

Hovedresultater i fysikk og naturfag i TIMSS Advanced og TIMSS - 1995 til 2015

Liv Sissel Grønmo

Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, UiO

Arne Hole

Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, UiO

Det er viktig å huske på at grunnopplæringen i Norge i dag består av grunnskolen og videregående skole. For et par generasjoner siden var det rimelig å regne barneskolen og ungdomskolen som den grunnleggende utdanningen alle elevene trengte. Går vi enda lenger tilbake var det barneskolen som var den utdanningen de fleste i samfunnet fikk. I dag starter nesten alle elever i Norge, som i mange andre land, på videregående skole før de går ut i arbeidslivet. Det er derfor rimelig å inkludere videregående skole i det vi nå kaller grunnopplæringen i Norge.

I Norge har det vært relativt lite oppmerksomhet omkring resultatene fra de internasjonale studiene i videregående skole i forhold til resultatene fra tilsvarende studier i grunnskolen. Det man har hatt oppmerksomheten mot i videregående skole, er frafallet, særlig i yrkesutdanningene. Elementære kunnskaper i fysikk og matematikk er i dagens samfunn også svært viktige for mange av yrkesutdanningene, i motsetning til for noen generasjoner siden. Man kan anta at de vil bli enda viktigere framover, se kapittel 4. I denne boka ser vi på hele skoleløpet i fysikk og naturfag, altså i den norske grunnopplæringen.

Vi presenterer hovedresultater og trender basert på 20 års forskning. Selv om vårt utgangspunkt er fysikk i slutten av videregående skole, ser vi i drøftinger, så vel som i presentasjoner av resultater, på hele skoleløpet. For mer om hovedperspektivene i boka henviser vi til kapittel 1.

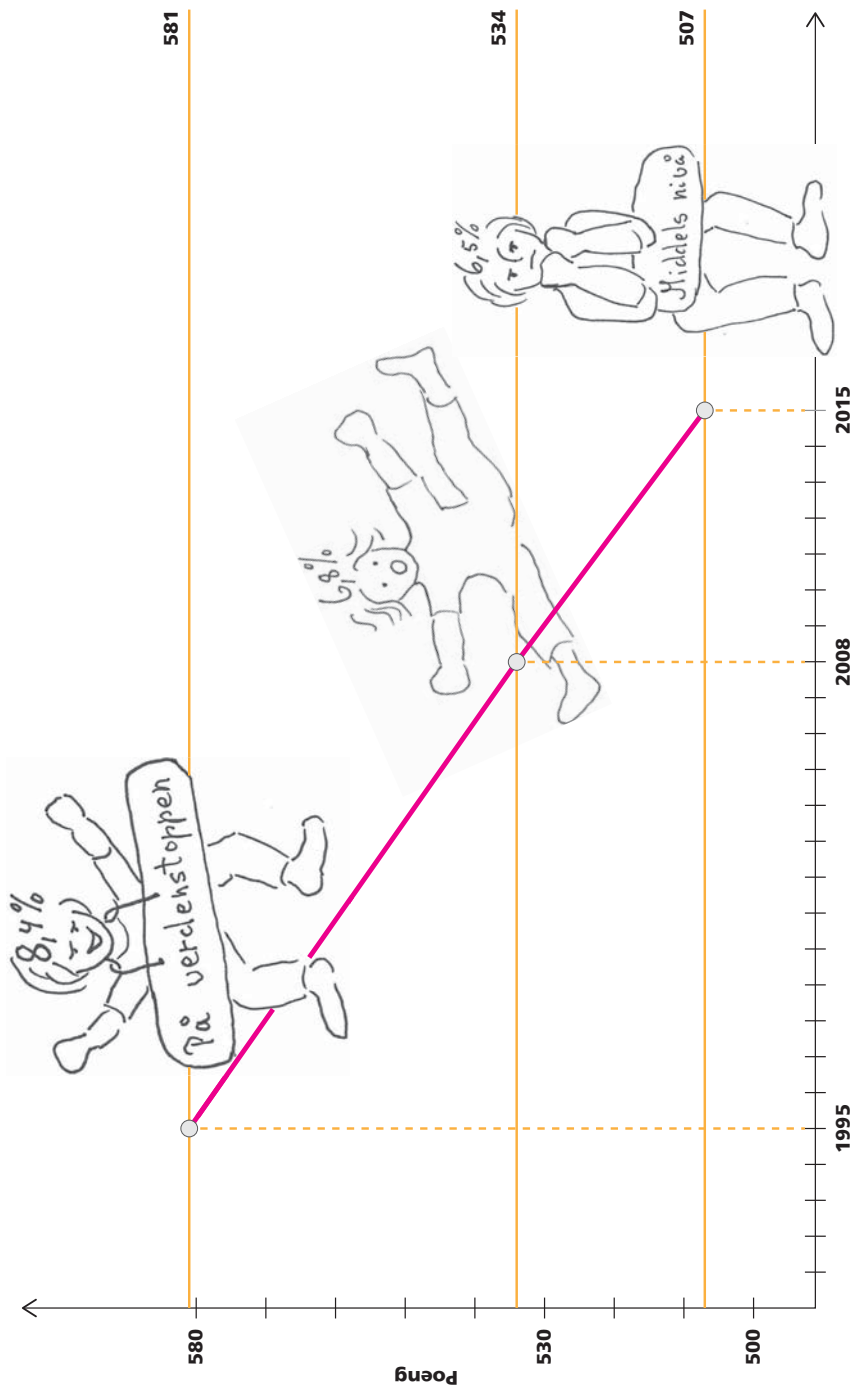
3.1 Viktige hovedtrender over 20 år i fysikk og naturfag for hele skoleløpet

I dette delkapitlet har vi lagt inn noen illustrasjoner som viser hovedtrender i norske elevers kunnskaper i fysikk og naturfag fra 1995 til 2015. Illustrasjonene er valgt for på en kortfattet måte å informere om noen av de viktigste trendene i utviklingen. Illustrasjonene gir ikke noe fullstendig bilde av situasjonen, men de bidrar til å framheve sentrale resultater og utfordringer for skolen som det er viktig å ta opp og drøfte. I de påfølgende to delkapitlene utdyper vi resultatene for henholdsvis fysikk i slutten av videregående skole (delkapittel 3.2) og for naturfag på barnetrinn og ungdomstrinn (delkapittel 3.3).

Illustrasjon 3.1 viser norske elevers prestasjoner i fysikk fra 1995 til 2015. Vi ser at norske fysikkelever i løpet av denne 20-årsperioden har gått fra svært gode prestasjoner, prestasjoner helt i verdenstoppen, til å prestere på et middels nivå i 2015. Grafen viser også at dette er en jevn tidsutvikling, det er ingen tegn til at nedgangen har bremsset opp etter 2008. Målt i antall poeng er nedgangen større fra 1995 til 2008 enn fra 2008 til 2015, men tidsrommet er også større i det første tilfellet. Utviklingen over tid er lineær. Kort oppsummert kan vi konkludere med at den markante nedgangen som ble målt fra 1995 til 2008 fortsetter på samme måte etter 2008.

I både den internasjonale og den nasjonale rapporten fra 1995-studien ble det framhevet at Norge var et land som presterte helt på topp i fysikk. Samtidig ble det pekt på at utfordringen for Norge var å få en større andel elever til å velge faget. I den internasjonale rapporten fra 1995 (Mullis et al., 1998, s. 186) kan man lese:

In Norway, Sweden, the Russian Federation, and Denmark, the country average was significantly above the international average, while in six countries, Switzerland, Canada, France, the Czech Republic, Austria, and the United States it was significantly below the international average. Note that the PTCI [dekningsgraden] was low in Norway (8%), and particularly in Denmark (3%), indicating that physics students in these countries are a very select group.



