokumentere en signifikant framgang i prestasjoner i naturfag på 4. trinn i perioden fra 2003 til 2007, mens det fortsatt er tilbakegang i naturfag på 8. trinn i samme periode.

De positive endringene i naturfag på 4. trinn antas å være knyttet til mange av de samme skolepolitiske og undervisningsrelaterte faktorene som ble nevnt under matematikk. Det at oppmerksomheten i større grad er rettet mot kunnskap, og at det er mer systematikk i læringsarbeidet, regnes som de viktigste punktene. På samme måte som i matematikk ble det i forbindelse med innføringen av K06 gitt en ekstra timeressurs til naturfag på barnetrinnet (29 timer). Det virker rimelig å anta at også dette kan være en mulig årsak til den framgangen man ser i prestasjonene i perioden fra 2003 til 2007 på 4. trinn.

Figur 9.2 Norske elevers prestasjoner i naturfag på 4. og 8. trinn i perioden 1995–2007



Det kan være mange grunner til at framgangen i naturfag ikke er like entydig som i matematikk. Naturfag består i hovedsak av fire fagområder, som spriker når det gjelder resultater. I TIMSS 1995 var de norske prestasjonene i fysikk middels gode – litt svakere enn i geofag og biologi, litt bedre enn i kjemi. I TIMSS 2007 er prestasjonene dårligere i fysikk enn på noe annet fagområde. Flere undervisningsrelaterte faktorer har sammenheng med de svake resultatene i fysikk. I Norge er fysikk det fagområdet det brukes minst tid på innen naturfag på 8. trinn. Svært få naturfaglærere i Norge har dessuten fordypning i fysikk, færre enn på de andre fagområdene. Det er spesielt problematisk siden mange emner i fysikk er krevende, slik at det trengs mer faglig støtte for å forstå dem (se f.eks. van Merriënboer et al. 2006; Kalyuga 2007).

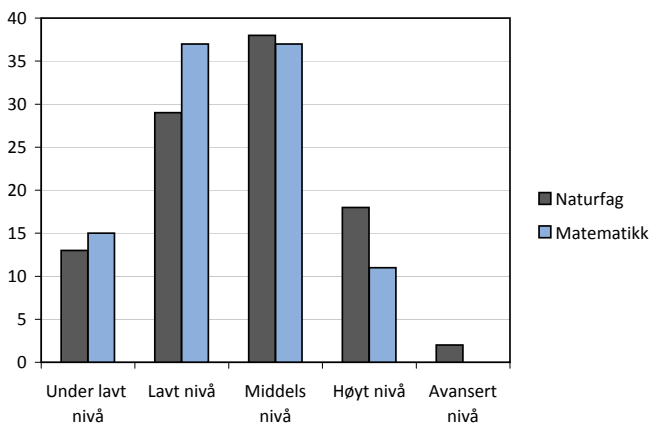
Situasjonen i naturfag, med nedprioritering av fysikk, synes å ha viktige likhetstrekk med matematikk, der et krevende emne som algebra også synes å ha blitt nedprioritert.

Selv om utviklingen innen naturfag ikke er like utvetydig positiv som i matematikk, presterer norske elever relativt til det internasjonale skalerte gjennomsnittet fremdeles noe bedre i naturfag enn i matematikk. Det gjelder særlig for 8. trinn.

9.4 Norske elevers fordeling på kompetansenivåer i TIMSS – utfordringer i norsk skole

I kapittel 3 (Prestasjoner i matematikk) og kapittel 6 (Prestasjoner i naturfag) ble det vist hvordan norske elever fordelte seg på de ulike kompetansenivåene i TIMSS i henholdsvis matematikk og naturfag. Ettersom kompetansenivåene er relatert til testskår, vil det være slik at et land som skårer klart under det internasjonale gjennomsnittet, vil ha sine elever skjevt fordelt i forhold til normalfordelingen for dette gjennomsnittet, det vil si at landet vil ha flere elever på de lavere kompetansenivåene enn på de høyere. Å drøfte de norske resultatene ut fra disse kompetansenivåene i stedet for å ta utgangspunkt i gjennomsnitt og standardavvik, er likevel meningsfullt. Definisjonen av de ulike kompetansenivåene er nemlig også knyttet opp mot beskrivelser av bestemte kunnskaper og ferdigheter.

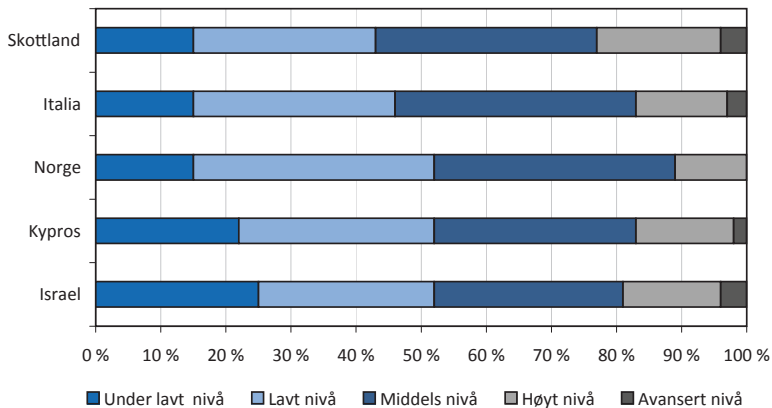
Figur 9.3 Prosentvis fordeling av norske elever på de ulike kompetansenivåene i matematikk og naturfag på 8. trinn



Figur 9.3 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 prosent) norske elever på 8. trinn når det høyeste kompetansenivået, avansert nivå, og at over halvparten av de norske elevene 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.

I kapittel 3 ble det vist at alle referanselandene våre, men altså ikke Norge, har elever på avansert kompetansenivå i matematikk på 8. trinn. Det kan ha sammenheng med at referanselandene 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 9.4 viser at alle disse landene har en viss andel elever på avansert nivå.

Figur 9.4 Fordeling av elever på kompetansenivåene i matematikk på 8. trinn



Ut fra resultatene som er vist i figurene 9.3 og 9.4, er 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?

Vi finner det interessant å drøfte disse spørsmålene i relasjon til pedagogiske og fagdidaktiske temaer. Som vi har påpekt tidligere, 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 bli oppmerksom på egne styrker og svakheter. Avslutningsvis vil vi – på bakgrunn av resultatene i TIMSS 2007, og da særlig det som kommer til uttrykk i figurene 9.3 og 9.4 – 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 å følge opp de mest begavede elevene i Norge (Imsen 2003a). 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.meld. nr. 16 (KD 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 (se kapitlene 3 og 6) viser at norske elever synes å prestere best på oppgaver som stiller små krav til formell faglig kunnskap. Det er neppe tilfeldig. Som vi har påpekt tidligere, 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 Norge på samme måte å ha nedtonet betydningen av fysikk (Grønmo et al. 2004). Ettersom algebra og fysikk blir ansett for å være spesielt krevende realfaglige emneområder, vil denne nedprioriteringen kunne medføre at særlig flinke norske elever blir fratatt muligheten til å utvikle en høy realfaglig kompetanse. Kompetanse innenfor 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, bare retter undervisningen mot et slags gjennomsnitt i klassen, slik at flertallet lærer mest mulig (Skagen 2002). I den siste stortingsmeldingen om utdanning, St.meld. nr. 31 (KD 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. Denne problematikken vil bli drøftet videre i neste delkapittel.

Norge har i lengre tid opplevd en sviktende rekruttering til utdanninger som stiller 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 forkunnskaper i matematikk (NOKUT 2008). Nedprioriteringen av krevende, men betydningsfulle emneområder i realfag i grunnskolen får altså konsekvenser for samfunnet i seg selv. 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 prosentandelen 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 elevgruppa. En noe større vektlegging av formell matematikk, som algoritmer for de fire regningsartene, kunne gitt disse elevene den grunnleggende matematiske kunnskapen mange av dem synes å mangle. I tillegg kunne dette bidratt til å gi elever som sliter med matematikkfaget, en mestringsfølelse og et bedre fundament for å utvikle en viss matematisk kompetanse.

Vi har i tidligere kapitler dokumentert at i matematikk bruker ingen land, bortsett fra Sverige, mer tid enn Norge på individuelt arbeid med eller uten

veiledning fra lærer (se kapittel 4). 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 gjelde 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, Breiteig & Brekke 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. Forskerne mener at dette er problematisk med tanke på 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 arbete» i svenske klasserom, en organisering av elevers læringsarbeid som ligger tett opptil 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 stiller store krav til elevers selvinnsikt 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. I kapittel 9.2 ble dette, sammen med et antatt økt fokus på vurdering på skolenivå som en følge av innføringen av nasjonale prøver, tolket som en forbedring av det systematiske læringsarbeidet i norsk skole. Det 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 blir regnet for å være svært viktig for læringsutbyttet, kanskje særlig for svake elever som er avhengige av tett oppfølging og konkrete tilbakemeldinger for å kunne utvikle den faglige kompetansen sin (Klette et al. 2008).

Vi vil peke på enda en faktor som kan bidra til å forklare hvorfor Norge har så mange elever på lavt nivå og under i matematikk. Grønmo (2005) har, ut fra resultatene i TIMSS og PISA i 2003, argumentert for at grunnleggende ferdigheter i tall og tallbehandling er viktige 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 de matematiske kunnskapene og ferdighetene sine. Det 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 med å løse relativt enkle oppgaver som forutsetter formelle ferdigheter. For eksempel skåret norske elever svakest av alle deltakerlandene på 4. trinn i TIMSS 2003 på denne oppgaven: 15×9 . Bare 30 prosent av de norske elevene ga riktig svar, mot et internasjonalt gjennomsnitt på 72 prosent (Grønmo et al. 2004, s. 65). Tilsvarende greide bare 2 prosent av de norske elevene på 4. trinn i TIMSS 2007 å finne svaret på denne oppgaven: 53×26 , mot et internasjonalt gjennomsnitt på 41 prosent. Også på sistnevnte oppgave hadde Norge lavest skår av samtlige deltakerland.

I neste delkapittel vil de argumentene som er benyttet for å svare på de to spørsmålene som ble reist i forbindelse med figurene 9.3 og 9.4, bli knyttet opp mot elevenes rett til tilpasset opplæring.

9.5 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 hovedsakelig innenfor heterogene klasser (Engelsen 2002; Imsen 2003a).

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,

et 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 fram-tredende plass. I L97, hvor begrepet tilpasset opplæring for første gang ble formulert i en læreplan (Bachmann & Haug 2006), framheves det at tilpasset opplæring skal være et overordnet prinsipp i opplæringen. Det 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.meld. nr. 31 (KD 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.

I kapittel 9.4 ble dette knyttet opp mot fordelingen av norske elever på kompetansenivåer i TIMSS 2007, hvor Norge har mange elever på lavt nivå og under, men ingen eller nesten ingen på avansert nivå.

Hvordan forsøker man så å innfri kravet om tilpasset opplæring i norske klasserom? Arbeidsplaner og individuell tilrettelegging er tiltak som man har tenkt skal 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 (2003b) stiller seg tvilende til at individualisering i undervisningen skal vektlegges i så stor grad, og peker på at det kan synes å være begrunnet i en primitiv avvisning av fellesskapslæring som forkastelig formidlingspedagogikk. Både Imsen (2003b) og Klette (2004) hevder at det er en utvikling i skolen bort fra fellesskapsorientert undervisning mot det mer individualiserte.

Samtidig som det har blitt mer individuelt arbeid, har klasserommet som felles arena for læring blitt bygd ned (Klette 2007). Klette (2007) argumenterer for at denne tolkningen av kravet om tilpasset undervisning blant annet fører til at det blir lagt vekt på skriftlig arbeid i mange fag, for eksempel

matematikk. Det 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 for elevenes begrepslæring antas dette å være viktig. Vygotskys teorier har hatt stor innflytelse på forskning i matematikkdiraktikk, ikke minst når det gjelder teorier om begrepsutvikling i faget (Waschescio 1998; Sfard 2006; Cobb 2007). Betydningen av sosialt samspill kommer også til uttrykk i St.meld. nr. 16 (KD 2006–2007, s. 76–77), som vektlegger positiv samhandling mellom elever som viktig for motivasjon, aktivitet og utholdenhet. Videre står 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 stille spørsmål ved om økt grad av individualisering og det å legge mer vekt på det skriftlige på bekostning av det kollektive og muntlige er en god måte å gi tilpasset opplæring på. Å vektlegge enkelte undervisningsformer i stor grad, kan føre til ensidighet, noe som igjen kan føre til manglende motivasjon. Teorier om læring i matematikk og naturfag og pedagogisk teori vektlegger *variasjon* i undervisningsformer. Det kommer også eksplisitt fram i St.meld. nr. 16 (KD 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 å forstå tilpasset opplæring i skolen som at det skal legges mer vekt på individuelle arbeidsmåter, og at felles læringsarenaer, som klassen, skal 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 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.

9.6 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. Oppmerksomheten rettes nå i større grad mot kunnskap – noe som gjenspeiles for eksempel i Kunnskapsløftets kompetansemål og vektleggingen av grunnleggende ferdigheter, og i at timetallet i matematikk og naturfag på barnetrinnet har blitt utvidet.
2. Det har blitt mer systematikk i læringsarbeidet i norsk skole – elevenes leker følges tettere opp, og det legges større vekt på vurdering, noe som følger 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 når det gjelder å øke elevenes faglige kompetanse i matematikk og naturfag. En utfordring for norsk skole blir derfor å bygge videre på det fundamentet (formulert i punktene 1–3 over) som har blitt lagt de siste årene.

Fordelingen av norske elever på kompetansenivåene i TIMSS 2007 – med mange elever på lavt nivå og under og ingen eller nesten ingen på avansert nivå – er fra et nasjonalt synspunkt lite tilfredsstillende. Vi har relatert disse funnene til spørsmål om operasjonaliseringen av prinsippene for tilpasset opplæring i skolen. I den forbindelse 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 vært inne på om en viktig årsak til denne fordelingen av norske elever 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 hvordan undervisningen bør gjennomføres for å nå læreplanens intensjoner om tilpasset opplæring. Her finnes det ingen enkle fasitsvar, men Dysthe (2007, s. 225) peker på noe vi anser for å være et viktig poeng:

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. Det gir et godt utgangspunkt for videre satsing på matematikk og naturfag i grunnskolen. For å heve nivået i norsk skole ytterligere, kreves det 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!

