



6. Skolemiljø, motivasjon og naturfagprestasjoner fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019

Trude Nilsen og Hege Kaarstein

Sammendrag På samme måte som motivasjon og skolemiljø (målt ved trygghet, læringsfokus, psykososialt og fysisk miljø) har betydning for elevenes prestasjoner, har også skolemiljøet en betydning for elevenes motivasjon. Dette kapitlet undersøker om endringer i disse variablene kan forklare nedgangen i naturfagprestasjoner på 9. trinn fra TIMSS 2015 til 2019. Resultatene fra en kvasi-longitudinell metodisk tilnærming med medieringsmodellering tyder på at skolemiljøet kan forklare en del av nedgangen i motivasjon og at både skolemiljø og motivasjon er med på å forklare noe av nedgangen i elevenes prestasjoner.

Nøkkelord TIMSS | skolemiljø | motivasjon | trendanalyser | naturfagprestasjoner

Abstract Just like student motivation and school climate (measured by school safety, school emphasis on academic success, relations, and physical environment) are important to student performance, school climate is also important to student motivation. This chapter investigates whether changes in these variables may explain the changes in science performance at grade 9 from TIMSS 2015 to 2019. The results from a quasi-longitudinal approach with mediation modeling, indicates that school climate may explain part of the declining motivation, and that both school climate and motivation may explain part of the declining performance.

Keywords TIMSS | school climate | motivation | trend analyses | science performance

6.1 INNLEDNING

Et godt skolemiljø er en nøkkelfaktor for elevers læringsutbytte, både når det gjelder elevenes faglige prestasjoner og motivasjon (Gustafsson, Nilsen & Hansen, 2018; Scherer & Nilsen, 2016; Thapa, Cohen, Guffey & Higgins-D'Alessandro, 2013; Wang & Degol, 2015). I tillegg har tidligere forskning etablert at elevenes motivasjon har en effekt på prestasjoner (Bøe & Henriksen, 2013; Eccles & Wigfield, 2002; Kaarstein & Nilsen, 2015; Osborne, Simon & Collins, 2003; Skaalvik & Skaalvik, 2006). I naturfag er motivasjon spesielt viktig fordi det henger sammen med fremtidig rekruttering til videre studier og arbeidsliv (Bøe, 2012; Bøe & Henriksen, 2013). Rekruttering i realfag er viktig på grunn av de utfordringene samfunnet står overfor når det gjelder bærekraft, teknologi, helse og andre områder. Det har derfor vært en del satsinger på elevers motivasjon og realfag, slik som den nasjonale strategien «Tett på realfag» (Kunnskapsdepartementet, 2015) og stortingsmeldinger som for eksempel «Motivasjon – Mestring – Muligheter» (Kunnskapsdepartementet, 2010–2011).

Skolemiljø har også vært en satsing i Norge, og i stortingsmelding 21 (Kunnskapsdepartementet, 2016–2017) legges det vekt på at et trygt skolemiljø er avgjørende for elevers læring, trivsel og helse. I 2017 ble det også innført nulltoleranse for mobbing, og Utdanningsdirektoratet har en egen hjemmeside for skolemiljø inkludert tiltak (se <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/skolemiljo/>). Fravær av mobbing har vært en satsing i flere tiår, og blant annet Olweus-programmet, som har vist seg å være effektivt mot mobbing, ble innført i stor skala fra 2001 (Havik & Ertesvåg, 2020; Olweus, 2010).

Skolemiljø omfatter likevel så mye mer enn mobbing. Skolemiljø er et bredt begrep og inkluderer også et trygt skolemiljø for ansatte og elever, prioritering og satsing på læring, gode relasjoner og elever som føler skoletilhørighet, og et godt fysisk miljø med tilstrekkelig med ressurser (Thapa et al., 2013; Wang & Degol, 2015).