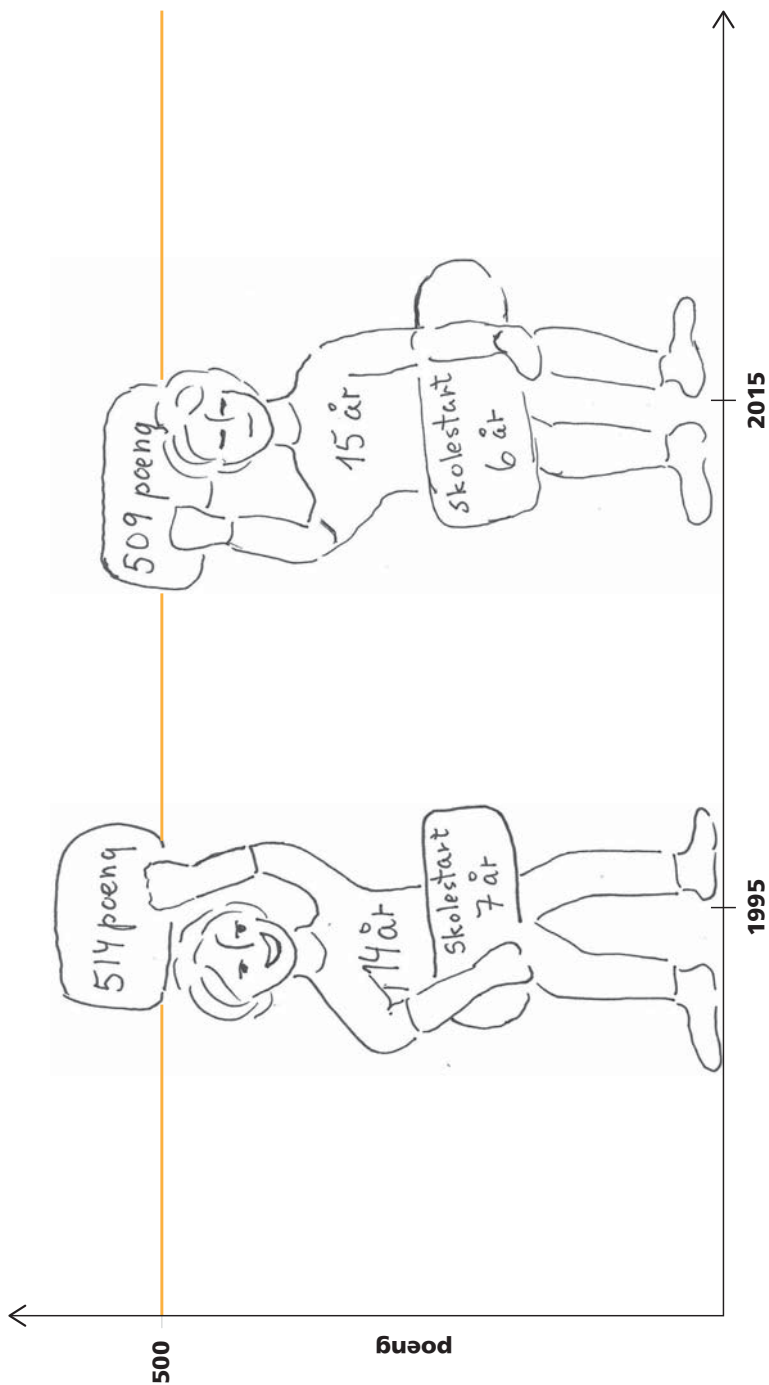
Illustrasjon 3.1 Norske elevers prestasjoner i fysikk i videregående skole fra 1995 til 2015. Andelen som valgte fysikk er angitt i prosent i figuren.

Det var en relativt liten andel av det norske årskullet i 1995 som valgte fysikk til topps i videregående skole, langt lavere enn i mange andre land. I tillegg til den markante nedgangen i prestasjoner over disse 20 årene, har andelen elever som velger faget, sunket med 2 prosentpoeng fra 1995 til 2015. Det er altså nå en lavere andel av et årskull som velger faget, i tillegg til at prestasjonene har sunket markant. I neste delkapittel utdypes disse resultatene, samtidig som nye sentrale resultater presenteres. Nedgang i prestasjoner i fysikk er ikke noe man finner bare i Norge, det ser ut til å være en del av en internasjonal trend for de landene som har deltatt i TIMSS Advanced:

Of the 6 countries with 20 year trend data, France, Norway, the Russian Federation, and Sweden experienced substantial decreases in average achievement since 1995, while Slovenia and the United States had no significant change. No country improved over the 20 year period. (Mullis, Martin & Loveless, 2016d, s. 4)

Det er verdt å merke seg at ingen av de østasiatiske landene, som er de som oftest presterer best i både naturfag og matematikk, deltar i TIMSS Advanced. På bakgrunn av at det er så vidt få land som deltar i denne studien, må man være noe tilbakeholden med å trekke konklusjoner om utviklingen i fysikk globalt. Vi må dessuten huske på at det er noe mer problematisk å sammenlikne prestasjonene i TIMSS Advanced i ulike land enn det er i grunnskolen. I TIMSS Advanced må man også ta hensyn til at andelen av årskullet som velger faget, varierer ganske mye mellom land. Andelen i landet som tar faget, sammenholdt med elevenes prestasjoner, sier mer om hvor mange eksperter det enkelte land utdanner, enn om man bare ser på prestasjonsforskjellene. Mer om dette i delkapittel 3.2.

Illustrasjon 3.2 sammenlikner norske elevers prestasjoner i naturfag i 1995 med ett år eldre elever i 2015. Som illustrasjonen viser, presterer ett år eldre elever på samme nivå som ett år yngre elever gjorde i 1995. I tillegg hadde elevene vi testet i 2015 skolestart som 6-åringer, mens skolestart for 1995-eleven var 7 år. På samme måte som det var en markant nedgang i de norske prestasjonene i slutten av videregående skole i det tidsrommet vi ser på, har vi



Illustrasjon 3.2 I naturfag presteter ett år eldre elever i 2015 på samme nivå som ett år yngre elever gjorde i 1995

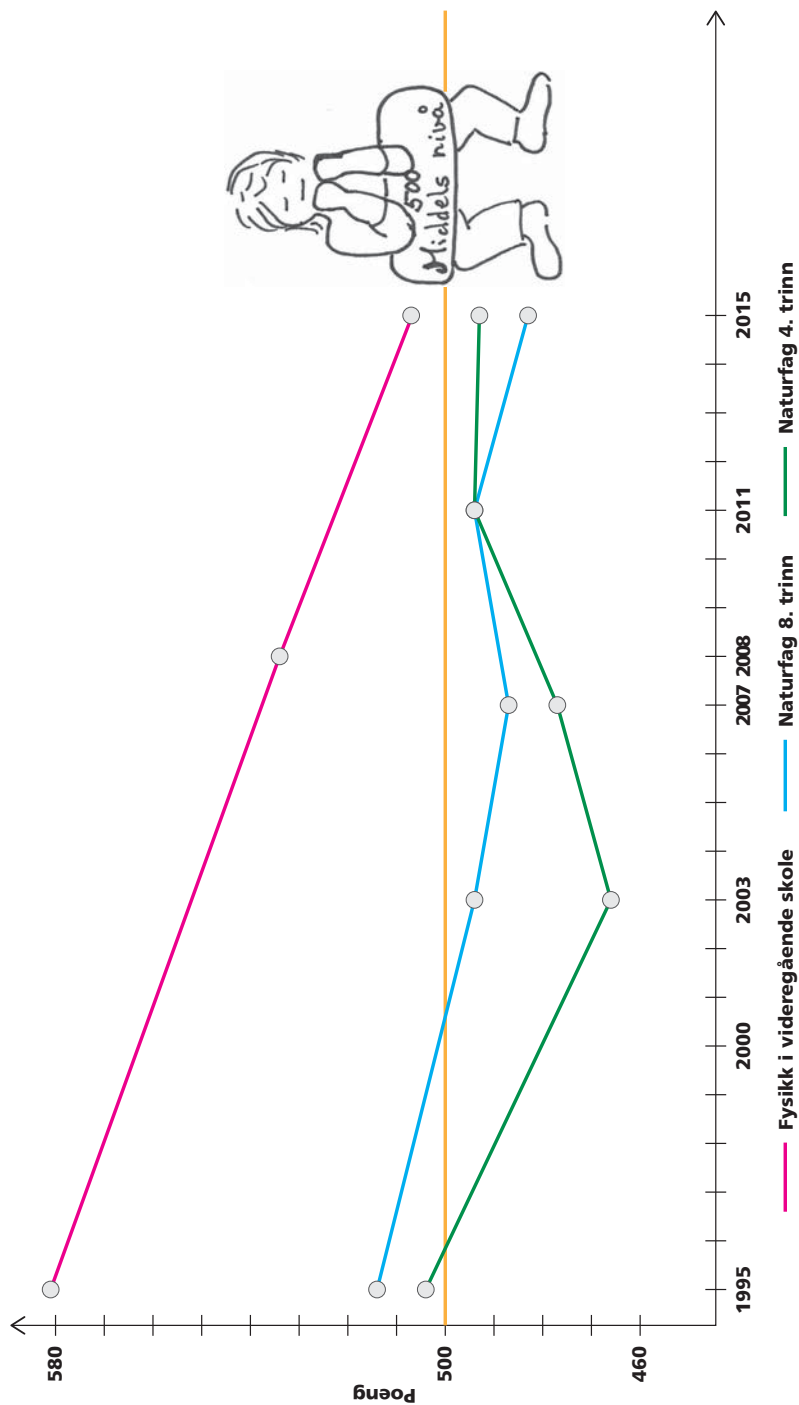
en markant nedgang i naturfag i grunnskolen. Hvor godt elevene presterer i videregående skole, er det rimelig å anta at har sammenheng med hvilket faglig grunnlag de har med seg fra grunnskolen. Nedgangen i fysikk i videregående skole kan derfor i noen grad ha sammenheng med hvor mye de lærte av fysikk i grunnskolen. I hvilken grad de velger fysikk i videregående skole, kan også ha sammenheng med hva de ble eksponert for og fant interessant i naturfag i grunnskolen. Mens vi tester elevene i fysikk i videregående skole, har de norske elevene i grunnskolen det som kalles integrert naturfag, hvor fysikk inngår som et av områdene med en veiledende undervisningstid på 1 time per uke. Det er derfor også verdt å merke seg at fysikk er det fagområdet som norske elever gjennomgående har prestert svakest i både på 4. trinn i barneskolen og på 8. trinn i ungdomsskolen i hele perioden fra 1995 til 2015.