10 Rammeverk og metoder

Torgeir Onstad og Liv Sissel Grønmo

Dette kapittelet gir en kortfattet beskrivelse av bakgrunnen for TIMSS-undersøkelsen og en gjennomgang av hvordan studien er planlagt og gjennomført. Framstillingen bygger på kapittel 2 i rapporten fra TIMSS 2003 (Grønmo et al. 2004), og den internasjonale tekniske rapporten til TIMSS 2007 (Olson, Martin & Mullis 2008), som gir en grundig og detaljert framstilling av studien.

10.1 Hva er TIMSS?

10.1.1 Historikk

TIMSS er en forkortelse for *Trends in International Mathematics and Science Study*. Det er en stor internasjonal undersøkelse av matematikk og naturfag i grunnskolen. TIMSS beskriver og sammenlikner elevprestasjoner i disse fagene, så vel nasjonalt som internasjonalt, og søker å belyse og forstå forskjeller i prestasjoner ut fra andre data i undersøkelsen. Slik kan man si noe om hvilke faktorer som fremmer læring, og hvilke som hemmer læring. TIMSS administreres av den internasjonale organisasjonen IEA (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*). IEA er et internasjonalt nettverk for utdanningsforskning som ble etablert i 1959.

IEA arrangerte undersøkelsen FIMS (*First International Mathematics Study*) i begynnelsen av 1960-årene (Husén 1967). Undersøkelsen ble etterfulgt av FISS (*First International Science Study*) tidlig på 1970-tallet (Comber & Keeves 1973). Deretter fulgte SIMS (*Second International Mathematics Study*) i første halvdel av 1980-tallet (Travers & Westbury 1989; Robitaille & Garden 1989; Burstein 1992) og SISS (*Second International Science Study*) omtrent samtidig (IEA 1988; Postlethwaite & Wiley 1992; Rosier & Keeves 1991). Norge deltok bare i SISS (Sjøberg 1986). Det er vanskelig å knytte

bestemte årstall til disse første store internasjonale studiene, da de ble gjennomført til forskjellige tider i de ulike landene som deltok.

Tidlig på 1990-tallet slo man sammen de to studiene til en felles tredje runde for både matematikk og naturfag. Den ble kalt TIMSS, nå med betydningen *Third International Mathematics and Science Study*. Denne versjonen av TIMSS ble gjennomført i 1995 med Norge som deltakerland (Harmon et al. 1997; Lie, Kjærnsli & Brekke 1997a, 1997b; Brekke et al. 1998; Kjærnsli et al. 1999; Kind et al. 1999). Den ble gjentatt i 1999 under betegnelsen *TIMSS Repeat*, da uten norsk deltakelse (Mullis et al. 2000; Martin et al. 2000).

Ettersom TIMSS er en *trendstudie*, det vil si at man i tillegg til å sammenlikne mellom land også legger til rette for å sammenlikne over tid, har man fra og med undersøkelsen i 2003 valgt å beholde forkortelsen TIMSS, men med den nåværende betydningen *Trends in International Mathematics and Science Study*. Hvordan det tilrettelegges for trendstudier, skal vi se nærmere på senere i dette kapittelet. TIMSS er planlagt gjennomført hvert fjerde år. Undersøkelsen ble gjennomført i 2003 (Mullis et al. 2004; Martin et al. 2004) og i 2007 (Mullis, Martin & Foy 2008; Martin, Mullis & Foy 2008), begge ganger med norsk deltakelse (Grønmo et al. 2004). Planleggingen av neste undersøkelse i 2011 er allerede i gang.

Deltakelsen i TIMSS har økt fra runde til runde. I 2007 deltok over 60 land fra samtlige verdensdeler. Tabell 10.1 gir en oversikt over deltakerlandene i TIMSS 2007 og angir hvilke årstrinn de deltok på. I tillegg til landene vist i tabell 10.1, deltok følgende delstater og provinser: Canada (Alberta, Britisk Columbia, Ontario og Quebec), De forente arabiske emiratene (Dubai), Spania (Baskerland) og USA (Massachusetts og Minnesota). I de internasjonale oversiktene i denne boka er disse provinsene og delstatene ikke tatt med. Det er heller ikke Marokko på 8. trinn og Mongolia på begge trinn, fordi de ikke tilfredsstilte kravene for utvalg i TIMSS.

Tabell 10.1 Deltakerland i TIMSS 2007.
Kryss angir de årstrinnene et land deltok på

Land	4. årstrinn	8. årstrinn
Algerie	x	x
Armenia	x	x
Australia	x	x
Bahrain		x
Bosnia-Hercegovina		x
Botswana		x
Bulgaria		x
Colombia	x	x
Danmark	x	
Egypt		x
El Salvador	x	x
England	x	x
Georgia	x	x
Ghana		x
Hongkong	x	x
Indonesia		x
Iran	x	x
Israel		x
Italia	x	x
Japan	x	x
Jemen	x	
Jordan		x
Kasakhstan	x	
Kuwait	x	x
Kypros		x
Latvia	x	
Libanon		x
Litauen	x	x
Malaysia		x
Malta		x
Marokko	x	x

10 Rammeverk og metoder

Mongolia	x	x
Nederland	x	
New Zealand	x	
Norge	x	x
Oman		x
Palestina		x
Qatar	x	x
Romania		x
Russland	x	x
Saudi-Arabia		x
Serbia		x
Singapore	x	x
Skottland	x	x
Slovakia	x	
Slovenia	x	x
Sverige	x	x
Syria		x
Sør-Korea		x
Taiwan	x	x
Thailand		x
Tsjekkia	x	x
Tunisia	x	x
Tyrkia		x
Tyskland	x	
Ukraina	x	x
Ungarn	x	x
USA	x	x
Østerrike	x	

Etter hver TIMSS-studie offentliggjøres omfattende rapporter, både nasjonalt og internasjonalt, med primæranalyser av dataene. I etterkant gjøres en rekke sekundæranalyser av de store datamengdene. Disse publiseres i bøker og forskningstidsskrifter. Et eksempel er boka *Contexts of Learning Mathematics and Science* (Howie & Plomp 2006), som inneholder 24 artikler med utgangspunkt i TIMSS og er skrevet av forskere fra 17 land.

10.1.2 Organisering

Det er altså IEA som har det overordnede ansvaret for utviklingen og gjennomføringen av TIMSS. Mens IEAs sekretariat ligger i Amsterdam, er det internasjonale prosjektsenteret lagt til Boston College i USA. Spesielle delansvar er delegert til Data Processing Center i Hamburg og Statistics Canada i Ottawa.

I Norge er det Utdanningsdirektoratet som på vegne av Kunnskapsdepartementet formelt står for den norske deltakelsen i TIMSS. Ansvaret for gjennomføring av studien, analyser av resultatene og skriving av den nasjonale rapporten er gitt til Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling (ILS) ved Universitetet i Oslo, der en prosjektleder og en prosjektgruppe har arbeidet med TIMSS 2007 i flere år. Prosjektgruppa er tilknyttet Enhet for kvantitative utdanningsanalyser (EKVA) ved ILS. Prosjektgruppa i Norge har samarbeidet med prosjektsenteret i Boston, IEAs sekretariat i Amsterdam, Data Processing Center i Hamburg, Statistics Canada og med de nasjonale prosjektgruppene i noen av de andre deltakerlandene.

Informasjon om ulike hovedaktører finnes på følgende nettsider:

- IEA: <http://www.iea.nl/>
- Prosjektsenteret i Boston: <http://timssandpirls.bc.edu/>
- TIMSS 2007 internasjonalt: <http://timssandpirls.bc.edu/TIMSS2007/index.html>
- ILS: <http://www.ils.uio.no/>
- TIMSS i Norge: <http://www.timss.no/>
- EKVA: <http://www.ekva.uio.no/>

10.1.3 Populasjoner

TIMSS har klare definisjoner for hvilke elevpopulasjoner som skal undersøkes. Det er viktig for å kunne foreta internasjonale sammenlikninger. Definisjonene har imidlertid variert noe fra den første TIMSS-undersøkelsen til den siste.

Definisjonene har alltid vært relatert til årstrinn i skolen, og populasjonene har bestått av hele det aktuelle årstrinnet. Noen svært få elever blir definert ut av populasjonen. Det dreier seg først og fremst om to kategorier: nyinnflyttede elever fra andre land som behersker undervisningsspråket for dårlig til at de kan forstå oppgavene og spørsmålene, og elever med så store funksjonshemninger at undersøkelsen vanskelig kan gjennomføres på en meningsfull måte. Det har derfor ikke vært avgjørende for undersøkelsen om et

land har en omfattende fellesskole – slik som i Norge – eller om elevene plasseres i ulike typer skoler, for eksempel spesialskoler.

TIMSS 1995

Den yngste populasjonen i 1995 (populasjon 1) besto av de to årstrinnene som hadde flest niåringer. I Norge var det 2. og 3. klasse i datidens skole, altså før innføringen av tiårig grunnskole og skolestart for seksåringer.

Den neste populasjonen (populasjon 2) besto av de to årstrinnene som hadde flest 13-åringer. I Norge var det 6. og 7. klasse i datidens skole.

I 1995 ble dessuten en tredje populasjon undersøkt, nemlig elever i øverste klasse i videregående skole. Dette har senere utviklet seg til en separat studie som kalles *TIMSS Advanced*.

Som antydnet ovenfor ble det gjennomført en mindre oppfølgingsstudie i 1999, kalt *TIMSS Repeat*. Den undersøkte bare det øverste klassetrinnet i populasjon 2. Norge deltok ikke.

TIMSS 2003

I 2003 konsentrerte TIMSS seg om bare ett årstrinn i hver populasjon.

Populasjon 1 var definert som det øverste av de to årstrinnene som hadde flest niåringer. I Norge og de aller fleste andre land var dette 4. klasse (etter innføringen av tiårig grunnskole).

Populasjon 2 var definert som det øverste av de to årstrinnene som hadde flest 13-åringer. I Norge og de aller fleste andre land var dette 8. klasse.

I flere land i den tredje verden er det ikke uvanlig med sen skolestart eller uregelmessig skolegang. Elever kan for eksempel ha et avbrudd i skolegangen, for så å komme tilbake etter en stund og fortsette på det nivået de var da de sluttet. En definisjon knyttet til alder ble derfor problematisk. Dermed ble det årstrinn i skolen som ble den felles referanserammen i større grad enn alder. I rapportene ble populasjonene vanligvis referert til som 4. og 8. årstrinn (*Grade 4* og *Grade 8*). Dette er imidlertid heller ikke problemfritt, for eksempel er det vanskelig å finne en definisjon som skiller mellom førskole og skole på en måte som fungerer godt og likt i alle land.

TIMSS 2007

I 2007 ble populasjonene definert direkte ved hjelp av årstrinn i skolen. Populasjon 1 besto av alle elever i 4. årstrinn og populasjon 2 av alle elever i

8. årstrinn. Det var dessuten et krav om minstealder. Gjennomsnittsalderen i populasjon 1 kunne ikke være lavere enn 9,5 år, og i populasjon 2 ikke lavere enn 13,5 år. (Dette kravet førte til at elevene som deltok i England, Malta, New Zealand, Skottland og delvis Bosnia-Hercegovina var i henholdsvis 5. og 9. årstrinn, siden de hadde startet skolegangen allerede som femåringer.)

Tabellene nedenfor gir en oversikt over populasjon 1 og 2 i Norge i de tre TIMSS-undersøkelsene vi har deltatt i. For hver populasjon og hver undersøkelse er det angitt hvilke(t) årstrinn som deltok (i det skolesystemet vi hadde da undersøkelsen ble gjort), hva som var gjennomsnittsalderen til de elevene som deltok, og hvor mange år de hadde gått på skolen. Vi har hatt flere læreplanreformer i Norge i løpet av den tiden disse elevene gikk på skolen. Derfor er det også angitt hvor mange år de ulike elevene hadde hatt under de forskjellige læreplanene.

Tabell 10.2 Populasjon 1 i Norge i tre TIMSS-undersøkelser

	Årstrinn	Gjennomsnittsalder	Antall skoleår	Antall år under hvilken læreplan		
				M87	L97	K06
TIMSS 1995	2	8,8	2	2		
	3	9,9	3	3		
TIMSS 2003	4	9,8	4		4	
TIMSS 2007	4	9,8	4		3	1

Tabell 10.3 Populasjon 2 i Norge i tre TIMSS-undersøkelser

	Årstrinn	Gjennomsnittsalder	Antall skoleår	Antall år under hvilken læreplan		
				M87	L97	K06
TIMSS 1995	6	12,9	6	6		
	7	13,9	7	7		
TIMSS 2003	8	13,8	7	1	6	
TIMSS 2007	8	13,8	8		7	1

Det er grunn til å merke seg enkelte fakta fra disse tabellene. For TIMSS 1995 henviser vi til det høyeste av de to årstrinnene som ble undersøkt (henholdsvis 3. klasse og 7. klasse) når vi gjør sammenlikninger med 2003 og 2007.

I begge populasjonene har gjennomsnittsalderen til elevene holdt seg tilnærmet konstant fra undersøkelse til undersøkelse.

Antall år på skolen gikk for populasjon 1 opp fra tre i TIMSS 1995 til fire i TIMSS 2003. Det skjedde i forbindelse med innføringen av L97 og tiårig grunnskole. I TIMSS 2007 var antall år på skolen fortsatt fire for populasjon 1.

I populasjon 2 er bildet litt annerledes. I TIMSS 1995 hadde øverste årstrinn gått sju år på skolen. I TIMSS 2003 gikk elevene i 8. klasse, men hadde likevel hatt bare sju år på skolen. Dette skyldtes at en del årskull «mistet» et klassetrinn i forbindelse med overgangen til tiårig grunnskole. Det kullet som ble testet i TIMSS 2003, startet sin skolegang som sjuåringer i 1996 og gikk 1. klasse under M87. Året etter ble L97 implementert, og deres andre skoleår ble kalt 3. klasse.

