

Introduksjon

Liv Sissel Grønmo

Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, UiO

Arne Hole

Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, UiO

Denne boka om fysikk i norsk skole tar utgangspunkt i resultater fra TIMSS Advanced, som er en internasjonal komparativ studie av elever med full fordypning i fysikk og matematikk i det siste året i videregående skole. TIMSS Advanced 2015 måler elevenes kunnskaper i fysikk og matematikk i de ni landene som deltok: Italia, Libanon, Portugal, Russland, Norge, Sverige, Frankrike, Slovenia og USA. I 2017 ga vi ut ei bok om matematikk i Norge fra 1995 til 2015 med utgangspunkt i TIMSS Advanced matematikk (Grønmo & Hole, 2017), og i denne boka gjør vi det samme for fysikk.

Det er naturlig å drøfte elevenes prestasjoner i fysikk i slutten av videregående skole i relasjon til hva elevene har lært eller ikke lært på tidligere trinn i skolen. I tillegg til at norske elever på 13. trinn ble testet i TIMSS Advanced i 2015, ble norske elever samme år testet på 4. og 5. trinn i barneskolen og på 8. og 9. trinn på ungdomskolen i TIMSS. Data fra disse studiene blir tatt med i våre analyser av fysikkfagets situasjon i norsk skole. For å få valide resultater knyttet til hva som er positivt og hva som er utfordringer i skolen i Norge, er det viktig å se på resultater fra ulike studier, med ulike rammeverk og med ulike typer oppgaver for hva de tester elevene i. Det er også nødvendig å analysere resultater over tid for kunne si noe om utviklingen. Konsistens i resultater på tvers av studier og tid er viktig for å kunne trekke valide konklusjoner. Norge har deltatt i TIMSS Advanced- og TIMSS-studier fra 1995. I løpet av tidsrommet 1995–2015 har vi gjennomført tre TIMSS Advanced-studier i videregående skole og fem TIMSS-studier i grunnskolen. Vi har derfor tilgang til en rik database, noe som gir oss mulighet til å få ut mye informasjon som bakgrunn for å diskutere de problemstillingene vi reiser. Det deltar mange land med ulike utdanningsstradisjoner i de internasjonale komparative studiene. De norske resultatene kan derfor også drøftes i et internasjonalt perspektiv.

1.1 Sentrale problemstillinger og bakgrunn for boka

Det har vært mye diskusjon om de store internasjonale komparative studiene som Norge deltar i, særlig når nye resultater presenteres. Ofte er det de generelle resultatene for hvor godt Norge gjør det som får mest oppmerksomhet i media og i offentlige diskusjoner. Dessverre har det vært en tendens til at den offentlige debatten i liten grad går inn på hva studiene faktisk måler når det gjelder elevenes faglige kompetanse. Hvordan man skal måle kompetanse i fysikk, er det ikke noe fasitsvar på. Enhver studie av elevers kompetanse vil ha sin vinkling på faget, og det er ikke sikkert at de kriteriene for vurderingen av elevenes kompetanse som studien representerer, samsvarer med læringsmålene i for eksempel norske læreplaner. Vi trenger derfor analyser som går dypere inn i *det faglige innholdet* i studiene for å kunne svare på spørsmål om hva vi kan lære av studiene med relevans for innhold og prioriteringer i skolen, og for å kunne trekke ut informasjon om hvordan vi kan få til en god progresjon i elevenes læring gjennom skoleløpet. Resultatene fra de internasjonale studiene skal verken styre innhold eller hvordan vi legger opp undervisning i Norge. Det disse studiene kan gi oss, er viktig bakgrunnsinformasjon for de nødvendige drøftingene vi må ha om hvordan vi kan få til en best mulig undervisning, best mulig både for elevene og for samfunnet. Samtidig setter de internasjonale studiene det norske utdanningssystemet i perspektiv og gir oss muligheten til å lære av andre land. Målet med denne boka er å peke på faktorer som framstår som viktige i en slik sammenheng, og å stimulere til en konstruktiv debatt om dette.