Til tross for satsingen på både skolemiljø og elevers motivasjon har norske elever på ungdomstrinnet hatt en nedgang i prestasjoner i naturfag siden 2015 (Jensen et al., 2019; Kaarstein, Radišić, Lehre, Nilsen & Bergem, 2020). Det er viktig å undersøke hva denne nedgangen kan skyldes. Kunnskapen om årsaker til denne nedgangen er verdifull og kan bidra til at utdanningspolitikk, skole og lærerutdanning kan iverksette tiltak på bakgrunn av empirisk forskning.

Det er sjelden man kan finne kausale årsaker til endringer i elevers prestasjoner, og i utgangspunktet kreves et design med såkalte randomiserte kontrollerte undersøkelser (Murnane & Willett, 2010). Et slikt design er ikke mulig å få til for et representativt utvalg av norske elever. Likevel har det blitt utviklet kausale metoder som

kan benyttes til å undersøke hvorvidt endringer i en variabel (som f.eks. skolemiljø) har en effekt på endringer i elevers prestasjoner (Gustafsson, 2013; Gustafsson & Nilsen, i trykk; Murnane & Willett, 2010). Slike studier som går over tid, kan gi mer robuste slutninger enn studier fra ett måletidspunkt. For å imøtekomme behovet for å finne ut hvorfor elevenes prestasjoner i naturfag har gått ned, benyttes en slik metode og TIMSS data for å undersøke følgende:

1. Hvordan har elevers prestasjoner og motivasjon endret seg fra 2015 til 2019?
2. Hvordan har skolemiljøet endret seg fra 2015 til 2019?
3. Kan endringer i motivasjon og skolemiljø eventuelt forklare endringer i elevenes *prestasjoner*?
4. Kan endringer i skolemiljø eventuelt forklare endringer i elevenes *motivasjon*?

Generelt er det viktig å undersøke betydningen av skolemiljø for elevers læringsutbytte i naturfag, i Norge, og over tid. Det er få undersøkelser som omfatter alle aspekter ved skolemiljø, som har representative utvalg av elever i Norge, og som undersøker dette over tid (Wang & Degol, 2015). Representative utvalg er viktig for å kunne generalisere til populasjonen. Videre er det langt flere studier som undersøker effekten av skolemiljø på prestasjoner enn på motivasjon, og det er behov for slike studier siden motivasjon er viktig for prestasjoner og fremtidig rekruttering (Bøe & Henriksen, 2013; Scherer & Nilsen, 2016; Teig & Nilsen, i trykk). Denne studien diskuterer disse behovene ved å benytte et representativt utvalg, ved å inkludere et bredt mål på skolemiljø, og ved å undersøke sammenhengen mellom prestasjoner og motivasjon over tid.

6.2 TEORETISK BAKGRUNN. SKOLEMILJØ OG MOTIVASJON

I denne delen beskrives den teoretiske bakgrunnen for elevers motivasjon og skolemiljø. Definisjon og tidligere forskning på motivasjon og relasjon til prestasjoner blir presentert. Deretter beskrives den overordnede modellen som benyttes for å undersøke skolemiljø, og de forskjellige aspektene av skolemiljø. For skolemiljø blir definisjoner av begrepene, tidligere forskning samt betydning for elevers læringsutbytte presentert. Eventuelle endringer i aspekter ved skolemiljøet og elevers motivasjon i Norge blir også diskutert.

6.2.1 Motivasjon

I TIMSS-undersøkelsen har det helt fra oppstarten av undersøkelsen vært viktig å samle opplysninger om elevers tanker knyttet til det å lære naturfag (og matematikk), om de ser *nytt* av faget både for andre skolefag og i videre studier og arbeidsliv, og hvordan de *vurderer egne evner* i faget. Det teoretiske grunnlaget for dette er hentet fra Eccles og Wigfields modell om forventningsverdier (Mullis, Martin, Foy & Arora, 2012).