Det var først i TIMSS 2007 at elevene i populasjon 2 i Norge hadde gått åtte år på skolen. Når vi sammenlikner, må vi huske på at denne populasjonen hadde ett år lengre skolegang bak seg enn populasjon 2 i TIMSS 2003. Samtidig må vi også huske på at det elevkullet som utgjorde populasjon 2 i TIMSS 2007, var det samme kullet som utgjorde populasjon 1 i TIMSS 2003. Åttendeklassingene i 2007 var fjerdeklassinger i 2003. Og det ekstra skoleåret de hadde bak seg i 2007, hadde de allerede fått før de ble testet i 2003.

Det er også viktig å legge merke til hvilke læreplaner elevene har vært undervist under. Vi kommer tilbake til det snart.

10.1.4 Analysenivåer

I TIMSS analyseres data på tre nivåer:

Systemnivå — intendert læreplan

Dette nivået gjelder utdanningssystemet slik det legges til rette av nasjonale og regionale myndigheter i et land. Det dreier seg om organisering av skoletilbudet, ramme faktorer, ressurstilgang og elevenes muligheter til skole- og fagvalg. Dessuten dreier det seg særlig om læreplaner, vurderingsformer og lærebøker. Det er slike faktorer som forteller hva slags utdanningstilbud samfunnet og myndighetene ønsker og planlegger at elevene skal få.

Opplysninger på dette nivået er hentet inn ved hjelp av spørreskjemaer til prosjektledelsen, skolelederne og lærerne til de elevene som ble plukket ut til å delta i undersøkelsen.

Den nasjonale prosjektgruppa har også laget en kortfattet beskrivelse av det norske skolesystemet (Onstad & Grønmo 2008). Beskrivelsen er trykt i en

omfattende ensyklopedi med slike omtaler fra samtlige deltakerland i TIMSS 2007 (Mullis et al. 2008b).

Klasseromsnivå — implementert læreplan

Dette nivået handler om hva som skjer i klasserommet, om undervisningen og om læringsmiljøet. Hvordan blir intensjonene fra systemnivået omsatt i praksis? Hvordan blir den intenderte læreplanen implementert i skolen?

Både elevene og lærerne deres har svart på spørreskjemaer om situasjonen på skolen. Elevene ble blant annet spurt om klassemiljøet, undervisningsmetoder, leksearbeid, hjemmebakgrunn, holdninger og fritidssysler. Lærerne ble blant annet spurt om utdanning, undervisningsmetoder, vurdering, holdninger, faglige temaer og arbeidssituasjonen.

Elevnivå — resultert læreplan

Det siste nivået, elevnivået, handler om hva som er oppnådd. Hvilke kunnskaper har elevene i matematikk og naturfag, og hvilke holdninger har de til matematikk og naturfag?

Med data på alle disse nivåene, kan man beskrive og analysere situasjonen på en rekke måter. Vi kan for eksempel sammenlikne prestasjonene i matematikk og naturfag eller i biologi og fysikk. Vi kan sammenlikne prestasjonene til jenter og gutter. Vi kan studere eventuelle forandringer i forhold til de foregående TIMSS-undersøkelsene. Vi kan sammenlikne elevprestasjoner i ulike land.

Vi kan også analysere om det synes å være noen sammenheng mellom prestasjonene og noen av bakgrunnsvariablene, som for eksempel hjemmebakgrunn, klassemiljø, undervisningsmetoder eller leksearbeid.

10.2 Rammeverk og instrumenter

TIMSS baserer seg på et rammeverk som definerer hvilke kunnskaper og ferdigheter elevene skal testes i. Rammeverket er utviklet gjennom en drøftingsprosess mellom deltakerlandene. Det foregår en viss justering foran hver undersøkelse, noe som er naturlig ettersom skolesystemer utvikler seg og læreplaner revideres. Men det er samtidig et poeng å holde rammeverket relativt stabilt for å gi et solid fundament for pålitelige sammenlikninger over tid.

10.2.1 Rammeverk

Rammeverket for TIMSS 2007 (Mullis et al. 2005) bygger på rammeverkene for TIMSS 2003 (Mullis et al. 2003) og for TIMSS 1995 (Robitaille 1993). Det har hele tiden vært et mål at rammeverket skal ligge så tett som mulig opptil de aktuelle læreplanene i deltakerlandene. Det er selvsagt umulig å få det til fullt ut, til det er læreplanene for ulike. Derfor blir målet i stedet at ikke noe land skal oppleve at det blir et urimelig stort avvik fra deres læreplan. Vi skal helst alle sammen kunne si at TIMSS-testen i hovedsak faller inn under vår læreplan, samtidig som vi aksepterer at noen av oppgavene ikke passer godt i vårt land. Derfor er det viktig at alle deltakerlandene gis anledning til å påvirke prosessen med utvikling av rammeverket, slik at man oppnår konsensus om dette.

Rammeverket definerer de *faglige temaområdene* som testoppgavene kan hentes fra. Disse temaene er organisert i noen hovedområder. Samtidig oppgis det hvor stor andel av oppgavene som skal høre inn under hvert av disse hovedområdene.

I tillegg inneholder rammeverket en beskrivelse av *kognitive kategorier*. Det er et mål at oppgavene skal stille ulike kognitive krav til elevene. Derfor angir rammeverket også hvor stor andel av oppgavene som skal ligge i hver av de kognitive hovedkategoriene.

Matematikk

Når det gjelder hovedkategoriene i rammeverket for matematikk, er de i TIMSS 2007 forenklet noe i forhold til TIMSS 2003. I 2003 var det fem innholdskategorier i begge populasjonene. Tabellen nedenfor viser disse kategoriene og hvor stor andel av oppgavene som skulle høre til hver kategori.

Tabell 10.4 Fordeling av matematikkoppgaver i TIMSS 2003 etter innholdskategori

Innholdskategori	4. årstrinn	8. årstrinn
Tall	40 %	30 %
Algebra*	15 %	25 %
Målinger	20 %	15 %
Geometri	15 %	15 %
Datarepresentasjon	10 %	15 %

* På 4. årstrinn brukte man betegnelsen *Mønstre* i stedet for *Algebra*.

I 2007 gikk man ned til tre kategorier for populasjon 1:

Tabell 10.5 Fordeling av matematikkoppgaver for 4. årstrinn i TIMSS 2007 etter innholdskategori

Innholdskategori	4. årstrinn
Tall	50 %
Geometri ¹	35 %
Statistikk ²	15 %

Hovedendringene er at *Mønstre* er lagt inn under *Tall*, og at *Målinger* er fordelt på *Geometri* og *Tall*. Dessuten er *Statistikk* styrket litt. Når det gjelder valg av norske betegnelser, er det grunn til å komme med noen kommentarer:

1. Den midterste kategorien er i det engelske rammeverket kalt *Geometric Shapes and Measures*, som kan oversettes med *geometriske former og målinger*. Vi har valgt den korte samlebetegnelsen *Geometri*. Slik betegnelsen geometri brukes i den norske læreplanen for barnetrinnet, samsvarer den godt med innholdet i denne kategorien.
2. Den siste kategorien het i 2003 *Data* på engelsk, og den ble oversatt med *Datarepresentasjon* på norsk. I 2007 ble den kalt *Data Display* på engelsk, noe som ligger nærmere den norske betegnelsen i 2003. Vi har likevel gått over til den enklere betegnelsen *Statistikk*. Kategorien dreier seg om å lese, sammenlikne og tolke statistiske data i tabeller og diagrammer, og å organisere data i tabeller og diagrammer. Dette faller inn under fagområdet *deskriptiv statistikk*. I grunnskole delen av K06 kalles det ganske enkelt *Statistikk*, og det er den betegnelsen som er valgt her.

For populasjon 2 gikk man i 2007 ned til fire kategorier:

Tabell 10.6 Fordeling av matematikkoppgaver for 8. årstrinn i TIMSS 2007 etter innholdskategori

Innholdskategori	8. årstrinn
Tall	30 %
Algebra	30 %
Geometri	20 %
Statistikk ³	20 %

Kategorien *Målinger* er fjernet. Til gjengjeld er *Algebra*, *Geometri* og *Statistikk* alle økt litt i omfang. Betegnelsen på den siste kategorien krever en kommentar:

3. I 2003 ble denne kategorien kalt *Data* på engelsk og *Datarepresentasjon* på norsk. Av samme grunner som i kommentar 2) ovenfor har vi denne gangen valgt å bruke *Statistikk* i stedet. På engelsk heter kategorien i 2007 *Data and Chance*. Kategorien inneholder nemlig også litt om elementære sannsynlighetsvurderinger. Men testen i TIMSS 2007 har svært få oppgaver om sannsynlighet, og vi har derfor valgt bare *Statistikk* som en kortfattet betegnelse.

Antallet kognitive hovedkategorier er også redusert fra 2003 til 2007. I TIMSS 2003 var fordelingen på kategorier slik:

Tabell 10.7 Fordeling av matematikkoppgaver i TIMSS 2003 etter kognitiv kategori

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

I TIMSS 2007 er dette forenklet til følgende:

Tabell 10.8 Fordeling av matematikkoppgaver i TIMSS 2007 etter kognitiv kategori

Kognitiv kategori	4. årstrinn	8. årstrinn
Kunne	40 %	35 %
Anvende	40 %	40 %
Resonnere	20 %	25 %

Å *kunne* betyr å huske fakta, gjenkjenne objekter og uttrykk, beherske de fire regningsartene for heltall, brøker og desimaltall, hente informasjon fra tabeller og diagrammer, måle og klassifisere. Å *anvende* betyr å bruke kunnskapene og ferdighetene sine til å velge metoder og strategier, representere informasjon, modellere situasjoner, følge instruksjoner og løse rutineproblemer. Å *resonnere* betyr å tenke logisk, analysere situasjoner og sammenhenger,

generalisere resultater, kombinere informasjon, begrunne påstander og løse problemer som ikke er rutinepreget.

Vi ser at fordelingen mellom de ulike kognitive kategoriene er nokså lik for de to populasjonene. For 8. trinn er det en liten forskyvning i forhold til 4. trinn fra å kunne fakta og ferdigheter mot å kunne resonnerer.

Naturfag

For hovedkategoriene i rammeverket for naturfag, er nesten ingenting forandret i TIMSS 2007 sammenliknet med TIMSS 2003. For innholdskategorier på 4. årstrinn er det ingen endringer:

Tabell 10.9 Fordeling av naturfagoppgaver på 4. årstrinn i TIMSS 2003 og TIMSS 2007 etter innholdskategori

Innholdskategori	4. årstrinn 2003	4. årstrinn 2007
Biologi	45 %	45 %
Fysikk/kjemi	35 %	35 %
Geofag	20 %	20 %

Med *Geofag* mener vi det som på engelsk kalles *Earth Science*, som omfatter emner fra astronomi, naturgeografi, geologi og geofysikk.

For populasjon 2 er det en liten forenkling:

Tabell 10.10 Fordeling av naturfagoppgaver på 8. årstrinn i TIMSS 2003 og TIMSS 2007 etter innholdskategori

Innholdskategori	8. årstrinn 2003	8. årstrinn 2007
Biologi	30 %	35 %
Kjemi	15 %	20 %
Fysikk	25 %	25 %
Geofag	15 %	20 %
Miljølære	15 %	—

Miljølære har i TIMSS 2007 forsvunnet som separat hovedkategori og er i stedet lagt inn under de andre kategoriene.

Når det gjelder de kognitive hovedkategoriene i naturfag, er det bare små justeringer fra 2003 til 2007. I TIMSS 2003 var situasjonen slik:

Tabell 10.11 Fordeling av naturfagoppgaver i TIMSS 2003 etter kognitiv kategori

Kognitiv kategori	4. årstrinn	8. årstrinn
Faktakunnskap	40 %	30 %
Begrepsforståelse	35 %	35 %
Resonnement og analyse	25 %	35 %

TIMSS 2007 har følgende kategorier:

Tabell 10.12 Fordeling av naturfagoppgaver i TIMSS 2007 etter kognitiv kategori

Kognitiv kategori	4. årstrinn	8. årstrinn
Kunne	40 %	30 %
Anvende	35 %	35 %
Resonnere	25 %	35 %

Å *kunne* betyr å huske og gjenkjenne fakta, kjenne naturfaglig terminologi og definisjoner, beskrive organismer, stoffer og prosesser, gi eksempler og bruke laboratorieutstyr. Å *anvende* betyr å sammenlikne og kategorisere, å anvende naturfaglige modeller, knytte faglige begreper og forklaringer til observerte fenomener og tolke informasjon. Å *resonnere* betyr å analysere naturfaglige problemer, kombinere informasjon, formulere og teste hypoteser, se mønstre i data og trekke konklusjoner, generalisere, begrunne påstander og vurdere ulike alternativer.

I tillegg til innholdskategorier og kognitive kategorier vektlegger rammeverket for naturfag også *naturvitenskapelig arbeidsmetode*. Med det menes at det forventes at elevene kan

1. formulere spørsmål og hypoteser
2. planlegge undersøkelser
3. representere data
4. analysere og tolke data
5. trekke konklusjoner og formulere forklaringer

Disse forventningene gjelder begge populasjonene, men kravene øker med alderen. En rekke av oppgavene i naturfag – særlig oppgaver der elevene skal bruke egne kunnskaper og egen forståelse i en praktisk kontekst – tar sikte på å måle elevenes evne til å nytte naturvitenskapelig arbeidsmetode. Også

disse oppgavene er kategorisert etter innhold og kognitive krav på linje med alle de andre oppgavene.

Kalkulator

Før TIMSS 2003 var det en omfattende debatt omkring bruk av kalkulator for testen på 8. årstrinn. Mange av oppgavene var laget slik at en kalkulator ikke ville være til nytte, mens andre krevde direkte utregninger der kalkulator ville gi en fordel.

Debatten førte til en ekstra studie knyttet til undersøkelsen i 2003. Elever på 8. trinn fikk ikke bruke kalkulator på første del av testen, men fikk lov på siste del. Enhver oppgave var plassert i første del av noen oppgavehefter og i andre del av et annet utvalg hefter, dermed kunne man analysere effekten av tilgang på kalkulator. Kalkulatorbruk ga signifikant utslag på kun fem oppgaver. Totalt hadde 63 prosent av elevene tilgang på kalkulator under testen. Et stort flertall av disse oppga at de hadde brukt kalkulatoren veldig lite eller ikke i det hele tatt.