Følgende perspektiver eller problemstillinger er sentrale for boka:

- Hvilken vekt legges det på *fysikk i norsk skole*, fra barneskole, gjennom ungdomsskole til slutten av videregående skole?
- Hvilken *progresjon* legges det opp til i fysikk gjennom skoleløpet, fra barneskole, gjennom ungdomsskole til slutten av videregående skole?
- Hvilke *prioriteringer* peker seg ut som sentrale hvis vi vil satse på å gi elevene bedre kunnskaper i fysikk framover?
- Hva kan vi si om betydningen av *kunnskaper i matematikk* for elevers læring av fysikk?
- Hvilke *utviklingstrender* i fysikk ser vi i internasjonale komparative studier over de 20 årene 1995–2015?
- Hvor *konsistente* er de resultatene vi presenterer, over tid og over studier?

Siden det deltar mange land i disse studiene, gir de oss en mulighet til å drøfte alle disse problemstillingene i både et nasjonalt og et internasjonalt perspektiv.

1.2 Bakgrunn, mål og prioriteringer for boka

Skolen har mange ulike formål, men det sentrale for undervisningen i fysikk er likevel hvor mye faglig lærdom elevene får av den typen de vil trenge videre i dagligliv, i utdanninger og i yrker. Vi har derfor lagt hovedvekten på analyser med en faglig synsvinkel. Ikke fordi denne typen analyser gir oss enkle svar på veien videre; virkeligheten er for kompleks til det. Hensikten er å reise en debatt om hva elevene lærer, og om hva de trenger å lære for å fungere godt og kunne bidra i et samfunn i stadig utvikling.

Et underliggende premiss for de problemstillingene vi tar opp i denne boka, er fysikkens legitimitet som skolefag. Hvorfor skal elevene lære fysikk, hvilke behov har elevene for å lære dette faget, og hvilke behov har samfunnet for at elever lærer det? For mer om dette, se kapittel 4. Vi ønsker å bidra til en bred debatt om realfagenes plass i skolen, med spesiell vekt på fysikkfaget. Et sentralt mål er å gi flest mulig elever et godt utgangspunkt for å være aktive samfunnsborgere når det gjelder spørsmål som vedrører naturvitenskapelige problemstillinger. Samtidig må realfagene i skolen ta hensyn til hvilken kunnskap elever trenger for videre studier på området. Realfagene er altså viktige både fra et samfunnsperspektiv og fra et elevperspektiv. Hvilken type kunnskaper trenger samfunnet at elevene tilegner seg i barneskole, ungdomsskole og videregående skole? Hvilken type kunnskap trenger den enkelte elev for videre utdanninger og yrker?

I en del tilfeller sammenlikner vi i denne boka de norske resultatene med et utvalg av land. Landene er valgt for å få et bredt internasjonalt perspektiv, slik at vi har land med det vi kan kalle ulike prestasjonsprofiler i naturfag og fysikk.

De faglige rammeverkene i TIMSS Advanced og TIMSS grunnskole er basert på en konsensus mellom deltakerlandene om hva som er viktig kunnskap, slik dette nedfeller seg i landenes læreplaner. Rammeverket er beskrevet i kapittel 13. En fullstendig beskrivelse av rammeverket kan finnes på hjemmesidene til TIMSS og TIMSS Advanced (<https://timssandpirls.bc.edu/>). Selv om elevenes prestasjoner i fysikk er hovedfokus for boka, blir disse resultatene i en

del tilfeller relatert til og drøftet i lys av elevenes prestasjoner i de andre delene av det integrerte naturfaget vi har i norsk skole.

I utarbeidelsen av boka har vi hatt et nært samarbeid med ledelse og lærere ved Lillestrøm videregående skole i Skedsmo kommune. En av lærerne ved skolen er med som forfatter av flere av kapitlene i boka. Vi har også samarbeidet med Skolelaboratoriet ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo. I tillegg har vi brukt ulike andre aktører som har lest og kommet med tilbakemeldinger på deler av boka, inkludert selvsagt den vanlige fagfelle vurderingen som inngår i vitenskapelige framstillinger av denne typen. Vårt mål har vært at et bredt utvalg av fagpersoner med ulike bakgrunner skal bidra til boka. Innholdet i de enkelte kapitlene er likevel forfatterens ansvar.

1.3 Utvikling av kunnskap på området skoleforskning: Betydningen av å analysere data fra ulike studier

En enkelt studie, uansett hvor høy kvalitet studien har, vil aldri kunne gi sikre svar på komplekse problemstillinger som er relatert til virkeligheten. Det gjelder den typen skoleforskning som denne boka representerer, på samme måte som det vil gjelde innen andre fagområder som for eksempel fysikk. Virkeligheten er for kompleks til at vi kan ha full kontroll på alle variabler i en realistisk situasjon.