Årskullet elever som deltok i TIMSS på ungdomstrinnet i 2011, er det samme årskullet som ble testet i TIMSS Advanced i 2015. Resultatene indikerer at norske elever etter årtusenskiftet har et svakere grunnlag i naturfag fra grunnskolen enn det de hadde tidligere. Det svake resultatet fra grunnskolen kan være en medvirkende årsak til problemene med fysikk i videregående skole, både nedgangen i andel elever som velger faget, og nedgangen i prestasjoner.

Illustrasjon 3.3 sammenlikner prestasjoner for jevngamle norske elever i hele utdanningsløpet i naturfag og fysikk.

I slutten av videregående skole testes elevene i fysikk; på barnetrinn og ungdomstrinn i Norge har elevene integrert naturfag med fysikk som en av komponentene.

Som vi ser av illustrasjonen, er det på alle nivåene i skolen en markant tilbakegang fra 1995 til de første målingene etter årtusenskiftet. I 1995 presterte de norske elevene som hadde valgt full fordypning i fysikk i videregående skole svært godt, mens de etter det har hatt en lineær nedgang i prestasjoner. Nedgangen fra 1995 til 2015 er på hele 74 poeng på en skala med standardavvik på 100 og midtpunkt på 500. Dette er den største nedgangen som er målt for norske elever i noen studier, langt større enn de nedgangene som ble kalt PISA-sjokket i 2003 for grunnskolen. Samtidig har andelen elever som velger



Illustrasjon 3.3 Utvikling i norske elevers prestasjoner i fysikk og naturfag fra 1995 til 2015

fysikk til topps i videregående skole gått ned fra 8,4 % i 1995 til 6,5 % i 2015. Dette på tross av at andelen som tok fysikk i 1995 ble vurdert som lavere enn ønskelig. Norske elevers prestasjoner i det integrerte naturfaget på 8. trinn gikk ned i perioden 1995 til 2003, og er på det samme nivået i 2015. Også på 4. trinn var det en klar nedgang fra 1995 til 2003, men her forbedret resultatet seg fram til 2011, men da stoppet oppgangen opp på dette trinnet. Naturfag i grunnskolen og fysikk i videregående skole er i 2015 alle i nærheten av det midlere nivået for skalaen som brukes i TIMSS-studiene.

3.2 Utdypende resultater for TIMSS Advanced

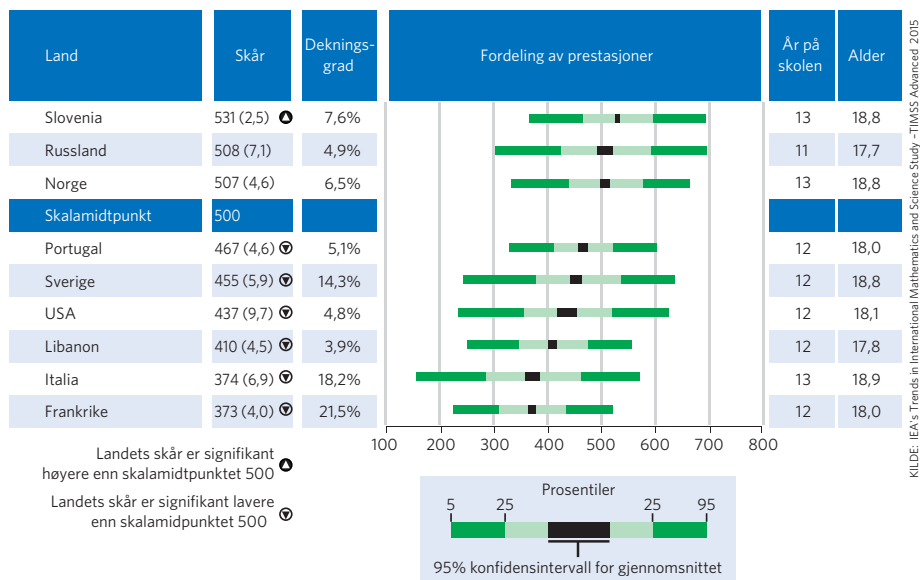
I dette delkapitlet presenterer vi flere sentrale resultater fra TIMSS Advanced. Noen av disse ble presentert i den første boka fra 2015-studien, *Ett skritt fram og ett skritt tilbake* (Grønmo, Hole & Onstad, 2016). Der hadde vi også med noen kommentarer omkring læreplaner i faget. I denne boka har vi valgt å ha et eget kapittel som utdyper og drøfter de norske læreplanene langt grundigere enn det vi gjorde i den første boka (se kapittel 2).

Tekstboks 3.1 Måleskalaen i TIMSS Advanced

For å kunne gjøre studier som viser utvikling over tid (trendstudier), trenger man en fast skala å relatere resultatene til. I alle TIMSS-studier beholdes mange oppgaver uendret fra undersøkelse til undersøkelse. Ved hjelp av disse er det mulig å konstruere en slik fast skala. I TIMSS-studiene har man valgt å bruke de internasjonale resultatene fra 1995 som basis for den faste skalaen som brukes til å måle prestasjoner.

Det internasjonale gjennomsnittet fra 1995 ble standardisert til 500 med et standardavvik på 100. Senere studier bruker denne standardiserte skalaen for å beregne landenes gjennomsnittlige skår. Noen figurer viser også fordelingen av elevenes skår ved et diagram som angir 5-, 25-, 75- og 95-prosentilene. I tillegg vises da midt i diagrammet et 95 % konfidensintervall for gjennomsnittsverdien (to standardfeil, SE, i hver retning ut fra det målte gjennomsnittet). Tall plassert i parentes bak skår angir standardfeil.