Med utgangspunkt i denne erfaringen ble det bestemt at kalkulatorbruk skulle være tillatt under hele testen på 8. årstrinn i TIMSS 2007. Dermed slapp elever som var vant til utstrakt kalkulatorbruk å føle at de ble satt i en uvant testsituasjon.

På 4. årstrinn var kalkulator ikke tillatt.

10.2.2 TIMSS og norske læreplaner

Et av målene med rammeverket for TIMSS er – som nevnt i det foregående – å sikre at elevene i ethvert deltakerland blir testet i oppgaver som i hovedsak faller innenfor landets læreplaner. På grunn av de mange forskjellene vil det alltid være en del oppgaver som ikke passer i det enkelte land, men det er et mål at dette skal være omtrent «like urettferdig» for alle landene.

Alle oppgavene i TIMSS 2007 er vurdert opp mot norske læreplaner. I matematikk er oppgavene vurdert av matematikkdiraktikere ved ILS, og i naturfag er de vurdert av fagpersoner på Nasjonalt senter for naturfag i opplæringen.

De norske elevene som deltok i TIMSS 2007, hadde blitt undervist under to læreplaner, L97 og K06. Tabellene 10.2 og 10.3 ovenfor viser at de hadde hatt det meste av skolegangen sin under L97. Det var bare det siste skoleåret – da testen ble gjennomført om våren – at de hadde blitt undervist under K06. Slik sett er det kanskje mest naturlig å sammenlikne oppgaveutvalget

med L97. Vi skal likevel ikke se bort fra at debatten som gikk forut for innføringen av K06 (ikke minst knyttet til Kvalitetsutvalgets to utredninger og til høringsrunden for Kunnskapsløftet), satte et visst preg på skolekulturen allerede før den formelle implementeringen av K06 fra høsten 2006. Under alle omstendigheter var det denne læreplanen som hadde preget elevenes siste skoletid før testen.

Gjennomgangen av oppgavene tok hensyn til dette. Man vurderte om elevene skulle hatt oppgavens tema under de første skoleårene ifølge L97 eller det siste skoleåret ifølge K06. I tvilstilfeller så man hvordan noen sentrale læreverk hadde tolket læreplanene og behandlet temaene. For naturfagoppgaver konsulterte man også andre fags læreplaner, spesielt samfunnsfag (geografi) og mat og helse, som inneholdt naturfaglige emner som testes i TIMSS.

Vurderingen av om oppgavene passet til de norske læreplanene sprikte en del. Matematikkoppgavene i TIMSS 2007 ble vurdert til å være mer i samsvar med norske læreplaner enn oppgavene i naturfag, og med bedre samsvar på 4. trinn enn på 8. trinn.

Tabell 10.13 Oppgaver i TIMSS 2007 i forhold til norske læreplaner

Fag	Årstrinn	Totalt antall oppgaver	Antall oppgaver som falt utenfor norske læreplaner	Andel oppgaver som falt utenfor norske læreplaner
Matematikk	4	179	8	4,5 %
Matematikk	8	215	22	10,2 %
Naturfag	4	174	34	19,5 %
Naturfag	8	212	60	28,3 %

Dette kan skyldes at det er relativt stor internasjonal homogenitet innen matematikkfaget, mens det er større variasjon mellom landene når det gjelder hvilke naturfaglige fenomener som studeres.

To momenter bør framheves i denne sammenhengen:

For det første er det vanskelig å avgjøre om et tema, ifølge K06, skal være undervist på 8. trinn. Kompetansemålene er der gitt for 7. og for 10. trinn. Det er altså ikke spesifisert på hvilket årstrinn de ulike matematiske temaene skal behandles. Som en følge av dette, er det foretatt skjønnsmessige vurderinger i den ovennevnte gjennomgangen.

For det andre viser analyser at det ikke spiller noen stor rolle for prestasjonene om en del oppgaver faller utenfor et lands læreplaner. For hvert

land er det regnet ut hvor stor prosent korrekte svar elevene hadde på hele testen, og hvor stor prosent korrekte svar de hadde på den delen av testen som er vurdert til å falle innenfor landets læreplaner. Dette ble gjort for hvert av fagene matematikk og naturfag og for hver av populasjonene. For Norge falt det slik ut:

Tabell 10.14 Prestasjoner korrigert for samsvar med læreplan

Fag	Årstrinn	Andel korrekt på hele testen	Andel korrekt på den «norske delen» av testen
Matematikk	4	44 %	45 %
Matematikk	8	40 %	42 %
Naturfag	4	47 %	48 %
Naturfag	8	42 %	44 %

I begge fag er altså forskjellen bare ett prosentpoeng på 4. trinn og to prosentpoeng på 8. trinn. Det samme gjelder faktisk de aller fleste deltakerlandene i TIMSS 2007. Om man innskrenker testen til den delen som faller innenfor et lands læreplan, blir det bare en marginal forbedring av prestasjonen.

10.2.3 Oppgaver

Når TIMSS utvikler oppgaver til undersøkelsene sine, tar de mange hensyn (Mullis et al. 2005):

- Oppgavene skal ligge innenfor læreplanen i de fleste deltakerlandene.
- Oppgavene skal forventes å kunne forsvare sin posisjon i en framtidig utvikling av matematikk og naturfag i skolen.
- Oppgavene skal være godt tilpasset de deltakende elevenes alderstrinn.
- Oppgavene skal fungere teknisk godt i en storskalaundersøkelse.
- Oppgavene skal fordele seg på innholdskategoriene og de kognitive kategoriene i samsvar med prosentangivelsene i rammeverket. (Se ovenfor.)

Oppgavene skal også fungere rimelig godt i alle land, basert på resultatene fra generalprøven som gjennomføres året før hovedundersøkelsen. Videre er det et mål å få en balansert fordeling mellom flervalgsoppgaver og åpne oppgaver.

Punktet om å «fungere teknisk godt» betyr blant annet at en oppgave skal *diskriminere* godt, det vil si at den skal skille mellom sterke og svake

elever. For å kunne få høy reliabilitet på testen som helhet, er det i tillegg viktig å ha oppgaver med ulik vanskelighetsgrad.

TIMSS er en *trendstudie*. Det betyr at den legger til rette for sammenlikning over tid. Et utvalg av oppgavene i TIMSS 2003 ble ikke offentliggjort, men lagt til side for gjenbruk i TIMSS 2007. Dette er *trendoppgavene*, som knytter de to studiene sammen og gjør det mulig å sammenlikne prestasjonene.

Trendoppgavene fra TIMSS 2003 lå altså fastlagt som et utgangspunkt. Deretter var det behov for å utvikle mange nye oppgaver, slik at det samlede oppgavetilfanget fylte kriteriene ovenfor. Deltakerlandene ble invitert til å sende inn forslag til nye oppgaver, og IEA organiserte i tillegg et internasjonalt møte for alle deltakende land hvor nye oppgaver ble utarbeidet. Alle oppgaveforslagene ble så sendt til en internasjonal ekspertkomité i matematikk og naturfag, hvor de ble vurdert mot rammeverket. Lå de utenfor rammeverket, ble de modifisert eller forkastet. Falt de innenfor, ble de plassert i en innholdskategori og en kognitiv kategori. Den internasjonale ekspertkomiteen hadde ansvaret for at det var tilstrekkelig med oppgaver innen ulike fagområder og kognitive områder, for at det var en rimelig fordeling i oppgavenes vanskegrad og et passende forhold mellom flervalgsoppgaver og åpne oppgaver. Den hadde også ansvaret for beskrivelsene av de ulike kompetansenivåene i TIMSS. Norge har vært representert i denne ekspertkomiteen i alle de TIMSS-studiene vi har deltatt i.

«Oppgavebanken» som man nå satt med, ble så grundig gjennomgått. Ekspertpanelet valgte ut omtrent dobbelt så mange oppgaver som man trengte til testen. Disse oppgavene ble utprøvd internasjonalt våren 2006 i en såkalt generalprøve. Resultatene i generalprøven ga grunnlag for å gjøre det endelige utvalget av oppgaver til selve TIMSS-undersøkelsen i 2007. Utvalget ble gjort i samforståelse med deltakerlandene, og man søkte å oppfylle de fastsatte fordelingene på innholdskategorier og kognitive kategorier.

De utvalgte oppgavene ble fordelt i 14 såkalte *blokker* for hvert fag og for hver populasjon. En blokk besto enten av trendoppgaver fra TIMSS 2003 eller av nye oppgaver. Blokkene var relativt like i arbeidsmengde og vanskegrad.

Noen av de blokkene som ble brukt i TIMSS 2007, vil foreløpig ikke bli frigitt. Det planlegges en ny TIMSS-undersøkelse i 2011, og derfor holdes det av mange trendoppgaver som man da vil bruke på nytt.

10.2.4 Koder

Mange av oppgavene i TIMSS er *flervalgsoppgaver*. I en slik oppgave får eleven vanligvis fire svaralternativer å velge mellom: A, B, C eller D. (Tidligere var det vanlig med fem.) Eleven skal markere hvilket av svarene som hun eller han mener eller tror er det riktige.

Det ligger et grundig arbeid bak konstruksjon av flervalgsoppgaver. Det er viktig at ett av svarene er riktig, og at ingen av de andre er det. De gale svarene kalles *distraktorer*. Gode distraktorer bør avspeile typiske misoppfatninger, regnefeil eller liknende. En distraktor som ikke velges av noen av elevene, er ikke ønskelig. Det er heller ikke ønskelig at en distraktor skal «lokke» eller «lure» elevene til å gi galt svar. Man finner ofte gode distraktorer ved at man prøver ut oppgaven som en åpen oppgave først, og ser hvilke svar man da får.

En flervalgsoppgave er enkel å kode etterpå. Det er én tallkode for hvert av svarene A, B, C og D. Det er også spesielle koder for elever som har svart på en gal måte – for eksempel markert to svar – eller ikke svart i det hele tatt.

Disse kodene skrives inn i en database som deretter kan behandles med statistisk programvare.

For de *åpne oppgavene* er kodingen mye mer krevende. Gjennom utprøving danner man seg et inntrykk av hvordan en slik oppgave blir besvart. Dersom det viser seg at det er noen karakteristiske forskjeller mellom svarene, kan det ha diagnostisk interesse å gi visse svarkategorier særskilte koder. Det kan gi mulighet til å analysere hva og hvordan elevene har svart på oppgaven. I TIMSS har man utviklet et tosifret kodesystem for å ta vare på slik informasjon. Hvis en oppgave bare har ett riktig svar, gis det kode 10 for dette svaret. Dersom svaret kan angis på flere måter som anses som korrekte, eller dersom det er ulike måter å komme fram til svaret på, er det mulig å kode med for eksempel 10 og 11, eller med 10, 11 og 12, osv. Hver kode svarer da til én bestemt svartype eller én bestemt framgangsmåte. Feilsvar kodes konsekvent på 70-tallet. Dersom det er interessant å skille mellom ulike feilsvar, kan det gis kode 70, 71 osv. Alle andre feilsvar får kode 79. Helt blanke besvarelser får kode 99.

Riktig svar på en slik oppgave gir ett poeng.

Noen oppgaver er mer komplekse, og det er naturlig å kunne skille mellom helt eller delvis riktig svar. Da vil kodene 20, 21, 22 osv. betegne ulike typer korrekte svar, mens 10, 11, 12 osv. betegner ulike typer delvis korrekte svar.

Helt riktig svar på en slik oppgave gir to poeng, mens delvis riktig svar gir ett poeng.

Poengene gir grunnlag for å beregne prestasjonene, mens kodene for øvrig muliggjør nærmere studier av elevenes kunnskaper og oppfatninger.

10.2.5 Spørreskjemaer

Hver elev som deltok i TIMSS 2007, svarte på et *elevspørreskjema* i tillegg til den faglige testen. Lærerne til disse elevene fikk dessuten egne *lærerspørreskjemaer*, og skolens ledelse fikk et *skolespørreskjema*. Gjennom skjemaene ble det samlet inn en rekke opplysninger om holdninger, hjemmebakgrunn, klassemiljø, undervisningsmetoder, leksearbeid, skolens ressurser med mer.

Spørreskjemaene i TIMSS 2007 hadde mye til felles med de tilsvarende spørreskjemaene i TIMSS 2003 og TIMSS 1995. De gikk gjennom en ekspertvurdering og en grundig internasjonal debatt før de ble ferdigstilt. Alle deltakerlandene hadde en demokratisk mulighet til å foreslå endringer og tillegg.

Det var mulig for land å sløyfe enkelte spørsmål som ble ansett som irrelevante for deres utdanningssystem, eller å legge til spørsmål som utdanningsmyndighetene eller den nasjonale prosjektgruppa fant interessante. Dette ble imidlertid gjort i svært få tilfeller. Svarene på slike spørsmål ble ikke tatt med i den internasjonale rapporten.

10.2.6 Oversetting

Det internasjonale arbeids- og samarbeidsspråket i TIMSS er engelsk. Alle offisielle dokumenter, instruksjoner, oppgaver og spørreskjemaer utarbeides på engelsk. Men når undersøkelsen gjennomføres, må oppgavene og spørreskjemaene foreligge på de språkene som brukes i skolene i de respektive landene. Elevene (og lærerne og skolelederne) skal møte oppgavene og spørsmålene på et språk de er vant til, ellers vil internasjonale sammenlikninger ha liten mening.

Oversetting er imidlertid vanskelig. For det første må det sikres at det spørres om nøyaktig det samme på alle språk. Videre bør oppgavene være like vanskelige, noe som ikke er opplagt når de reformuleres på et nytt språk. Et par eksempler kan belyse dette. Spørsmålet «What does a carnivore eat?» oversettes naturlig til «Hva spiser en kjøtteter?». Vi ser at mens engelsk bruker et vanskelig fremmedord, bruker norsk et selvforklarende ord. Det norske spørsmålet blir dermed lettere enn det engelske. Det fins også eksempler

på det motsatte, at uttrykk på engelsk ligger nærmere anvendt fagterminologi enn norske uttrykk. «Add» inngår i engelsk dagligtale og ligger nær det matematiske uttrykket «addere». På norsk må «addere» anses for å være et fagspesifikt uttrykk som kun læres i matematikktimene på skolen. Videre vil en regulær trekant på enkelte språk kalles «likesidet» og på andre språk «likevinklet». Å være likesidet eller likevinklet er ekvivalent for trekanten (men ikke for firkanter!), men det er like fullt to ulike opplysninger om trekanten som formidles gjennom disse betegnelse, og i visse oppgaver kan det spille en rolle for løsningen.