En måte vi kan møte denne utfordringen på, er ved å sammenlikne og se på konsistensen i resultater og konklusjoner som trekkes i ulike studier over tid. Dette er et grunnleggende premiss for angrepsvinkelen i denne boka og bakgrunnen for valget av den brede innfallsvinkelen vi har i presentasjoner og drøftinger av elevprestasjoner. Vi fokuserer i denne boka spesielt på hvilke lærdommer vi i Norge kan ta fra disse internasjonale studiene på *systemnivå*, altså lærdommer og informasjon relatert til læreplaner og andre rammebetingelser for skolen. Tjue års forskning på mange ulike trinn i skolen er bakgrunnen for at vi i en del tilfeller kan trekke relativt sikre konklusjoner på systemnivået.

En annen måte å møte utfordringene knyttet til hver enkelt utdannings-teoretiske modells utilstrekkelighet på, er gjennom drøftinger og diskusjoner med andre forskere, og med ulike aktører i skole og samfunnsliv. Uenighet er

i en slik forbindelse ingen svakhet, men derimot en styrke som bidrar til økt kunnskap. Som det understrekes i Angell et al. (2019), er dette en forutsetning for å få til en god utvikling av kunnskap i faget fysikk. Det betyr at vi håper at boka kan bidra til konstruktive debatter og drøftinger. Noen fakta har vi godt belegg for, for eksempel gjelder dette elevenes prestasjoner og utviklingen av disse over tid. Men diskusjoner om hvordan vi kan møte utfordringene med å bedre elevenes skoleprestasjoner, blir straks mer kompliserte. Vi har mer eller mindre klare indikasjoner på hva som virker og ikke, men ikke noen fasitsvar. Vi tillater oss derfor å etterlyse en enda mer åpen diskusjon enn det vi synes det har vært hittil om fysikkfagets innhold og metoder i norsk skole.

Vi tillater oss også å peke på at man i en slik faglig debatt må ta for seg hele skoleløpet i Norge, fra barneskole, gjennom ungdomsskole og til slutten av videregående skole. Det er positivt at Regjeringen har satt bedring av elevenes realfaglige kompetanse på dagsorden, blant annet gjennom Utdanningsdirektoratets publisering av Realfagsbarometeret én gang i året. Problemet er bare at på tross av at vi har tjue års forskning på elevenes prestasjoner i fysikk og matematikk i slutten av videregående skole, så er prestasjonsresultater fra trinn 11–13 helt fraværende i det som presenteres for eksempel i Realfagsbarometeret for 2019 (Utdanningsdirektoratet, 2019a). Rapporten inneholder statistikk for elevenes fagvalg i det første året i videregående skole, men dette er hovedsakelig det den inneholder vedrørende realfag i videregående skole.

En mer generell framstilling av de fysikkdidaktiske temaene vi er innom i denne boka, finnes i Angell et al. (2019), som er ei generell lærebok i fysikkdidaktikk i norsk skolekontekst. Vi refererer til denne boka i mange av kapitlene, og i den finnes blant annet en grundig drøfting av hvordan man kan utvikle ny kunnskap i fysikkfaget. Mange av de aspektene som tas opp der, kan overføres til generelle problemstillinger knyttet til utvikling av kunnskap på området skoleforskning.

1.4 Om de videre kapitlene i boka

Kapittel 2 ser på utviklingen av norske læreplaner i fysikk og sammenlikner disse med det faglige rammeverket i TIMSS Advanced. Et sentralt spørsmål i denne forbindelse er i hvilken grad endringene i den norske fysikkplanen i løpet av de siste tiårene har ført til at norske læreplaner har fjernet seg fra det faglige rammeverket i TIMSS Advanced fysikk. To ulike hensyn har gjennom årene fungert som motpoler i diskusjonene om utviklingen i de norske planene: På den ene siden fysikk som grunnlag for videre studier innen realfag, og på den andre siden fysikk som allmenndannelse. Relatert til dette har man også utviklingen i forholdet mellom fysikkfaget og matematikkfaget i videregående skole, og forholdet mellom kvantitativ og kvalitativ behandling av fagstoff.