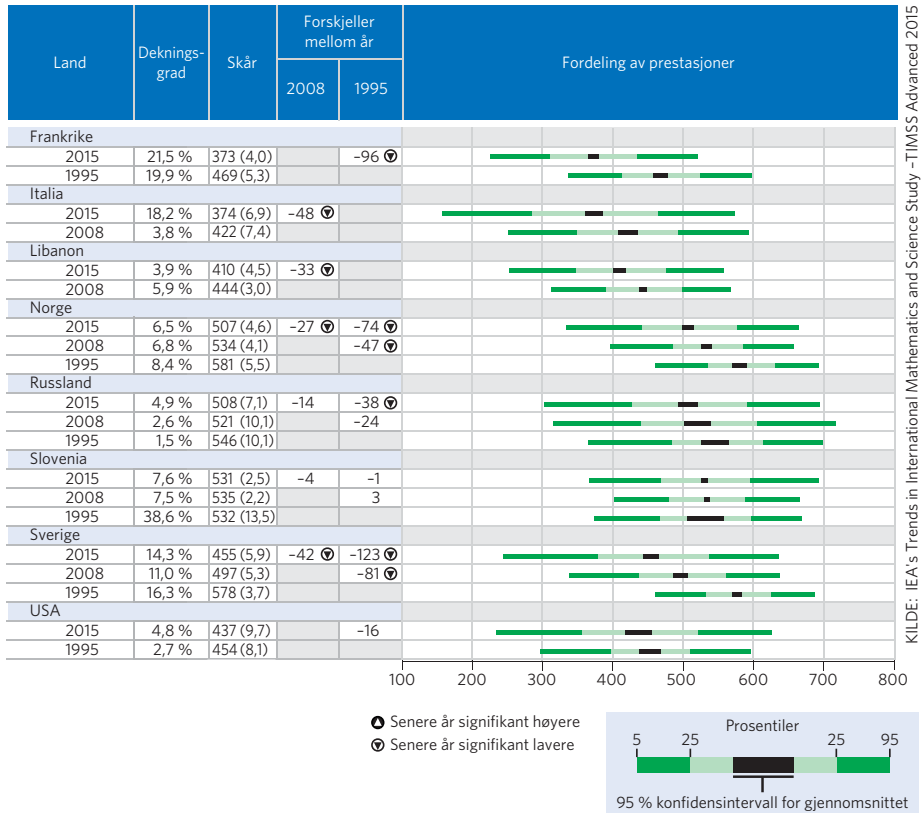
Tabell 3.1 Hovedresultater i fysikk for landene som deltok i TIMSS Advanced 2015. Se tekstboks 3.1 for forklaring.



Tabell 3.1 viser hovedresultatene for fysikkspesialistene i de landene som deltok i 2015. Kolonnene i tabellen viser hvert lands gjennomsnittlige elevprestasjon (poengskår), dekningsgrad, elevenes antall år på skolen og deres gjennomsnittsalder. I den brede kolonnen i midten illustreres spredningen i skår for hvert enkelt land. Tekstboks 3.1 gir informasjon om mål og skalaer som er brukt i tabellen. For ytterligere informasjon om studien og gjennomføringen av denne, henviser vi til kapittel 13.

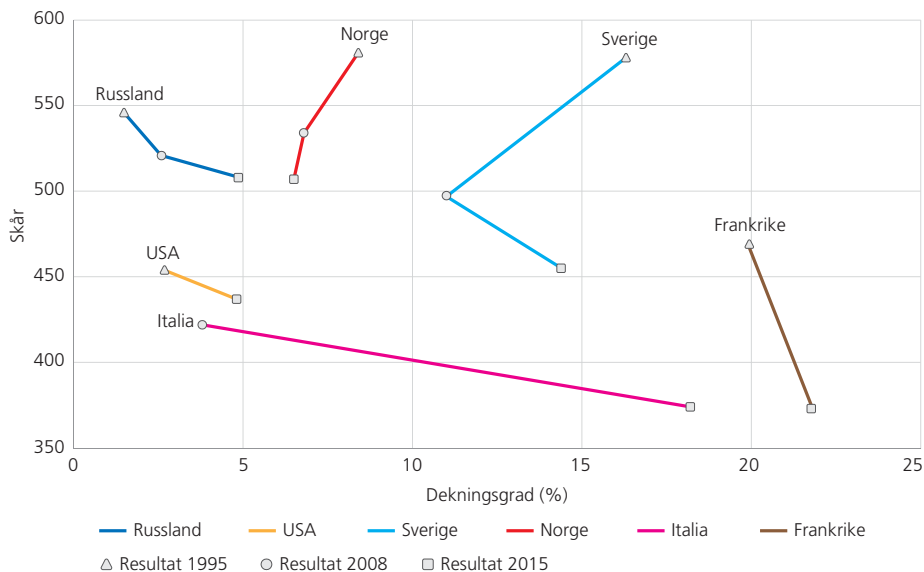
Nedgangen i fysikkprestasjoner for norske elever fra 1995 er $\frac{3}{4}$ av standardavviket. Basert på tidligere beregninger kan man grovt si at ett års økning i alder og ett år mer skolegang antas gi en økning på rundt 40 poeng på den typen skala som brukes i TIMSS Advanced. Noe upresist kan man derfor si at tilbakegangen i norske fysikkprestasjoner fra 1995 til 2015 tilsvarer bortimot to års faglig modning. Det er en dramatisk nedgang. Enda mer dramatisk blir dette bildet når vi tar med i vurderingen at andelen elever som velger faget, dekningsprosenten, også har gått ned med 2 prosentpoeng. Fra 1995 til 2015 har altså Norge gått fra å være et høytpresterende land til å være et land som presterer omtrent på skalamidtpunktet når det gjelder utdanning av fysikkspesialister i videregående skole.

Tabell 3.2 Trender i skår og dekningsgrad for land som deltok i fysikk i TIMSS Advanced 2015 og som også har deltatt minst én gang tidligere. Trendene er framstilt grafisk i figur 3.1.



Som vist i illustrasjon 3.1, er det en jevn nedgang i prestasjonene for de norske elevene som har valgt full fordypning i fysikk i videregående skole. Først er det en klar nedgang fra 1995 til 2008, så en ytterligere nedgang fra 2008 til siste studie i 2015. Samtidig har det vært en nedgang i andel av årskullet som velger fysikk som fordypning på videregående skole. Tabell 3.2 og figur 3.1 viser at også andre land har hatt en nedgang i resultater, så det er ikke bare i vårt land vi ser denne trenden. Samtidig må vi ta med i betraktningen at det er et begrenset utvalg av land som deltar i TIMSS Advanced. Vi har for eksempel ikke med noen land i Sørøst-Asia eller Oseania, slik vi har det i TIMSS for grunnskolen. Land i Sørøst-Asia er ofte av de landene som gjør det best i realfag i de internasjonale studiene i grunnskolen. Vi må derfor være forsiktige med å trekke konklusjoner om en generell nedgang globalt. I vurderingen av

Figur 3.1 Trender i skår og dekningsgrad for utvalgte land som deltok i fysikk i TIMSS Advanced 2015 og som også har deltatt minst én gang tidligere. Det første året landet deltok, er markert på figuren. De neste prikkene viser resultater i påfølgende studier, altså 2008 og/eller 2015.



resultater i TIMSS Advanced må vi også ta hensyn til dekningsgrad og til alder på elevene for å kunne sammenlikne land, og for å kunne si noe om hvor positiv eller negativ utviklingen er.

Tar vi med dekningsgrad kan vi si at land som USA og Italia har en viss framgang, fordi dekningsgraden har økt en del. I TIMSS Advanced er det enkelte land som definerer den populasjonen de ønsker å teste. Økningen i dekningsgrad kan derfor skyldes at noen land har utvidet den populasjonen de har med i studien. Den muligheten har vi ikke i Norge og Sverige, da vi har definert populasjonen i fysikk i TIMSS Advanced som alle som tar dette faget i det siste året i videregående skole. Det er derfor greit å trekke konklusjonen om at begge disse landene har hatt en markant nedgang i fysikk fra 1995 til 2015.