I tillegg vil skifte av språk mange ganger gå sammen med skifte av kultur, tradisjoner, klima og erfaringsverden. Slike ting kan også spille en rolle for hvordan situasjoner og spørsmål oppfattes. Sammen med oversettingen bør man derfor være oppmerksom på om dette kan skape ulikheter mellom elevene i forskjellige land. Et spørsmål om isbjørner kan virke mer fremmedartet i Afrika enn i Norge.

TIMSS har omfattende rutiner for oversetting. I Norge oversatte den norske prosjektgruppa oppgavene, spørreskjemaene og instruksjonene til bokmål fra engelsk. Oppgavene ble oversatt til bokmål av to personer, som arbeidet uavhengig av hverandre. Etterpå ble de to oversettelsene sammenholdt, diskutert grundig og satt sammen til ett utkast. Deretter ble bokmålstekstene sendt til en språkkonsulent som oversatte dem til nynorsk. Bokmåls- og nynorskversjonene ble så sammenliknet av prosjektgruppa, og det ble foretatt en del justeringer for å harmonisere uttrykksmåtene på de to målformene. Etter dette ble oversettelsesforslagene sendt til IEA, som sendte dem videre til en bokmålseksperter og en nynorskeksperter, rekruttert uavhengig av prosjektgruppa i Norge. Kommentarene og forslagene fra disse ekspertene ble så sendt via IEA til Norge, der prosjektgruppa gjennomgikk dem, vurderte dem fra en matematikkfaglig og naturfaglig synsvinkel og foretok nødvendige forbedringer av tekstene.

Det var også viktig at layout på oppgaver og hefter var så lik som mulig i alle land. Alle heftene ble derfor sendt til internasjonal godkjenning av layout.

10.2.7 Hefter

Oppgavene ble, som nevnt ovenfor, fordelt i 14 blokker med matematikkoppgaver og like mange blokker med naturfagoppgaver for hver populasjon. Blokkene hadde omtrent like mange oppgaver og like stor vanskegrad.

Deretter ble blokkene satt sammen til 14 forskjellige oppgavehefter for hver populasjon. Hvert hefte inneholdt to matematikkblokker og to naturfagblokker. En blokk hadde ulik plassering i de to heftene den var med i.

Tabell 10.15 Eksempel på fordeling av blokker i hefter

Hefter	Blokker			
Hefte 4	S04	S05	M04	M05
Hefte 5	M05	M06	S05	S06
Hefte 6	S06	S07	M06	M07

Se på hefte 5. Først kommer matematikkblokk M05, som også står sist i hefte 4. Dernest kommer matematikkblokk M06, som også står nest sist i hefte 6. Så kommer naturfagblokk S05, som også står nest først i hefte 4. Til slutt kommer naturfagblokk S06, som også står først i hefte 6. Vi ser at det er systematisk variert om matematikk eller naturfag kommer først i et hefte. Hver blokk er også systematisk plassert i første halvdel av ett hefte og i siste del av et annet hefte. Videre inneholdt hvert hefte en matematikkblokk og en naturfagblokk med trendoppgaver fra TIMSS 2003, samt en matematikkblokk og en naturfagblokk med nye oppgaver.

Hver elev fikk ett hefte. Den enkelte elev fikk dermed prøve seg på omtrent en sjuendedel av alle oppgavene. TIMSS er derfor lite egnet til å si noe om den enkelte elev, studien er designet for å kunne trekke rimelig sikre konklusjoner om den nasjonale populasjonen eller deler av denne. På den annen side betyr dette at studien som helhet inneholder et stort mangfold av oppgaver, og derfor dekker et bredt innhold av et lands læreplan.

Faktisk var situasjonen enda mer innfløkt enn beskrevet hittil. I TIMSS 2003 inneholdt heftene seks blokker, noe som førte til at arbeidsmengden ble så stor, at mange oppgaver i slutten av heftene ikke ble besvart. Elevene rakk dem ikke. Det ble derfor bestemt å redusere omfanget til fire blokker per hefte i TIMSS 2007. Da ble det imidlertid vanskeligere å gjøre pålitelige sammenlikninger mellom de to undersøkelsene. For å «bygge bro» mellom de ulike arbeidsvilkårene i 2003 og 2007 ble det brukt fire ekstra hefter til TIMSS 2007. Disse var kopier av fire av heftene fra TIMSS 2003 og hadde seks blokker hver. Slik ble altså noen av elevene i 2007 testet under samme arbeidsvilkår som alle elevene hadde i 2003. Dermed ble det brukt til sammen 18 forskjellige oppgavehefter for hver populasjon i TIMSS 2007.

Det finnes tre typer nummerering av oppgavene i TIMSS. La oss ta et eksempel: en naturfagoppgave om pattedyr til bruk på 8. trinn. Da den ble foreslått og kom inn i oppgavebanken til TIMSS, fikk den et referansenummer: S032385. Dette nummeret følger oppgaven så lenge den er i TIMSS-systemet, og er blant annet nyttig for forskere som skal bruke eller analysere TIMSS-oppgaver. Da oppgaven etter utprøving i generalprøven ble valgt ut til å være med i TIMSS-testen, ble den plassert i en blokk og fikk nummerkoden S05_09 i tillegg til referansenummeret. Nummerkoden forteller at oppgaven er plassert som den niende oppgaven i naturfagblokk S05. Denne blokken er plassert i hefte 4 og hefte 5, slik vi så ovenfor. I heftene er oppgavene fortløpende nummerert. Oppgaven vår har blitt nummer 24 i hefte 4 og nummer 36 i hefte 5.

I denne boka har vi brukt vår egen fortløpende nummerering av de oppgavene vi har valgt å presentere.

Alle oppgaveheftene i TIMSS inneholdt en kortfattet instruksjon innledningsvis om hvordan de ulike oppgavetyperne – det vil si flervalgsoppgaver og åpne oppgaver – skulle besvares.

10.3 Gjennomføring

TIMSS har utviklet grundige prosedyrer for å sikre en ensartet gjennomføring av undersøkelsen i alle deltakerlandene. Prosedyrene er nøye beskrevet i manualer for gjennomføringen av ulike deler av studien. Se også den internasjonale tekniske rapporten (Olson, Martin & Mullis 2008).

10.3.1 Tidspunkt

TIMSS-undersøkelsen skulle gjennomføres i slutten av det fjerde og det åttende skoleåret. De fleste deltakerlandene ligger på den nordlige halvkulen, og for disse landene betydde det gjennomføring våren 2007. Men i mange land på den sørlige halvkulen følger skoleåret kalenderåret. Disse landene gjennomførte derfor undersøkelsen i siste del av 2006.

10.3.2 Utvalg

Kun et utvalg av elevene i deltakerlandene blir testet og dette utvalget trekkes ut etter bestemte statistiske regler og prosedyrer. For å kunne gjøre generaliseringer fra utvalget til hele populasjonen med liten usikkerhet (små

feilmarginer), ble det satt som mål at utvalgene skulle omfatte 150 skoler og 4000 elever på hvert trinn. (Dette målet gjaldt alle land. At kravet til utvalgsstørrelsen er uavhengig av størrelsen på populasjonen, kan begrunnes statistisk, men vi går ikke inn på det her.) For små land – som for eksempel Malta – ble det gjennomført en sensus-undersøkelse, det vil si at samtlige elever på 4. og 8. trinn ble bedt om å delta. I Norge var det ca 60 000 elever på hvert årstrinn. Disse gikk på 2236 skoler på 4. trinn og på 1070 skoler på 8. trinn. I selve undersøkelsen deltok 4108 elever på 145 skoler på 4. trinn og 4627 elever på 139 skoler på 8. trinn. Disse tallene gjelder de elevene som deltok i «selve» TIMSS 2007, altså de som løste oppgaver i et av de 14 ordinære heftene. Det er disse elevene som er brukt i alle de statistiske analysene i etterkant. I tillegg var det en rekke elever som fikk et av de 4 tilleggsheftene som ble brukt til å «bygge bro» mellom undersøkelsene i 2003 og 2007, 1165 elever på 4. trinn og 1317 elever på 8. trinn.

TIMSS hadde detaljerte regler for hvordan disse utvalgene skulle pekes ut. I tillegg var det strenge krav til deltakelsesprosentene for å anerkjenne utvalgene som *representative*.

Den nasjonale prosjektgruppa sendte inn en oversikt over samtlige grunnskoler i landet til Statistics Canada. For hver skole ble det oppgitt hvor mange klasser og elever skolen hadde på de aktuelle trinnene. Fra disse listene ble det trukket ut tilstrekkelig mange skoler for hver populasjon. Lister over skoler og klasser som var trukket ut, ble sendt tilbake til det enkelte land. Den nasjonale prosjektgruppa kontaktet alle de uttrukne skolene med en oppfordring om å delta i undersøkelsen. I Norge var denne henvendelsen ledsaget av anbefalingsbrev fra Utdanningsdirektoratet og fra Utdanningsforbundet. Dersom flere enn 15 prosent av de skolene som var trukket ut, avslo å være med, fantes det lister med reserveskoler for å få tilstrekkelig deltakelse.

I mange land var utvalgene *stratifiserte*. Stratifisering ble brukt for å sikre tilstrekkelig deltakelse fra bestemte grupper av skoler. Type stratifisering og antall strata varierte i henhold til ulike særpreg i landenes utdanningssystemer og hvilke forskningspørsmål man ville ha svar på. I noen land var for eksempel offentlige og private skoler i ulike strata. Andel fremmedspråklige elever på skolene kunne også danne grunnlag for stratifisering. I Norge ble det brukt to strata for hver populasjon. I populasjon 1 skilte man mellom rene barneskoler og kombinerte barne- og ungdomsskoler. I populasjon 2 skilte man mellom rene ungdomsskoler og kombinerte barne- og ungdomsskoler.

Dersom et utvalg er trukket *tilfeldig* (og har en rimelig størrelse), regnes det som *representativt*. I vårt tilfelle ville tilfeldige utvalg bety at enhver elev på samme trinn hadde samme sannsynlighet for å bli med i utvalget. Dette var ikke tilfelle i TIMSS. På grunn av stratifisering hadde ikke skolene samme sannsynlighet for å bli trukket ut. Dessuten var det ulikt antall elever fra skole til skole. Men i etterkant var det mulig å beregne hvor stor sannsynligheten for å bli trukket ut hadde vært for hver enkelt elev i utvalget. Disse sannsynlighetene ble brukt til å beregne hvor mange elever i populasjonen den enkelte elev i utvalget kunne sies å representere. Dermed kunne elevene tildeles *vekter* som tilsvarte denne representativiteten. På tilsvarende måte ble det beregnet vektorer for skolene i utvalgene. Alle analyser benyttet disse vektene.

På denne måten fikk vi et representativt utvalg av skoler og et representativt utvalg av elever. Utvalget av lærere ble derimot *ikke* trukket tilfeldig. Lærerne fulgte med som et «attributt» til elevutvalget – det var de utvalgte klassenes lærere som deltok i undersøkelsen. Strengt tatt betyr det at lærerutvalget ikke kan anses som representativt for hele lærerpopulasjonen, og at det er usikkert å generalisere fra det. Men siden lærerutvalget er så stort – og det er et biprodukt av en tilfeldig prosess – kan det vanskelig tenkes betydelige feilutslag om man antar at de på god måte representerer samtlige lærere i disse fagene på disse trinnene i Norge. Derfor har vi i denne boka tillatt oss å bruke uttrykk av typen «23 % av de norske lærerne på 8. trinn» når vi strengt tatt burde ha skrevet «lærerne til 23 % av elevene på 8. trinn i Norge».

Vektingen av dataene ble beregnet av datasenteret til IEA. Dette er beskrevet i den internasjonale tekniske rapporten til TIMSS 2007 (Olson, Martin & Mullis 2008).

Skolene som hadde sagt seg villig til å delta, sendte inn lister over alle sine elever fordelt på grupper/klasser. Prosjektgruppa brukte et dataprogram spesiallaget for TIMSS til å trekke ut en eller flere grupper/klasser for deltakelse. Programmet trakk også ut hvilken elev som skulle ha hvilket hefte.

10.3.3 Gjennomføring på skolene

TIMSS hadde sentralt utarbeidet detaljerte instruksjoner for hvordan testen skulle gjennomføres i klasserommet. Det var gjort for å sikre like testvilkår for alle elever, både nasjonalt og internasjonalt.

Alt materiell ble sendt til skolene litt før undersøkelsen skulle gjennomføres. Materialet besto av oppgavehefter til elevene og spørreskjemaer til

elevene, lærerne og skolen samt instruksjer for gjennomføringen. En av de tilsatte på skolen var ansvarlig for å sette seg inn i instruksene på forhånd og å påse at de ble fulgt nøye.

På testdagen ble klassen(e) samlet i klasserommet eller et annet egnet rom. Elevene fikk hvert sitt oppgavehefte. Hvem som skulle ha hvilket hefte, var angitt med en kodet klistrelapp foran på heftet. Dersom en elev ikke møtte, ble vedkommendes hefte inndratt. Dersom en frammøtt elev burde ha tilhørt utvalget, men ikke var registrert, ble vedkommende registrert og fikk et ekstrahefte som var klargjort for slik bruk. Elevene fikk ikke lov til å åpne heftene før de fikk beskjed om å gjøre det.

Elevene fikk opplest informasjon om testen og om gjennomføringen, og eksemplene forrest i heftene ble gjennomgått. Oppgavedelen av heftene var delt i to (det vil si to blokker i hver del), og elevene fikk en nøye oppmålt tid for hver del: 36 minutter per del i populasjon 1 og 45 minutter per del i populasjon 2. Deretter besvarte elevene spørreskjemaet.