Kapittel 3 gir et sammendrag av noen av hovedresultatene fra TIMSS Advanced 2015, og det trekkes paralleller til tilsvarende resultater fra TIMSS og PISA i 2015. I kapitlet presenteres også resultater som viser utviklingen over tid i de ulike studiene av norske elevers prestasjoner, fra fysikkens synspunkt. Det legges vekt på å vurdere konsistensen i resultatene, over tid, i ulike studier og på tvers av ulike nivåer i skolen. Kapitlet bygger på resultater og sitater fra rapporter fra prosjektene. Vi fokuserer også på matematikkens rolle som et redskap i fysikk og andre realfag.

I kapittel 4 redegjør vi kort for noen fysikkdidaktiske perspektiver med relevans for de problemstillingene vi tar opp i boka. I kapitlet drøftes ulike begrunnelser for fagets plass i skolen, fagets innhold og undervisning i faget.

Kapittel 5 tar for seg matematikkinnholdet i oppgavene i TIMSS Advanced fysikk og sammenlikner dette matematikkinnholdet med det man finner i matematikkdelen av PISA. Oppgavenes matematikkinnhold måles ved å bruke et rammeverk som beskriver oppgavenes avhengighet av matematisk teori, altså i hvilken grad kunnskaper i matematikk er nødvendige eller fordelaktige for en elev som skal løse oppgavene.

Kapittel 6 omhandler prestasjonsprofiler i grupper av land som har vist seg å være konsistente over tid, på tvers av ulike studier og ulike nivåer i skolen. Videre studeres trendutviklingen av relasjonen mellom fysikk og matematikk.

Tema for kapittel 7 er tilpasset opplæring. Kapitlet tar særlig for seg i hvilken grad norsk skole tar vare på elever med interesse og talent for fysikk, altså de såkalt flinke fysikkelevne. Sentralt her er elevenes fordeling på ulike kompetansenivåer i fysikk og naturfag, slik disse måles i TIMSS Advanced og TIMSS.

De tre neste kapitlene, kapittel 8, 9 og 10, presenterer og diskuterer resultatene

på samtlige oppgaver som er frigjort fra TIMSS Advanced 2015 innenfor henholdsvis *mekanikk og termodynamikk, elektrisitet og magnetisme og bølger og atom-/kjernefysikk*. Dette er de oppgavene som ikke skal brukes ved neste gjennomføring av TIMSS Advanced. Kapitlene presenterer både oppgavetekstene og tabeller med resultater for norske elever sammenliknet med elever fra andre land. Oppgavenes sammenheng med norsk læreplan i fysikk tas opp, og det kommenteres i hvilken grad spørsmålsstillingen i oppgavene er vanlig eller uvanlig i en norsk skolekontekst. Dette gir grunnlag for å diskutere hvorfor de norske elevene presterer som de gjør på de ulike oppgavene. Et av målene med kapitlene er å tilrettelegge for at oppgavemateriale fra TIMSS Advanced kan brukes i undervisning i skolen og i etterutdanning av lærere.

Kapittel 11 omhandler utvalgte resultater som beskriver sammenhenger mellom prestasjonsdata i TIMSS Advanced fysikk og ulike bakgrunnsvariabler. Her henviser vi delvis til den opprinnelige rapporten fra TIMSS Advanced 2015 (Grønmo, Hole & Onstad, 2016). Vi trekker også inn resultater fra tidligere rapporter om gjennomføringer av TIMSS Advanced og TIMSS grunnskole.

Kapittel 12 tar opp og drøfter noen spørsmål basert på resultater fra de foregående kapitlene. Problemstillingene tas opp og drøftes med sikte på å reise konstruktive debatter blant alle som er interessert i skolen. Det gjelder både skoleforskere, skolemyndigheter og politikere. Men minst like mye gjelder det lærerne som har sitt daglige virke i skolen. Denne boka har blitt til i nært samarbeid med lærere ved en videregående skole (Lillestrøm), nettopp for å gjøre den aktuell for denne gruppen. Samarbeidet med lærerne har også vist seg nyttig fra et forskningsperspektiv.

Kapittel 13 er et metodekapittel som gir utdypende informasjon om bakgrunn, rammeverk og teknisk gjennomføring av TIMSS Advanced-studien. Noen viktige stikkord er utvalgsprosedyrer, måleskalaer og oppgavekategorier.