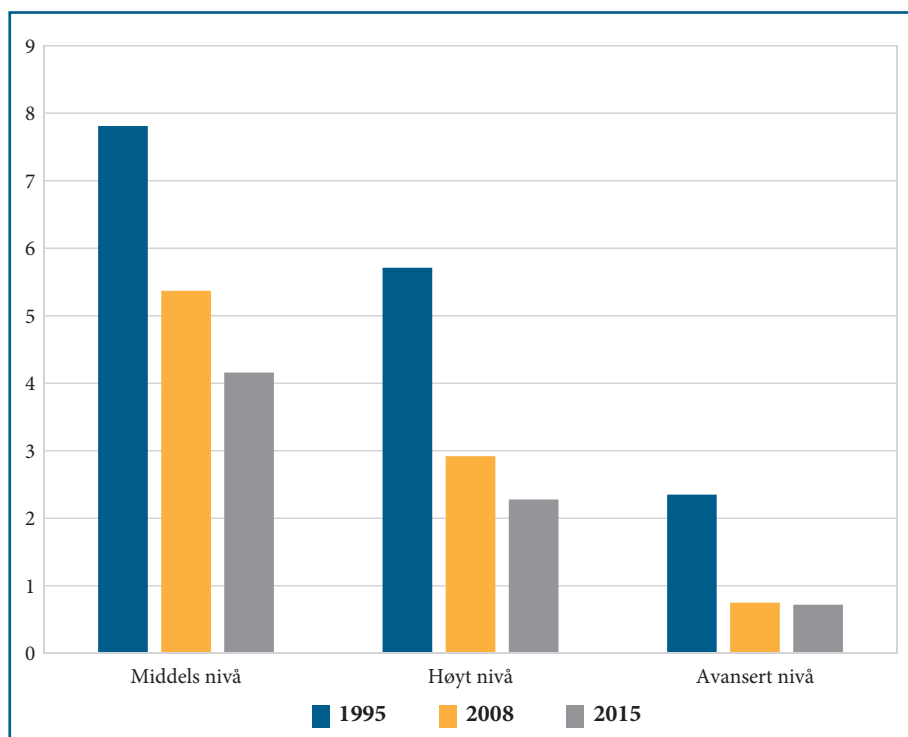
Når det gjelder de internasjonale trendene i TIMSS Advanced, er det verdt å merke seg at utviklingen i de fleste land har *mange av de samme trekkene i både fysikk og matematikk* (se Grønmo & Hole, 2017). Vårt naboland Sverige ser ut til å ha mange av de samme utfordringene som Norge, både i fysikk og i matematikk. Vi vil derfor i noen sammenhenger sammenlikne mer med Sverige enn med de andre landene for å få en best mulig forståelse av utviklingen uten for mange forstyrrende faktorer. Det er også en fordel at elevene har samme alder i Norge og Sverige, mens elevene er yngre i flere av de andre landene (se tabell 3.1).

Man kan hevde at kunnskap i fysikk er viktig, og at det antakelig blir enda viktigere framover. For mer om dette, se kapittel 4. Et høyt utviklet moderne samfunn som det vi lever i, står overfor store utfordringer på områder som miljø og teknologi. Å gi elevene gode kunnskaper i fysikk er derfor noe det synes rimelig å prioritere i skolen. Den markante tilbakegangen i prestasjoner, sammen med nedgang i dekningsgrad slik det ble dokumentert etter TIMSS Advanced i 2008, ser ikke ut til å ha blitt tatt på alvor når tilbakegangen i TIMSS Advanced 2008 følges opp med en ytterligere tilbakegang i 2015. Norge har store utfordringer som man må ta på alvor og prøve å løse.

Resultatene i fysikk fra TIMSS Advanced 1995 ble presentert med stor entusiasme. Norge var det landet som lå øverst på listen over faglige prestasjoner. Det ble til dels tolket som at vi er best i verden. Nå kan man stille kritiske spørsmål ved om det var en holdbar konklusjon. For eksempel presterte Sverige omtrent like godt som Norge, samtidig som det var en dobbelt så høy andel av årskullet i Sverige som valgte fysikk til topps i videregående skole (8 % av årskullet i Norge, 16 % av årskullet i Sverige). Dette er en faktor man må ta hensyn til i vurderingene av hvor godt landene gjør det i denne typen studier.

Når det gjelder de norske resultatene, er det interessant å se på hvilken betydning nedgangen i prestasjoner har hatt for Norge når det gjelder å utdanne fysikkspesialister ved slutten av videregående skole. En måte å gjøre det på er å se på *hvor mange prosent av et norsk årskull som når de ulike kompetansenivåene* middels, høyt og avansert, slik de er definert i TIMSS Advanced (se kapittel 7 for beskrivelse av de ulike kompetansenivåene, se også internasjonal rapport for TIMSS Advanced 2015 (Martin, Mullis, Foy & Hooper, 2016b)). Figur 3.2 viser dette.

Figur 3.2 viser hvor store andeler av årskullet som nådde hvert av de tre kompetansenivåene i hver av de tre TIMSS Advanced-studiene. For å forstå figuren er det viktig å legge merke til to ting: For det første gjelder prosenttallene ikke andeler av de respektive populasjonene som ble undersøkt, men andeler av de respektive *årskullene*. For det andre skal diagrammet forstås *kumulativt*; det betyr at elever som nådde høyt nivå, også er regnet med blant de elevene som nådde middels nivå, og at elever som nådde avansert nivå, også er regnet med blant de elevene som nådde hvert av de to lavere nivåene.

Figur 3.2 Prosentandeler av årskull som når ulike kompetansenivåer i TIMSS Advanced

Som det framgår av figuren, er det i Norge en klar nedgang i andelen av årskullene som når de ulike kompetansenivåene. Andelen som når avansert nivå nå, er under 1 % av årskullet, mens det i 1995 var over 2 % som nådde dette nivået. Nærmere 6 % av årskullet nådde høyt nivå i 1995, i 2015 har denne andelen sunket til vel 2 %. Det reiser noen problemstillinger rundt hvor godt den norske skolen i dag tar vare på de flinke elevene, elever med spesiell interesse og talent for fysikk. Denne problematikken tar vi opp og drøfter grundigere i kapittel 7. I samme kapittel ser vi også nærmere på dette fra et kjønnspektiv.

Fysikkprestasjoner på ulike fagområder i fysikk

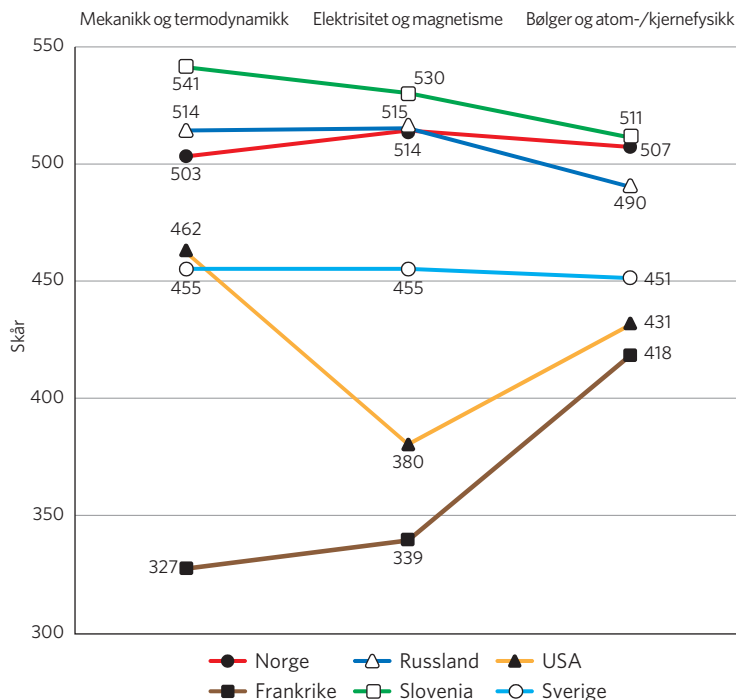
Tabell 3.3 viser inndelingen i fagområder og emner i TIMSS Advanced 2015 fysikk. Tabell 3.4 og figur 3.3 viser prestasjoner i de ulike fagområdene i ulike land.

Tabell 3.3 Fagområder og emner i TIMSS Advanced 2015 fysikk.