Den internasjonale TIMSS-ledelsen hadde knyttet til seg én person i hvert land som kontrollerte gjennomføringen på en del tilfeldig valgte skoler. Vedkommende var uavhengig av den nasjonale prosjektgruppa og rapporterte direkte til den internasjonale ledelsen ved hjelp av et grundig rapporterings-skjema.

Den ansvarlige personen for gjennomføringen på den enkelte skole sørget for at lærerskjemaene og skoleskjemaet ble utfylt, og sendte deretter alt materiellet tilbake til den nasjonale prosjektgruppa. Det ble kontrollert at ingen oppgavehefter forsvant i prosessen.

10.3.4 Koding

Alle opplysninger fra oppgaveheftene og de ulike spørreskjemaene ble skrevet inn i en databank. I prinsippet er det enkelt å kode svarene på flervalgsoppgavene og på spørsmålene i spørreskjemaene. Da skal det bare registreres hvilket svaralternativ vedkommende har valgt. På den annen side er det selvsagt mulig å gjøre tastefeil ved innskrivingen. Det ble tatt en rekke stikkprøver for å kontrollere dette.

Når det gjelder de åpne oppgavene er situasjonen mer krevende, noe som går fram av redegjørelsen for kodesystemet tidligere i dette kapittelet. Koden settes altså etter en vurdering av elevens svar. Skal analyser av elevprestasjonene være pålitelige, må denne kodingen av åpne oppgaver utføres så likt som mulig av alle kodere i samtlige deltakerland. Det nedlegges et stort arbeid i

TIMSS for å sikre dette så godt som mulig. De ansvarlige for kodingen i hvert land ble på forhånd opplært på et internasjonalt kurs. De tillatte kodene på en oppgave var utførlig beskrevet. Disse definisjonene gjennomgikk man nøye i fellesskap før kodingen startet. Eventuelle uklarheter ble drøftet og avklart, i noen tilfeller i samråd med den internasjonale TIMSS-ledelsen. For mange av oppgavene var det utarbeidet et eksempelmateriell som illustrerte hvordan kodene skulle brukes. Dette ble gjennomgått og kommentert i fellesskap. I tillegg var det ofte øvingsoppgaver som alle koderne skulle vurdere hver for seg. Etterpå sammenliknet man de kodene man hadde valgt, drøftet vurderingene og holdt disse opp mot en internasjonal «fasit» som fastslo hvordan kodene skulle brukes på øvingsoppgavene.

Som en ytterligere kontroll ble det gjort tre typer ekstra koding:

- Omtrent en tredjedel av heftene var trukket ut til *reliabilitetskoding*, det vil si at to personer kodet disse heftene uavhengig av hverandre. På denne måten kunne man statistisk måle den nasjonale *sensorreliabiliteten*, det vil si graden av samsvar mellom koderne (sensorene) i et land.
- En del engelskspråklige oppgavebesvarelser var plukket ut til å bli kodet av to kodere fra hvert eneste deltakerland. På denne måten kunne man statistisk måle sensorreliabiliteten mellom land.
- En del besvarelser fra TIMSS 2003 på oppgaver som ble brukt på nytt i TIMSS 2007, var plukket ut til å bli kodet av to kodere fra hvert land. På denne måten kunne man statistisk måle sensorreliabiliteten over tid.

De to siste typene koding ble utført på datamaskin.

I Norge arbeidet 17 personer heltid i 7 uker for å gjennomføre denne kodingen. I tillegg satt en gruppe og skrev inn kodene på datamaskin.

10.3.5 Databehandling

De innlagte dataene er kontrollert i flere omganger. Først i Norge og deretter i det internasjonale datasenteret til TIMSS ble dataene «vasket», det vil si at man lette etter inkonsistente og overraskende data. Disse ble så kontrollert mot oppgaveheftene og spørreskjemaene. Prosedyren sikret at det ble høy grad av samsvar mellom det elevene, lærerne og skolelederne faktisk hadde svart, og de dataene som ble lagret elektronisk.

Da datavaskingen var avsluttet, ble alle forbindelser mellom de elektroniske dataene og deltakerne i undersøkelsen slettet. Dermed lar det seg ikke

gjøre å spore enkeltresultater tilbake til elever eller skoler. Prosedyrene var i Norge godkjent av Datatilsynet.

10.3.6 Skalering

Avanserte statistiske metoder er brukt for å behandle dataene på en måte som muliggjør sammenlikninger. Dette er grundig beskrevet i den tekniske rapporten til TIMSS (Olson, Martin & Mullis 2008).

Som nevnt ovenfor svarte hver enkelt elev bare på en relativt liten del av det samlede oppgavetilfanget. Prestasjonene til to elever som hadde samme hefte, kan derfor sammenliknes. To elever som fikk forskjellige hefter, fikk derimot helt eller delvis forskjellige oppgaver, og da kan ikke prestasjonene uten videre sammenliknes. Tilsvarende kan prestasjoner i 2007 ikke uten videre sammenliknes med prestasjoner i 2003.

Disse problemene løses ved hjelp av oppgaver som er felles mellom hefter og mellom de to undersøkelsene. Disse fungerer som «broer» som knytter de enkelte delene sammen.

La oss eksempelvis se på en elev, vi kaller henne Anna, som fikk hefte 5. Hefte 5 inneholdt matematikkblokkene M05 og M06 og naturfagblokkene S05 og S06 (se tabell 10.15). Blokkene M05 og S05 fantes også i hefte 4. Med kunnskap om hvordan Anna presterte på disse blokkene, og ut fra det statistiske materialet om hvordan elevene som fikk hefte 4, presterte, kan vi med stor sannsynlighet anslå hvordan Anna ville ha gjort det på blokkene M04 og S04 dersom hun i stedet hadde fått hefte 4. Tilsvarende kan vi anslå hvordan hun ville ha gjort det på blokkene M07 og S07 dersom hun hadde fått hefte 6. Fortsetter vi med dette resonnementet hefte for hefte, kan vi anslå hvordan Anna sannsynligvis ville ha gjort det på en stor test med samtlige oppgaver.

Et slikt resonnement er ganske usikkert for én enkelt elev. Men tilknytningen til de virkelige elevene er kuttet – det finnes ingen «Anna». Dataene kan ikke brukes til å si noe om enkeltelever. De blir bare anonyme representanter som kan hjelpe oss til å si noe om populasjonen som helhet eller deler av denne.

Når samtlige elever på denne måten har fått en totalskår for hele testen, kan vi regne ut gjennomsnittsskår og standardavvik for utvalget, og dermed generalisere til hele populasjonen og eventuelt til interessante delpopulasjoner. For alle slike verdier er det beregnet *standardfeil*, som brukes til å avgjøre om forskjeller er *signifikante*.

Alle enkeltskårene ligge spredt omkring gjennomsnittet langs en skåringsakse. Da er det mulig å justere selve måleaksen. På samme vis som vi kan regne om temperaturer mellom celsius-verdier og fahrenheit-verdier, kan vi regne om skårene til nye verdier langs en ny skala. Vi får andre tall og et annet nullpunkt, men det er fortsatt den samme statistiske fordelingen.

En slik *skalering* ble gjort med dataene i TIMSS 1995. Elevskårene i alle deltakerlandene ble regnet om til en skala slik at det internasjonale gjennomsnittet ble 500 og standardavviket ble 100. Disse tallene er ikke poeng oppnådd på testen, men de er likevel mål for hvor godt elevene presterte. Denne skaleringen ble gjort for hver av populasjonene i hvert av fagene.

TIMSS 1999 brukte mange av de samme oppgavene som TIMSS 1995. Disse ble brukt som «bro» mellom de to undersøkelsene. Vi antydte ovenfor hvordan det er mulig å anslå hvor godt en elev ville ha svart på resten av oppgavene i testen ved hjelp av overlapp av oppgaver mellom heftene. På liknende måte må det anslås hvordan en elev i 1999 ville ha svart på testen i 1995 ved hjelp av de oppgavene som var felles for disse testene. For en enkelt elev er et slikt anslag usikkert, men for land er feilmarginene små. Teknikkene som brukes for slik «brobygging» baserer seg på *Item Response Theory* og er statistisk avanserte. De er beskrevet i den internasjonale tekniske rapporten til TIMSS (Olson, Martin & Mullis 2008). Denne «brobyggingen» ble foretatt for alle de landene som deltok i både 1995 og 1999. Slik ble skalaen i 1999 definert i samsvar med skalaen fra 1995. De nye deltakerlandene i 1999 ble innpasset på denne skalaen.

På tilsvarende måte ble skalaen for TIMSS 2003 tilpasset skalaen fra TIMSS 1999 – og dermed også skalaen fra TIMSS 1995. Det skjedde ved hjelp av de landene som deltok i både 1999 og 2003. I 2007 var «brobyggingen» mer komplisert på grunn av den reduserte arbeidsmengden. Som nevnt ovenfor inneholdt oppgaveheftene i 2007 fire blokker med oppgaver, mens heftene tidligere hadde inneholdt seks blokker. De landene som hadde deltatt i TIMSS 2003, blant dem Norge, brukte fire ekstra ekstra hefter som var identiske med fire av heftene i 2003. Disse heftene hadde igjen noen blokker felles med enkelte av de ordinære heftene i 2007. Slik ble en «totrinns bro» etablert mellom TIMSS 2003 og TIMSS 2007, som muliggjorde en skalering av resultatene i TIMSS 2007 i samsvar med skalaen fra de tre foregående undersøkelsene.

La oss eksempelvis se på populasjon 2 (8. årstrinn). Tabell 10.16 viser hvor mange land som deltok i denne populasjonen i hver av TIMSS-undersøkelsene.

Provinser og delstater er ikke tatt med, siden disse ikke ble brukt i skaleringsprosessen. Mellom undersøkelsene er det vist hvor mange land som deltok i to påfølgende undersøkelser, og dermed fungerte som «broer» i skaleringen.

Tabell 10.16 Antall land i populasjon 2 i hver av TIMSS-undersøkelsene, og antall land som var felles for to påfølgende undersøkelser

1995	felles	1999	felles	2003	felles	2007
42	23	38	29	46	33	49

På tilsvarende måte ble skårene for henholdsvis matematikk og naturfag i populasjon 1 skalert til et internasjonalt gjennomsnitt på 500 med standardavvik på 100 for TIMSS 1995, og resultatene i de etterfølgende undersøkelsene i 2003 og 2007 ble skalert i samsvar med denne skalaen. (Populasjon 1 ble ikke testet i 1999.)

Den internasjonale gjennomsnittsskåren var 500 per definisjon i TIMSS 1995. I 1999 og de etterfølgende undersøkelsene var den ikke lenger 500. Det kunne heller ikke forventes. For det første må vi forvente at de landene som hadde deltatt i 1995, ikke presterte akkurat likt neste gang. Betydelig viktigere er det likevel at det ikke var samme gruppe med land som deltok i hver undersøkelse. Hver gang var det noen land som uteble – slik Norge gjorde det i 1999 – og nye land som kom til. Dette framgår tydelig av tabell 10.16 ovenfor. Det er ingen grunn til å forvente at én gruppe land skal prestere nøyaktig like godt i gjennomsnitt som en (delvis) annen gruppe land.

Tabell 10.17 viser hvordan den internasjonale gjennomsnittsskåren i matematikk og naturfag for populasjon 2 har utviklet seg.

Tabell 10.17 Gjennomsnittsskår i matematikk og naturfag for populasjon 2 i de fire TIMSS-undersøkelsene

	1995	1999	2003	2007
Matematikk	500	487	467	451
Naturfag	500	488	474	466

Fattige land har kunnet få støtte fra Verdensbanken eller andre kilder til å delta i TIMSS. Etter 1995 har en del slike land blitt med i undersøkelsene. Flere av disse skårer relativt lavt og bidrar til å trekke det internasjonale gjennomsnittet ned. Det ville være sterkt misvisende om en relativ bedring

i norske prestasjoner i forhold til det internasjonale gjennomsnittet ble framstilt som en faktisk framgang, mens det i virkeligheten skyldtes slike lands deltakelse.

De prestasjonsdataene som foreligger, gir god anledning til å studere et enkelt lands utvikling over tid. Da sammenliknes landet med seg selv på den faste skalaen fra undersøkelse til undersøkelse. Sammenlikninger mellom land i samme undersøkelse er også meningsfulle. Dersom to eller flere land har deltatt i flere av undersøkelsene, kan landenes utvikling over tid også sammenliknes. Det som gir liten mening, er å sammenlike prestasjoner med de internasjonale gjennomsnittene fra år til år. I de internasjonale rapportene for TIMSS 2007 (Mullis, Martin & Foy 2008; Martin, Mullis & Foy 2008) har prosjektsenteret i Boston unnlatt å gjøre dette. I tabellene over deltakerlandenes gjennomsnittsskårer er det skalerte internasjonale snittet på 500 oppgitt, men ikke årets internasjonale gjennomsnitt. Samme valg er gjort i denne boka.

10.3.7 Analyser og rapportering

Det internasjonale prosjektsenteret for TIMSS har ansvaret for en første grundig gjennomgang og analyse av dataene fra samtlige deltakerland. Det er de som beregner vektorer for dataene i alle land, og som foretar den internasjonale skaleringen av skårene. De har utgitt en teknisk rapport om gjennomføringen av studien og om hvordan dataene er behandlet (Olson, Martin & Mullis 2008). De har videre utgitt en rapport om de internasjonale resultatene i matematikk (Mullis, Martin & Foy 2008) og en om de internasjonale resultatene i naturfag (Martin, Mullis & Foy 2008). I tillegg har de utgitt en to-binds ensyklopedi om utdanningssystemene i deltakerlandene (Mullis et al. 2008b).

Nasjonale analyser foretas i de enkelte deltakerlandene. De nasjonale rapportene har ulike omfang og innfallsvinkler. Noen er bare deskriptive, mens andre er mer analyserende og setter de nasjonale dataene inn i en faglig og politisk sammenheng. Denne boka rapporterer norske hovedresultater for TIMSS 2007, sett i et nasjonalt og i et fagdidaktisk perspektiv.

Til hjelp i analysene er det utviklet en del *samlevariabler*. Eksempler på slike er *faglig selvtilit*, *indre motivasjon* og *ytre motivasjon*, som vi har brukt i kapittel 8. En samlevariabel er en slags sammenfatning av flere variabler, slik vi kan se i kapittel 8. Etablering av en samlevariabel er en omfattende

prosess som baserer seg både på faglig innsikt og på statistiske metoder. Med bakgrunn i erfaring og tidligere forskning vil man ofte anta at flere variabler måler aspekter av samme fenomen, det vil si at man antar at de sammen danner et naturlig og interessant *konstrukt*. Denne antakelsen blir testet med *korrelasjonsundersøkelser*, *regresjonsanalyser* og *eksplorerende faktoranalyse*, og i etterkant med *konfirmerende faktoranalyse*. På denne måten søker man å etablere et solid faglig og statistisk grunnlag for bruken av samlevvariablene. De nevnte samlevvariablene er utviklet av det internasjonale prosjektsenteret.

Den norske prosjektgruppa har valgt å innføre noen såkalte *referanse-land* til bruk i en del av de nasjonale analysene, nemlig Australia, Italia, Japan og Slovenia. Dette er land som det kan være naturlig og interessant å sammenlikne oss med. Grunnlaget for valg av referanselandene er det redegjort for i slutten av kapittel 1.

For den som er interessert i statistiske resonnementer og metoder som brukes i slike store studier, finnes det mye teori man kan sette seg inn i. Et eksempel er boka *Introduction to classical and modern test theory* (Crocker & Algina 1986).

10.4 TIMSS og PISA

PISA- og TIMSS-studiene har mye til felles, og mange blander dem sammen. Men det er flere viktige forskjeller mellom de to studiene. Vi skal kort skal beskrive noen av disse her. Flere opplysninger om PISA finnes på den norske nettsiden <http://www.pisa.no/>, på den internasjonale nettsiden <http://www.pisa.oecd.org/> og i den siste norske PISA-rapporten (Kjærnsli et al. 2007).

PISA betyr *Programme for International Student Assessment*. PISA administreres av OECD, i motsetning til TIMSS, som ligger under IEA. Mange deltakerland i PISA er medlemmer av OECD, men også andre land deltar. I PISA 2006 deltok 57 land, hvorav 30 var med i OECD. Mange land deltar i både TIMSS og PISA, mange deltar bare i TIMSS, og mange deltar bare i PISA.

PISA måler det de definerer som *literacy* i matematikk, naturfag og lesing hos 15 år gamle elever. Undersøkelsen gjennomføres hvert tredje år. I hver studie er det ett fag som står sentralt, de to andre er biområder. Data for trendutviklingen i et fag i PISA vil derfor ha en syklus på 9 år, ikke 4 år som i TIMSS.

PISA trekker ut enkeltelever, ikke hele klasser som TIMSS. Det betyr at PISA ikke kan knytte lærere til elevene på samme måte som TIMSS kan. PISA har derfor ikke noe lærerspørreskjema.

Populasjonsdefinisjonene i PISA er aldersbasert. Det betyr i Norge for eksempel at femtenåringer i videregående skole er med i populasjonen og kan trekkes ut til å delta i testen. En PISA-populasjon er derfor aldersmessig relativt homogen, men kan variere en del i antall år på skolen. I en TIMSS-populasjon er på den annen side antall år på skolen relativt likt, mens det kan være en del variasjon i alder.

Den viktigste forskjellen ligger i hvordan rammeverket er definert. PISA tar, i motsetning til TIMSS, ikke utgangspunkt i deltakerlandenes læreplaner. I stedet er det ekspertgrupper som har formulert hva de definerer som viktige kunnskaper og ferdigheter for dagens elever i et livslangt perspektiv. På engelsk kalles dette *mathematical literacy*, *scientific literacy* og *reading literacy*. Testene er utarbeidet på dette grunnlaget.

Måleskalaen og internasjonalt gjennomsnitt i PISA er ikke bestemt av alle deltakerlandene, bare av de landene som er med i OECD.

Selv om PISA og TIMSS altså har noen grunnleggende forskjeller, har resultatene fra disse undersøkelsene hittil samsvart på mange punkter.

Referanser

- Alexander, R. (2000). *Culture & Pedagogy – International Comparisons in Primary Education*. Cornwall, Blackwell Publishing.
- 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* 52.
- Alseth, B., Breiteig, T. & Brekke, G. (2003). *Evaluering 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.
- Bannert, M. (2002). «Managing Cognitive Load – Recent Trends in Cognitive Load Theory.» *Learning and instruction* 12(1): s. 139–146.
- Bauersfeld, H. (1995). The Structuring of the Structures: Development and Function of Mathematizing as a Social Practice. I Steffe, L. P. & Gale, J. (red.), *Constructivism in Education*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- 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.
- Björkquist, O. (2001): Matematisk problemløsning. I Grevholm, B. (red.): *Matematikk for skolen*. Bergen, Fagbokforlaget.
- Bjørnestad, E. (2009). *Seksåringenes klasseromsaktiviteter. En kvalitativ studie av norske førsteklasse og svenske förskoleklasser*. Avhandling for graden PhD. Det utdanningsvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo. Oslo, Unipub.

Referanser

- Brekke, G., Kobberstad, T., Lie, S. & Turmo, A. (1998). *Hva i all verden kan elevene i matematikk?* Oslo, Universitetsforlaget.
- Brekke, G., Grønmo, L.S. & Rosén, B. (2000). *KIM (Kvalitet i matematikkundervisningen): Veiledning til algebra*. Oslo, Nasjonalt Læremiddelsenter.
- Burstein, L. (1992). *The IEA Study of Mathematics III: Classroom Processes in Mathematics*. Oxford, Pergamon Press.
- 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 arbetssätt 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. (2002). «Theories of Knowledge an Instructional Design: A Response to Colliver.» *Teaching and Learning in Medicine* 14(1): s. 52–55.
- 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.
- Cobb, P., Boufi, A., McClain, K. & Whitenack, J. (1997). «Reflective Discourse and Collective Reflection.» *Journal for Research in Mathematics Education* 28(3): s. 258–277.
- Cobb, P., Yackel, E. & McClain, K. (2000). *Symbolizing and Communicating in Mathematics Classrooms: Perspectives on Discourse, Tools, and Instructional Design*. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Cockroft, W.H. (1982). *Mathematics Counts*, HMSO, London.

- Colliver, J. A. (2002). «Constructivism: The View of Knowledge That Ended Philosophy or a Theory of Learning and Instruction?» *Teaching and Learning in Medicine* 14(1): s. 49–51.
- Comber, L.C. & Keeves, J.P. (1973). *Science Education in Nineteen Countries*. New York, NY, Wiley & Sons.
- Crocker, L. & Algina, J. (1986). *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. New York, NY, Holt, Rinehart, and Winston, Inc.
- Cuban, L. (1993). *How Teachers Taught: Constancy and Change in American Classrooms, 1890–1990*. New York, NY, Teachers College Press.
- Dysthe, O. (2007). Læring og læringsreformer i Kunnskapsløftet. I Hølleland, H. (red.), *På vei mot Kunnskapsløftet. Begrunnelser, løsninger og utfordringer*. Oslo, Cappelen Akademisk Forlag.
- Dysthe, O. (2008). Klasseromsvurdering og læring. *Bedre skole* 4: s. 16–23. Utdanningsakademiet.
- Elstad, E. & Turmo, A. (2007). «Kjønnsforskjeller i motivasjon, læringsstrategibruk og selvregulering i naturfag.» *NorDiNa* 6(1): s. 57–75.
- 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.
- Ernest, P. (1991). *The Philosophy of Mathematics Education*. London, Falmer Press.
- Ernest, P. (1998). *Social Constructivism as a Philosophy of Mathematics*. Albany, NY, SUNY Press.
- Ernest, P. (2000). Why Teach Mathematics? I White, J. & Bramall, S. (red.), *Why Learn Maths?* London, Institute of Education, London University.
- Falch, T. & Naper, L.R. (2008). *Lærerkompetanse og elevresultater i ungdomsskolen*, SØF-rapport 01/08.

- Gardiner, A. (2004). *What is Mathematical Literacy?* Foredrag ved konferansen ICME-10, København, Danmark, juli 2004.
- Gerjets, P., Scheiter, K. & Catrambone, R. (2004). «Designing Instructional Examples to Reduce Intrinsic Cognitive Load: Molar versus Modular Presentation of Solution Procedures.» *Instructional Science* 32(1–2): s. 33–58.
- Goodlad, J.I. (1984). *A Place Called School: Prospects for the Future*. New York, NY, McGraw-Hill.
- Greeno, J.G. (1991). «Number Sense as Situated Knowing in a Conceptual Domain.» *Journal for Research in Mathematics Education* 22(3): s. 170–218.
- Greeno, J.G., Collins, A.M. & Resnick, L.B. (1996). Cognition and Learning. I Berlinger, D. & Calfee, R. (red.), *Handbook of Educational Psychology*. London, Prentice Hall Int.
- Grønmo, L.S. (2000). Gender Differences Among Norwegian Students in Achievement, Attitudes and Self-Concepts. I Kaur, B., Edge, D. & Har, Y.B. (red.), *TIMSS and Comparative Studies in Mathematics Education. An International Perspective*. Singapore, National Institute of Education, Nanyang Technological University.
- Grønmo, L.S. (2005). «Ferdighetenes plass i matematikkundervisningen.» *Nämnaren* (4): s. 38–44.
- Grønmo, L.S. & Kjærnsli, M. (2003). *Looking for Cultural and Geographical Factors in Patterns of Responses to TIMSS Items*. Paper presented at European Conference of Educational Research (ECER 2003) Hamburg, Germany.
- 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., Kjærnsli, M. & Lie, S. (2004). *Looking for Cultural and Geographical Factors in Patterns of Responses to TIMSS Items*. Paper presented at the 1st IEA International Research Conference, May 11–13, 2004, Lefkosia, Cyprus.

- Grønmo, L.S & Olsen, R.V. (2006). *TIMSS VERSUS PISA: The Case of Pure and Applied Mathematics*. Paper presented at the 2nd IEA International Research Conference, November 9–11, 2006, Washington D.C, United States.
- Harmon, M., Smith, T.A., Martin, M.O., Kelly, D.L., Beaton, A.E., Mullis, I.V.S., Gonzalez, E.J. & Orpwood, G. (1997). *Performance Assessment in IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Chestnut Hill, MA, Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.
- 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.
- Hiebert, J. & Grouws, D.A. (2007). The Effects of Classroom Mathematics Teaching on Students' Learning. 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.
- Howie, S.J. & Plomp, T. (2006). *Contexts of Learning Mathematics and Science – Lessons Learned from TIMSS*. New York, NY, Routledge.
- Husén, T. (1967). *International study of achievement in mathematics: a comparison of twelve countries*. New York, NY, Wiley & Sons.
- IEA (1988). *Science Achievement in Seventeen Countries: A Preliminary Report*. Oxford, Pergamon Press.
- Imsen, G. (2003a). *Elevens verden. Innføring i pedagogisk psykologi*. Oslo, Universitetsforlaget.
- Imsen, G. (2003b). *Skolemiljø, læringsmiljø og elevutbytte. En empirisk studie av grunnskolen 4., 7. og 10. trinn: Evaluering av Reform 97*. Trondheim, Tapir forlag.
- Kalyuga, S. (2007). «Expertise Reversal Effect and its Implications for Learner-Tailored Instruction.» *Educational Psychological Review* 19(4): s. 509–539.
- KD (2006a). *Læreplanverket for Kunnskapsløftet. Midlertidig utgave juni 2006*. Oslo, Kunnskapsdepartementet.

Referanser

- KD (2006b). *Et felles løft for realfagene. Strategi for styrking av realfagene 2006—2009. Midlertidig utgave 2006*, http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/rapporter_planer/planer/2006/Et-felles-loft-for-realfagene.html?id=271539, Kunnskapsdepartementet.
- 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.
- Keil, F.C. (2008). «Adapted Minds and Evolved Schools.» *Educational Psychologist* 43(4): s. 196–202.
- Kilpatrick, J. (1987). What Constructivism Seems to Be. *Proceedings of the 11th PME* 1: s. 6–26.
- Kind, P.M. (2003). Praktisk arbeid og naturvitenskapelig allmenndannelse. I Jorde, D. & Bungum, B. (red.), *Naturfagdidaktikk. Perspektiver Forskning Utvikling*. Oslo, Gyldendal Akademisk.
- 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.
- Kirschner, P.A., Sweller, J. & Clark, R.E. (2006). «Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Enquiry-Based Teaching.» *Educational Psychologist* 41(2): s. 75–86.
- Kjærnsli, M., Lie, S., Stokke, K.H. & Turmo, A. (1999). *Hva i all verden kan elevene i naturfag: Oppgaver med resultater og kommentarer*. Oslo, Universitetsforlaget.
- 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.
- Kjærnsli, M. & Lie, S. (2006). *Profiles of Scientific Competence in TIMSS 2003: Similarities and Differences between Countries*. Paper presented at the 2nd IEA International Research Conference, November 9–11, 2006, Washington D.C, United States.

- Kjærnsli, M., Lie, S., Olsen, R.V. & Roe, A. (2007). *Tid for tunge løft. Norske elevers kompetanse i naturfag, lesing og matematikk i PISA 2006*. Oslo, Universitetsforlaget.
- Klette, K. (red.) (2003). *Klasserommets praksisformer etter Reform 97*. Oslo, Pedagogisk forskningsinstitutt, Universitetet i Oslo.
- Klette, K. (2004). Lærerstyrt kateterundervisning fremdeles dominerende? Aktivitets- og arbeidsformer i norske klasserom etter Reform 97. I Klette, K. (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. (2008). «Didactics meet Classroom Studies.» I Meyer, M.A., Prenzel, M. & Hellekamps, S. (red.), *Perspektiven der Didaktik, Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 10(9): s. 101–114.
- 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.
- Kløvstad, V. & Kristiansen, T. (2004). *ITU Monitor. Skolens digitale tilstand 2003. Rapport 1*. Oslo, Forsknings- og kompetansenettverk for IT i utdanning (ITU), Universitetet i Oslo.
- KUF (1996). *Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen*. Oslo, Nasjonalt Læremiddelsenter.
- Kuhn, D. (2007). «Is Direct Instruction an Answer to the Right Question?» *Educational Psychologist* 42(2): s. 109–113.
- Kunter, M. & Baumert, J. (2006). «Who is the Expert? Construct and Criteria Validity of Student and Teacher Ratings of Instruction.» *Learning Environments Research* 9(3): s. 231–251.
- Leach, J. T. & Scott, P. (2000). *A Perspective on Teaching and Learning Science: Drawing on Individual and Sociocultural Views*. Upublisert manuskript.
- Leahy, W. & Sweller, J. (2008). «The Imagination Effect Increases with an Increased Intrinsic Cognitive Load.» *Applied cognitive psychology* 22: s. 273–283.