<p>TIMSS Advanced 2015 Mechanics and Thermodynamics Topics</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Newton's Laws: Applying Newton's laws and laws of motion 2) Forces: Forces, including frictional force, acting on a body 3) Body Moving in a Circular Path: Forces acting on a body moving in a circular path; the body's centripetal acceleration, speed, and circling time 4) The Law of Gravitation: The law of gravitation in relation to the movement of celestial objects 5) Kinetic and Potential Energy: Kinetic and potential energy; conservation of mechanical energy 6) Conservation of Momentum: The law of conservation of momentum; elastic and inelastic collisions 7) The First Law of Thermodynamics 8) Heat Transfer: Heat transfer and specific heat capacities 9) Ideal Gases: The law of ideal gases; expansion of solids in relation to temperature change
<p>TIMSS Advanced 2015 Electricity and Magnetism Topics</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Coulomb's Law: Electrostatic attraction or repulsion between isolated charged particles--Coulomb's law 2) Charged Particles in an Electric Field 3) Electrical Circuits: Electrical circuits; Ohm's law and Joule's law 4) Charged Particles in a Magnetic Field 5) Magnetism: Relationship between magnetism and electricity; magnetic fields around electric conductors; electromagnetic induction 6) Faraday's and Lenz's Laws: Faraday's and Lenz's laws of induction
<p>TIMSS Advanced 2015 Wave Phenomena and Atomic/Nuclear Physics Topics</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mechanical Waves: Mechanical waves; the relationship between speed, frequency, and wavelength 2) Electromagnetic Radiation: Electromagnetic radiation; wavelength and frequency of various types of waves (radio, infrared, visible light, x-rays, gamma rays) 3) Thermal Radiation: Thermal radiation, temperature, and wavelength 4) Reflection, Refraction, Interference, and Diffraction 5) The Atom: The structure of the atom and its nucleus; atomic number and atomic mass; electromagnetic emission and absorption and the behavior of electrons 6) Wave-Particle Duality: Wave-particle duality and the photoelectric effect; types of nuclear reactions and their role in nature and society; radioactive isotopes 7) Mass-Energy Equivalence: Mass-energy equivalence in nuclear reactions and particle transformations

Tabell 3.4 Prestasjoner fordelt på fagområder i fysikk, TIMSS Advanced 2015, utvalgte land.

	Russland	USA	Frankrike	Slovenia	Sverige	Norge
Mekanikk og termodynamikk	514	462	327	541	455	503
Elektrisitet og magnetisme	515	380	339	530	455	514
Bølger og atom-/kjernefysikk	490	431	418	511	451	507

Figur 3.3 Prestasjoner fordelt på fagområder i fysikk, TIMSS Advanced 2015, utvalgte land.

En hovedkonklusjon for Norge når man sammenlikner de ulike fagområdene i fysikk i TIMSS Advanced, er at det er relativt små variasjoner. Vi ser også at det er mer variasjon mellom prestasjonene på ulike områder i noen av de andre landene, spesielt USA og Frankrike. I tabell 3.5 viser vi en oversikt over hvordan deknningen av de ulike emneområdene i landenes læreplaner også varierer en del, mens det er små variasjoner i Norge. Særlig Frankrike skiller seg ut med ujevn dekning i læreplaner og ulike prestasjoner på områder. I USA varierer prestasjonene en del, mens det er liten variasjon i læreplanene.

I den grad det er variasjon i prestasjoner i Norge, viser mekanikk og termodynamikk (varmelære) seg som et relativt svakt område, mens elektrisitet og magnetisme er et relativt sterkt område. Men her må vi merke oss at forskjellene er små.

Dette resultatet med små variasjoner mellom fagområder i fysikk i Norge skiller seg fra resultatene i matematikk i TIMSS Advanced (Grønmo & Hole, 2017). I matematikk skiller algebra seg ut som et spesielt svakt område. Det er da også verdt å merke seg at det at norske elever er svake i algebra, er et gjennomgående

Tabell 3.5 Antall temaer i TIMSS Advanced fysikk som er dekket i landenes læreplaner.

Land	All fysikk (22 temaer)	Mekanikk og termodynamikk (9 temaer)	Elektrisitet og magnetisme (6 temaer)	Bølger og atom-/kjerne- fysikk (7 temaer)
Frankrike	15	5	3	7
Italia	17	4	6	7
Libanon	22	9	6	7
Norge	21	9	6	6
Portugal	19	8	5	6
Russland	20	9	6	5
Slovenia	22	9	6	7
Sverige	22	9	6	7
USA	21	9	6	6

KILDE: IEA's Trends in International Mathematics and Science Study - TIMSS Advanced 2015

trekk i norsk skole, vi måler akkurat den samme typen forskjell i grunnskolen. Algebra er det vi kan kalle et matematisk språk, som danner basisen for å bruke matematikk som et redskap i mange fag og på mange områder. Det bekymringsfulle fra vårt perspektiv er at det nettopp er kunnskaper i algebra elevene trenger i fysikk. Denne problematikken har vi tidligere tatt opp i ulike artikler (Hole, Grønmo & Onstad, 2018; Nilsen, Angell & Grønmo, 2013a), og kapitlene 5 og 6 i denne boka presenterer resultater og drøfter spesielt betydningen av matematikkunnskaper for fysikk.

Matematikk er et viktig redskapsfag i fysikk, særlig på det nivået vi ser på: full fordypning i det siste året i videregående skole. I den første boka om TIMSS Advanced 2015 skrev vi:

Når det gjelder de internasjonale trendene i TIMSS Advanced, er det verdt å merke seg at utviklingen i de fleste landene i prestasjoner og dekningsgrad har mange av de samme trekkene i både fysikk og matematikk. Det understreker nærheten mellom disse to fagene. Matematikk er ikke bare et fag i seg selv, men også et redskapsfag for læring i andre fag, og det er nødvendig i mange yrker og profesjoner. For eksempel er matematikk viktig i fysikk og andre naturfag, i alle typer ingeniørfag, i økonomifag og i IKT. (Grønmo et al., 2016, s. 27)

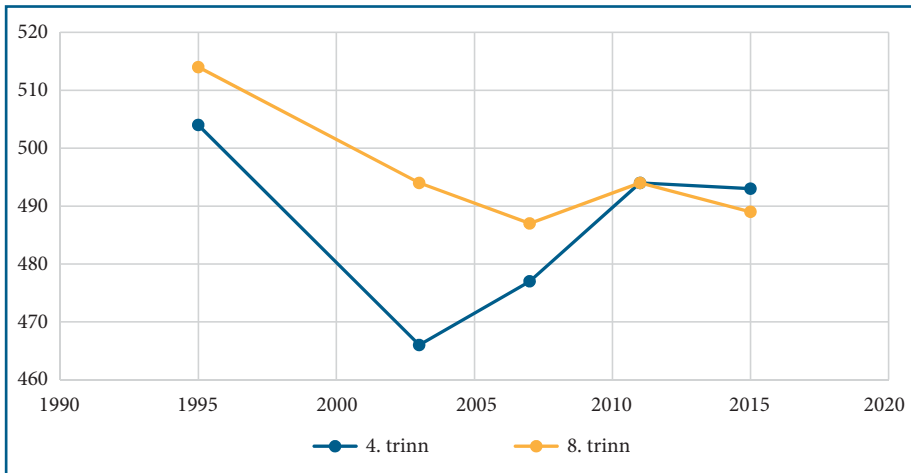
I dette kapitlet har vi konsentrert oss om generelle trekk i utviklingen for Norge. I kapittel 7 i boka presenteres og drøftes flere problemstillinger knyttet til endringen i norske elevers prestasjoner. Vi ser der på hvor godt norsk skole tar vare på elever med interesse og talent for fysikk, blant både jenter og gutter. Der presenterer vi også resultater som viser hvor stor andel av de ulike årskullene som når de ulike kompetansenivåene, slik de er definert i TIMSS Advanced. Det gir ytterligere informasjon om hvor godt landet er til å utdanne personer med høy kompetanse i faget.

3.3 Utdypende resultater i naturfag fra TIMSS på barnetrinn og ungdomstrinn

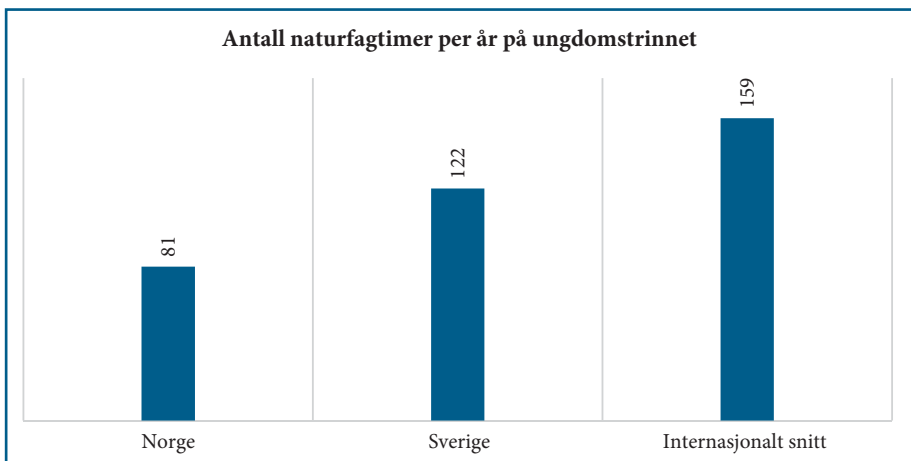
Det er én ting man må være klar over når man ser på resultater i TIMSS for barnetrinn og ungdomstrinn. I TIMSS har Norge gått over fra å undersøke 4. og 8. trinn til å undersøke 5. og 9. trinn. Begrunnelsen for denne endringen er at man ønsket å teste elever i Norge som hadde omtrent samme alder som elevene i de fleste andre landene man sammenliknet seg med, i Norden og i mange andre land. I hovedpresentasjonene for TIMSS er det derfor nå, i motsetning til tidligere i disse studiene (1995, 2003, 2007, 2011), de norske resultatene på 5. trinn og 9. trinn som presenteres. Tidligere var de norske elevene blant de yngste som deltok i studien, nå er de norske elevene blant de eldste.

For å gjøre det mulig å måle trender både bakover og framover i tid, gjorde Norge i TIMSS 2015 en «dobbel jobb» ved å teste elever på både 4. og 5. trinn, og elever på både 8. og 9. trinn. Når det gjelder trender i perioden 1995–2015, har vi solide data for 4. trinn og 8. trinn. Figur 3.4 viser dette for naturfag på begge disse årstrinnene.

Som det framgår av figuren, presterer norske elever svakere i naturfag i 2015 på begge trinn enn det *like gamle elever* gjorde i 1995. (I 1995 var populasjonene ikke definert ut fra klassetrinn, men ut fra alder.) Fordi elevene i de siste studiene har ett år mer på skolen enn det elevene hadde i 1995, gir dette grunn til ettertanke. Den mest markante tilbakegangen i de norske elevenes prestasjoner finner vi for begge trinn fra 1995 til 2003 (Bergem, 2016a; Grønmo, Bergem, Kjærnsli, Lie & Turmo, 2004b).

Figur 3.4 Utviklingen i de norske naturfagprestasjonene fra 1995 til 2015 på 4. trinn og 8. trinn.

Når vi drøfter de norske resultatene i naturfag, er det også interessant å se på antall timer som de norske elevene har i faget. Figur 3.5 viser dette for Norge og Sverige og det internasjonale gjennomsnittet. Både Norge og Sverige ligger klart under det internasjonale snittet, Norge aller lavest. Antall timer elevene får undervisning i et fag, vil naturlig nok ha stor betydning for hvor mye fagkunnskap elevene kan tilegne seg.

Figur 3.5 Antall timer i naturfag per år på ungdomstrinnet, målt i TIMSS 2015 (Bergem, 2016a).

På bakgrunn av dette resultatet er det tankevekkende at naturfagdidaktikeren Sjøberg allerede i 1994 pekte på problemene med få timer i naturfag og på svake faglige krav til lærerne:

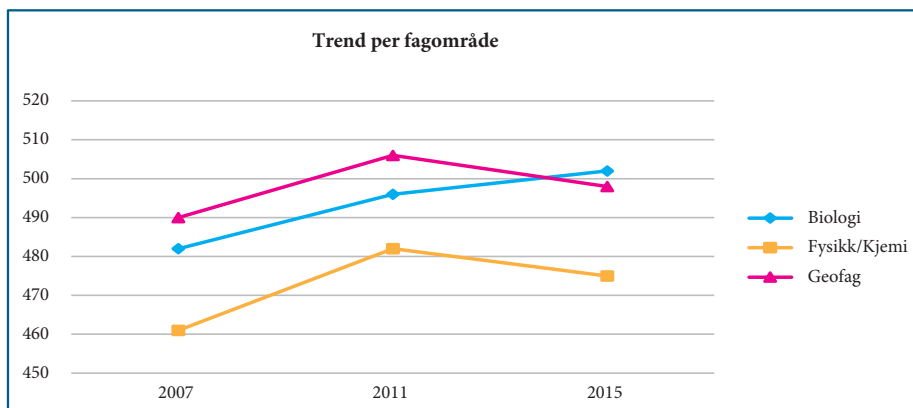
Samtidig viser en UNESCO-rapport at knapt noe land i verden har lavere andel av naturfagtimer på ungdomsskoletrinnet. Teknologi og teknikk som eget fag er totalt fraværende og finnes nesten ikke i undervisningen. En tilleggsfaktor er at de formelle kravene som stilles til lærerne på ungdomsskoletrinnet er lavere enn i andre land. (Sjøberg, 1994)

På tross av den klart negative utviklingen i fysikk og naturfag i Norge fra 1990-tallet til 2015, er det noen positive trekk å legge merke til. På 4. trinn har det vært en framgang for norske elever i naturfag i perioden 2003 til 2011, før utviklingen stopper opp. På 8. trinn finner man ingen positiv utvikling i perioden fra 2003 til 2015 (Bergem, 2016a). I et internasjonalt perspektiv ser det ut til at de norske elevenes prestasjoner i naturfag på både 4. trinn og 8. trinn nå har stabilisert seg på et nivå i underkant av midpunktet 500 på den faste måleskalaen som brukes i studiene, og på et lavere nivå enn like gamle elever i Norge lå på i 1995.

I naturfag har det vært svært stabile prestasjoner gjennom denne sistnevnte perioden, men på et nivå som er betydelig lavere enn i 1995. (Bergem, 2016a, s. 59)

Den klare tilbakegangen hos norske elever i naturfag fra 1995 har også blitt bemerket i de internasjonale publikasjonene fra studiene. «Countries with the greatest decrease in average achievement between 1995 and 2011 were Sweden (43 points) and Norway (20 points)» (Martin, Mullis, Foy & Stanco, 2012, s. 34). Her, som på mange områder, ser vi noe av den samme utviklingen i Norge og Sverige.

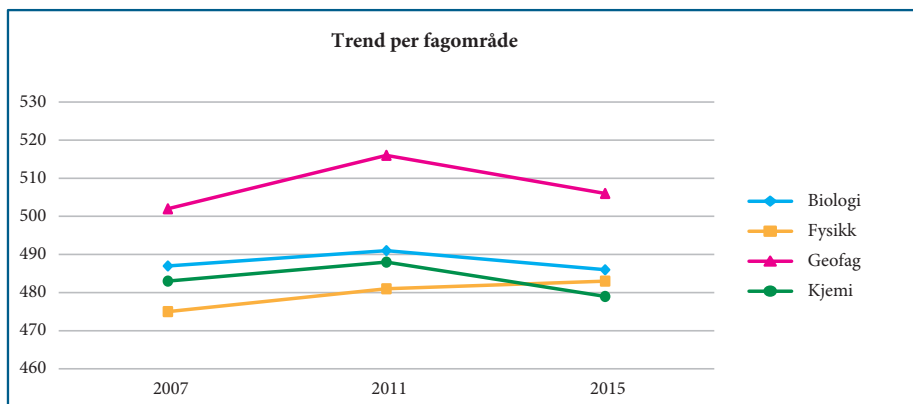
Figur 3.6 viser trendene på de ulike fagområdene i naturfag fra 2007 til 2015 på 4. trinn. I denne figuren starter vi med 2007, da det har vært noe endring i definisjoner av fagområder i forhold til de tidligere gjennomføringene av studien.

Figur 3.6 Trender for fagområder i naturfag for Norge på 4. trinn for perioden 2007–2015.

Som det framgår av figur 3.6, er det et gjennomgående trekk at de norske elevene på barnetrinnet presterer best i geofag, og svakest i fysikk/kjemi. Framgangen i naturfag har også fordelt seg noenlunde jevnt over alle emneområdene (Bergem, 2016a).