- Lerman, S. (1996). Intersubjectivity in Mathematics Learning: A challenge to the Radical Constructivist Paradigm? *Journal for Research in Mathematics Education* 27(2): s. 133–150.
- Lerman, S. & Zevenbergen, R. (2004). The Socio-Political Context of the Mathematics Classroom: Using Bernstein's Theoretical Framework to Understand Classroom Communication. I Valero, P. & Zevenbergen, R. (red.), *Researching the Socio-political Dimensions of Mathematics Education. Issues of Power in Theory and Methodology*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- 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*. Oslo, 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., 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.
- Lindenskov, L. & Wedege, T. (2000). *Numeralitet til hverdag og test. Om numeralitet som hverdagskompetence og internasjonale undersøgelser af voksnes numeralitet*. Senter for forskning i å lære matematikk, AU, DPU, RUC, Skrift nr.16.
- Lundgren, U.P. (1979). *Att organisera omvärlden. En introduktion till läroplansteori*. Stockholm, Liber forlag.
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Gonzalez, E.J., Gregory, K.D., Smith, T.A., Chrostowski, S.J., Garden, R.A. & O'Connor, K.M. (2000). *TIMSS 1999 International Science Report. Findings from IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eighth Grade*. Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- 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*. Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.

- Martin, M.O., Mullis, I.V.S. & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International Science Report. Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Mayer, R.E. (2004). «Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? The Case for Guided Methods of Instruction.» *American Psychologist* 59(1): s. 14–19.
- Mork, S.M. & Jorde, D. (2004). «We Know They Love Computers, but Do They Learn Science? A Study About the Use of Information Technology and Controversy in Science Instruction.» *Themes in Education* 5(1): s. 69–100.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Gonzalez, E.J., Gregory, K.D., Garden, R.A., O'Connor, K.M., Chrostowski, S.J. & Smith, T.A. (2000). *TIMSS 1999 International Mathematics Report. Findings from IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eighth Grade*. Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, Lynch School of Education.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Smith, T.A., Garden, R.A., Gregory, K.D., Gonzalez, E.J., Chrostowski, S.J. & O'Connor, K.M. (2003). *TIMSS Assessment Frameworks and Specifications 2003*. Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- 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*. Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Ruddock, G.J., O'Sullivan, C.Y., Arora, A. & Erberber, E. (2005). *TIMSS 2007 Assessment Frameworks*. Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- 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 Eighth Grades*. Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.

- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Olson, J.F., Berger, D.R., Milne, D. & Stanco, G.M. (2008b). *TIMSS 2007 Encyclopedia: A Guide to Mathematics and Science Education Around the World*. Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Niss, M. (1994). Mathematics in Society. I Biehler, R., Scholz, R. W., Straesser, R. & Winkelmann, B. (red.), *The Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Niss, M. (2003). Mål for matematikkundervisningen. I Grevholm, B. (red.), *Matematikk for skolen*. Bergen, Fagbokforlaget.
- NOKUT (2008). *Evaluering av ingeniørutdanningen i Norge 2008. Sammendrag av viktige konklusjoner og anbefalinger*, www.nokut.no.
- NOU (2002). *Førsteklasses fra første klasse. Forslag til rammeverk for nasjonalt kvalitetsvurderingssystem av norsk grunnsopplæring*. Utdannings- og forskningsdepartementet.
- NOU (2003). *I første rekke. Forsterket kvalitet i en grunnsopplæring for alle*. Utdannings- og forskningsdepartementet.
- OECD (2008). *Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies*. Paris, OECD Publications.
- Olsen, R.V. (2006). A Nordic Profile of Mathematics Achievement: Myth or Reality? I Mejding, J. & Roe, A. (red.), *Northern Lights on PISA 2003 – a reflection from the Nordic countries*. Oslo, Nordisk Ministerråd.
- Olsen, R.V., Lie, S. & Turmo, A. (2001). «Learning about Students' Knowledge and Thinking in Science through Large-Scale Quantitative Studies.» *European Journal of Psychology of Education* 16(3): s. 403–420.
- Olsen, R.V. & Grønmo, L.S. (2006). What are the Characteristics of the Nordic Profile in Mathematical Literacy? I Mejding, J. & Roe, A. (red.), *Northern Lights on PISA 2003 – a reflection from the Nordic countries*. Oslo, Nordisk Ministerråd.
- Olson, J.F., Martin, M.O. & Mullis, I.V.S. (2008). *TIMSS 2007 Technical Report*. Chestnut Hill, MA, TIMSS and PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.

- Onstad, T., & Grønmo, L.S. (2008). Norway. I Mullis, I.S.V., Martin, M., Olson, J.F., Berger, D.R., Milne, D. & Stanco, G.M. (red.), *TIMSS 2007 Encyclopedia: A Guide to Mathematics and Science Education Around the World*. Chestnut Hill, MA, TIMSS and PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Paas, F., Renkl, A. & Sweller, J. (2004). «Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture.» *Instructional Science* 32(1–2): s. 1–8.
- Phillips, D.C. (1995). «The Good, the Bad, and the Ugly: The Many Faces of Constructivism.» *Educational Researcher*, 24(7): s. 5–12.
- Postlethwaite, T.N. & Wiley, D.E. (1992). *The IEA Study of Science II: Science Achievement in Twenty-three Countries*. Oxford, Pergamon Press.
- Quale, A. (2000). *Second International Technology in Education Study (SITES) Modul-1, Nasjonal rapport, Norge*. (Nr. 3/2000.) Oslo, Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
- Robitaille, D.F. (1993). *Curriculum Frameworks for Mathematics and Science. The Third International Mathematics and Science Study. TIMSS Monograph No. 1*. Vancouver, Pacific Educational Press.
- Robitaille, D.F. & Garden, R.A. (1989). *The IEA Study of Mathematics II: Contexts and Outcomes of School Mathematics*. Oxford, Pergamon Press.
- Rosier, M.J. & Keeves, J.P. (1991). *The IEA Study of Science I: Science Education and Curricula in Twenty-three Countries*. Oxford, Pergamon Press.
- Schnotz, W. & Kürschner, C. (2007). «A Reconsideration of Cognitive Load Theory.» *Educational Psychology Review* 19(4): s. 469–508.
- Schoenfeld, H.A. (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*, New York, MacMillan.
- Sensevy, G., Tiberghien, A., Santini, J., Laubé, S. & Griggs, P. (2008). «An Epistemological Approach to Modeling: Case Studies and Implications for Science Teaching.» *Science Education* 92(3): s. 424–446.

Referanser

- Sfard, A. (1998). «On Two Metaphors for Learning and the Danger of Choosing just One.» *Educational Researcher* 27(2): s. 4–13.
- Sfard, A. (2000). «On Reform Movement and the Limits of Mathematical Discourse.» *Mathematical Thinking and Learning* 2(3): s. 157–189.
- 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. (1986). *Elever og lærere sier sin mening: naturfag og norsk skole*. Oslo, Universitetsforlaget.
- Sjøberg, S. (2004). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk*. Oslo, Gyldendal Akademisk.
- Sjøberg, S. (2007). Internasjonale undersøkelser: Grunnlaget for Kunnskapsløftet? I Hølleland, H. (red.), *På vei mot Kunnskapsløftet. Begrunnelser, løsninger og utfordringer*. Oslo, Cappelen Akademisk Forlag.
- 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.
- Skovsmose, O. (1994). *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Skaalvik, E.M. & Skaalvik, S. (1996). *Selvoppfatning, motivasjon og læringsmiljø*. Oslo, TANO.
- Stark, R., Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (2002). «Conditions and Effects of Example Elaboration.» *Learning and instruction* 12(1): s. 39–60.
- Stodolsky, S.S. (1988). *The Subject Matters: Classroom Activity in Math and Social Studies*. Chicago, University of Chicago Press.
- Sweller, J. (2004). «Instructional Design Consequences of an Analogy between Evolution by Natural Selection and Human Cognitive Architecture.» *Instructional Science* 32(1–2): s. 9–31.

- Sweller, J. (2006). «Discussion of 'Emerging Topics in Cognitive Load Research: Using Learner and Information Characteristics in the Design of Powerful Learning Environments'.» *Applied cognitive psychology* 20(3): s. 353–357.
- Sweller, J. (2008). «Instructional Implications of David C. Geary's Evolutionary Educational Psychology.» *Educational Psychologist* 43(4): s. 214–216.
- Sweller, J. & Sweller, S. (2006). «Natural Information Processing System.» *Evolutionary Psychology* 4: s. 434–458.
- Sweller, J., Kirschner, P.A. & Clark, R.E. (2007). «Why Minimally Guided Teaching Techniques Do Not Work: A Reply to Commentaries.» *Educational Psychologist* 42(2): s. 115–121.
- Säljö, R. (2006). *Læring og kulturelle redskaper. Om læreprosesser og den kollektive hukommelsen*. Oslo, Cappelen Akademisk Forlag.
- Travers, K.J. & Westbury, I. (1989). *The IEA Study of Mathematics I: Analysis of Mathematics Curricula*. Oxford, Pergamon Press.
- UFD (2003–2004). *Stortingsmelding nr. 30, Kultur for læring*, Utdannings- og forskningsdepartementet.
- Van Bruggen, J.M., Kirschner, P.A. & Jochems, W. (2002). «External representation of argumentation in CSCL and the management of cognitive load.» *Learning and instruction* 12(1): s. 121–138.
- Van Gog, T., Paas, F. & van Merriënboer, J.J.G. (2004). «Process-Oriented Worked Examples: Improving Transfer Performance Through Enhanced Understanding.» *Instructional Science* 32(1–2): s. 83–98.
- Van Merriënboer, J.J.G., Schuurman, J.G., de Croock, M.B.M. & Paas, F. (2002). «Redirecting Learners' Attention During Training: Effects on Cognitive Load, Transfer Test Performance and Training Efficiency.» *Learning and instruction* 12(1): s. 11–37.
- Van Merriënboer, J.J.G., Kester, L. & Paas, F. (2006). «Teaching Complex Rather than Simple Tasks: Balancing Intrinsic and Germane Load to Enhance Transfer of Learning.» *Applied cognitive psychology* 20(3): s. 343–352.

Referanser

- 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.
- Voigt, J. (1995). Thematic Patterns of Interaction and Sociomathematical Norms. I Cobb, P. & Bauersfeld, H. (red.), *The Emergence of Mathematical Meaning*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Vygotskij, L.S. (2001). *Tenkning og tale*. Oslo, Gyldendal Akademisk.
- 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.
- Woltz, D.J. (2003). «Implicit Cognitive Processes as Aptitudes for Learning.» *Educational Psychologist* 38(2): s. 95–104.
- 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 klassrommet. Perspektiv på et arbetssätt från förskola til gymnasium*. Lund, Studentlitteratur.

Om forfatterne

Liv Sissel Grønmo er cand.scient. i matematikkdiraktikk og arbeider nå som førsteamanuensis og forskningsleder ved ILS. Hun er prosjektleder for flere internasjonale komparative studier. To av disse dreier seg om elever i grunnskolen (TIMSS) og i videregående skole (TIMSS Advanced) i matematikk og naturfag, og én handler om utdanning av lærere i matematikk (TEDS-M). Grønmo har mange års erfaring som lærer og kommunal veileder i matematikk, naturfag og bruk av datateknologi i undervisningen. Hun har arbeidet med grunn- og videreutdanning av lærere i matematikk, og har holdt en rekke kurs for lærere og skoleledere. Hennes forskningsinteresser er utvikling av matematisk kompetanse med vekt på forholdet mellom ren og anvendt matematikk.

Torgeir Onstad er cand.real. i matematikk og er tilsatt som førstelektor i matematikkdiraktikk ved ILS. Han har arbeidet som lektor i videregående skole i en rekke år, både i Norge og i Tanzania. I perioden fra 1988 til 1993 var han tilsatt ved Matematisk institutt på UiO som et bindeledd mellom skole og fagmiljø. Siden 1993 har han arbeidet innenfor universitetets lærerutdanning. Onstad har holdt en rekke etterutdanningskurs og populærvitenskapelige foredrag. Han har deltatt i flere forskningsprosjekter i samarbeid med universiteter i Afrika, og har særlig arbeidet med matematikkens historie og med etnomatematikk.

Ole Kristian Bergem er cand.scient. i realfagdiraktikk. Han har de siste årene vært stipendiat i prosjektet PISA+, en videobasert klasseromsstudie på 9. trinn, og er i den avsluttende fasen av PhD-prosjektet sitt. I den artikkelbaserte avhandlingen sin drøfter Bergem bruk av arbeidsplaner i matematikk og didaktiske utfordringer knyttet til det å bruke oppgaver fra dagliglivet

Om forfatterne

som utgangspunkt for muntlige aktiviteter i klasserommet. Bergem har flere års erfaring som lærer i ungdomsskolen. Fra 2002 til 2004 var han engasjert som forsker ved ILS, og arbeidet her særlig med TIMSS 2003-undersøkelsen. Bergem var en av medforfatterne til den forrige TIMSS-rapporten.

Jorun Nyléhn er dr.scient. i biologi. Hun arbeider som forsker ved Enhet for kvantitative utdanningsanalyser ved ILS, der hun har vært tilsatt siden 2005. Hun har undervisningserfaring fra videregående skole og universitet, og har publisert vitenskapelige og populærvitenskapelige artikler i nasjonale og internasjonale tidsskrifter. Nyléhn har arbeidet med naturfagdelen av TIMSS 2007. Hun har forskningsinteresser knyttet blant annet til elevers forståelse av reproduksjon og evolusjon.

Samtlige forfattere arbeider ved
Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling (ILS)
Universitetet i Oslo (UiO)
Postboks 1099 Blindern
0317 Oslo

Prosjektside: www.timss.no