Figur 3.7 viser tilsvarende trender fordelt på fagområder for 8. trinn i TIMSS-studien.

Det er et fellestrekk i alle studiene i grunnskolen at norske elever presterer klart bedre i geofag enn det de gjør på andre fagområder i naturfag (se figur 3.7). Figuren viser også at prestasjonene på 8. trinn på de tre fagområdene kjemi, fysikk og biologi er svært like i TIMSS 2015. Men fortsatt er prestasjonene på

Figur 3.7 Trender for fagområder i naturfag for Norge på 8. trinn for perioden 2007–2015.

området geofag bedre, selv om man har målt noe nedgang i geofag fra 2011 til 2015. Resultatet med at norske elever gjør det best i geofag, er konsistent både på trinn og over tid.

På ungdomstrinnet ser vi en endring når det gjelder hvilke områder elevene presterer svakest på. Fortsatt er elevene best i geofag, men i overgangen fra 8. til 9. trinn er det litt bedring i de norske elevenes fysikkresultater. Dette kan være en indikasjon på at man midtveis på ungdomstrinnet begynner å legge litt mer vekt på fysikk i naturfagundervisningen. Men vi har bare én måling som viser dette, så vi er forsiktige med å trekke for bastante konklusjoner.

Det er ingen signifikante kjønnsforskjeller mellom jenters og gutters prestasjoner i naturfag, verken på barnetrinnet eller på ungdomstrinnet. Det var det heller ikke i matematikk. Problematikk knyttet til forskjeller mellom jenters og gutters prestasjoner tas opp spesielt i kapittel 7.

Det er først når vi har flere målinger på ulike trinn, i ulike studier og over tid at vi kan tillate oss å trekke klare konklusjoner (Angell et al., 2019). Björnsson & Olsen (2018) oppsummerer de norske resultatene for grunnskolen basert på analyser av data over 20 år på følgende måte (s. 22):

Jevnt over viser de siste undersøkelsene at de norske prestasjonene i matematikk og naturfag er på eller litt under det internasjonale gjennomsnittet, mens prestasjonene i lesing er signifikant høyere enn det internasjonale gjennomsnittet, både for 4. trinn og 10. trinn.

Dette samsvarer med konklusjoner som også andre har trukket (Grønmo & Hole, 2017): at Norge har en kultur for at språk som norsk og engelsk er viktig, men ikke en tilsvarende kultur for viktigheten av realfag som fysikk og matematikk.

Det er ubetinget bra at den svakere gruppen av elever har blitt løftet, samtidig som det er et problem at man ikke har greid å ta hensyn også til de faglig sterke elevene etter nedgangen fra 1995 til 2003. De presterer fortsatt lavere enn det de gjorde i 1995. Dette gjelder for både naturfag og matematikk. For mer om dette, se Björnsson & Olsen (2018, s. 23), hvor det oppsummeres at framgangen etter 2003 i hovedsak er knyttet til elever nederst i skårfordelingen. Denne generelle kommentaren gjelder ikke for 8. trinn; på dette trinnet er elevenes prestasjoner på samme nivå i 2015 som de var i 2003.

At fag som fysikk og matematikk er der norske elever sliter mest, er tankevekkende når vi kan anta at dette er en type kompetanse som flere elever vil trenge framover (jf. kapittel 4). Det er også tankevekkende at den framgangen man måler fra 2003 til 2015, i hovedsak er et løft for de svakeste elevene. Det er betimelig å stille spørsmålet om norsk skole svikter de flinke elevene (Grønmo, 2014b; Idsøe, 2014; Skogen, 2014; Skogen & Idsøe, 2016). Kapittel 7 tar spesielt opp og drøfter hvor god norsk skole er til å ivareta elever med talent og interesse for fag som naturvitenskap og matematikk, herunder også kjønnsaspektet ved disse fagene.

Det er rimelig å anta at årsakene til noen av de problemene man sliter med i fysikk og matematikk, har sammenheng med prioriteringen mellom fagdidaktikk og pedagogikk i lærerutdanningen (Grønmo & Onstad, 2012a), sammen med et relativt lite tilbud til lærerne om faglig relevant etter- og/eller videreutdanning. Det er ikke enkelt for lærere å gi elevene god undervisning hvis tilbudet de har fått gjennom sin egen grunnutdanning og i etter- og videreutdanning, ikke er tilstrekkelig.

Norsk skole er bygget på allmennlærere med middels lang utdanning. Relativt få norske lærere har en mastergrad (ca. 10 % og 20 % på hhv. barne- og ungdomstrinnet), og relativt få lærere rapporterer at de har utdanning med spesialisering i det faget de underviser i [...]. I stor grad gjenspeiler dette at det norske utdanningssystemet har hegnet om allmennlæreren. (Olsen & Björnsson, 2018, s. 25)

Et ikke like flatterende trekk ved norsk skole er manglende volum og systematikk i den kontinuerlige kompetansehevingen eller etterutdanningen av lærere – i alle fall når det gjelder tiltak rettet mot spesifikke fag. Dette er dokumentert gjennom alle de internasjonale studiene som har inkludert spørreskjemaer til lærerne. I tillegg viser TIMSS-studien at deltakelsen i faglig relevant etterutdanning har sunket betydelig fra 2007 til 2015. (Olsen & Björnsson, 2018, s. 25, vår utheving)

Et positivt trekk ved utviklingen i norsk skole fra 1995 er klare tegn på at det generelle læringsmiljøet i skolene har blitt bedre:

Elevene rapporterer om bedring i læringsmiljøet i perioden. Som et siste moment i denne oppsummeringen av sentrale funn, basert på resultater over de siste 20 årene, velger vi å inkludere at norsk skoleklima og læringsmiljø rapporteres å være til dels betydelig bedre i 2015 enn i tidligere år i undersøkelsene.

(Olsen & Björnsson, 2018, s. 25)

Se også Nilsen & Gustafsson (2014) som utdyper læringsmiljøets betydning. også flere andre analyser har pekt på betydningen av et godt læringsmiljø for læring. Nilsen, Grønmo & Hole (2013b) oppsummerer at den positive endringen i læringsmiljø på 8. trinn i Norge kan forklare den norske framgangen i både naturfag og matematikk fra TIMSS 2007 til TIMSS 2011.

3.4 Oppsummerende kommentarer

Det er flere vesentlige spørsmål det er rimelig å stille om hvorfor vi i Norge finner denne nedgangen i prestasjoner som illustrasjonene og resultatene fra de internasjonale studiene viser. For tiden framstilles det ofte i media som at «nå går alt så mye bedre» i norsk skole. Det er riktig at det går bedre for norske elever i lesing, men det er ikke riktig for fysikk og matematikk. Den norske rapporten fra TIMSS 2015 i grunnskolen hadde tittelen «Vi kan lykkes i realfag». Vi er enige i at Norge har alle muligheter til å lykkes i realfag. Men det forutsetter, som på alle områder i livet, at vi våger å se i øynene de utfordringene vi har, og at vi er villige til å jobbe systematisk over tid for å bedre situasjonen. Det kommer ikke til å gå av seg selv, det kommer ikke engang til å være særlig lett. Men vi kan snu den negative trenden vi er inne i innen realfag hvis vi vil. Når elevenes prestasjoner i lesing i grunnskolen har bedret seg på alle nivåer vi måler dette på, er det basert på en systematisk innsats over mange år hvor man har prioritert en satsing for å gjøre norske elever til bedre lesere. Det skolen nå trenger, er en tilsvarende sterk og systematisk satsing over tid på de såkalt harde realfagene som fysikk og matematikk.

I illustrasjon 3.3 framstår det som om de norske elevene nå ligger rundt det midlere nivået for TIMSS-studiene i naturvitenskap, både på barnetrinn, på ungdomstrinn og i slutten av videregående skole. I 2003, med PISA-sjokket, var man langt fra fornøyd med å prestere på et middels nivå. I lesing ble

det satt inn en stor innsats og jobbet hardt over lang tid for å forbedre dette. Det samme kan man, hvis man vil, gjøre i realfagene. Man må kunne si at på bakgrunn av de store ressursene Norge bruker på utdanning, er det lite imponerende å være på et midlere nivå. I lesing har man nå greid å få norske resultater klart over det midlere nivået i de internasjonale studiene.