I Eccles og Wigfields (Eccles & Wigfield, 2002; 2020; Wigfield & Eccles, 2000) komplekse modell om forventningsverdier inngår tre aspekter som ofte brukes i utdanningsforskning fordi aspektene har vist seg å ha sammenheng med faglige prestasjoner. Eccles og Wigfield omtaler disse tre aspektene som henholdsvis «interesse-glede-verdi» (interest or intrinsic value), «nytteverdi» (utility value) og «forventning om suksess» (self-concept of one's abilities). En persons interesse-glede-verdi er knyttet til den gleden eller tilfredsstillelsen det er å ta valg, jobbe med og fullføre en oppgave, mens nytteverdien handler om hvor godt en oppgave passer inn i en persons mål, både kortsiktige og langsiktige. For eksempel om det er nyttig å velge et eller flere av realfagene på videregående skole for å komme inn på den utdanningen en ønsker videre. En persons forventning om suksess handler om egen tro på hvor godt hen vil gjøre det på en (ventende) oppgave (Eccles & Wigfield, 2002; 2020).

Det er økt oppmerksomhet om viktigheten av disse aspektene i seg selv sett fra både et utdannings- og arbeidsmarkedsperspektiv, fordi de også er viktige for personlig vekst, individuell suksess, langsiktige prestasjoner og samfunnet som helhet (Marsh, Hau, Artelt, Baumert & Peschar, 2006).

Når den internasjonale prosjektgruppen for TIMSS presenterer disse aspektene for naturfag i de internasjonale rapportene, kalles de «students like learning science» (interesse-glede-verdi), «students value science» (nytteverdi) og «students confident in science» (forventning om suksess) (se f.eks. Mullis, Martin, Foy, Kelly & Fishbein, 2020). I tidligere norske TIMSS-publikasjoner er disse aspektene oversatt til henholdsvis indre og ytre motivasjon for faget og faglig selvtilitt (Kaarstein & Nilsen, 2016, 2018a). I dette kapitlet omtales disse tre til sammen som elevenes motivasjon. Den norske oversettelsen er i tråd med hvordan Eccles og Wigfield selv sammenligner sine aspekter med andre motivasjonsforskere som omtaler aspektene som indre og ytre motivasjon og selvtilitt (Eccles & Wigfield, 2020).

Som nevnt innledningsvis finner både internasjonal og norsk forskning en positiv sammenheng mellom prestasjoner og faglig selvtilitt og motivasjon (Bandura, 1997; Deci & Ryan, 1985; Jensen & Kjærnsli, 2016; Jensen & Nortvedt, 2013; Linnenbrink & Pintrich, 2002; Marsh & Köller, 2003; Osborne et al., 2003; Skaalvik &

Skaalvik, 2006). Analysene av de norske dataene fra TIMSS 2015-undersøkelsen passet i så måte godt inn i det store bildet, det er en positiv sammenheng mellom prestasjoner og motivasjon og selvtillit (Kaarstein & Nilsen, 2016). I tillegg, fordi Norge i TIMSS 2015 inkluderte representative utvalg elever på 4., 5., 8. og 9. trinn, viste analysene også at sammenhengen mellom de tre aspektene og prestasjoner ble sterkere jo eldre elevene var (Kaarstein, 2017).

Både nasjonalt og internasjonalt er det en synkende interesse for utdanning og yrkesvalg knyttet til det som på engelsk forkortes STEM (science, technology, engineering and mathematics) (Bøe, Henriksen, Lyons & Schreiner, 2011). Det er derfor bekymringsverdig at Wendelborg (2020) finner en jevn nedgang i generell motivasjon for skolen fra 2016 til 2019 for elever på 7. trinn. På 10. trinn og VG1 har den generelle skolemotivasjonen vært uendret i samme periode.

Innen forskningsfeltet skoleeffektivitet eller «school effectiveness» (se f.eks. Creemers & Kyriakides, 2010), som dette kapitlet kan defineres inn i, undersøkes hvilke faktorer som fremmer elevenes utbytte av opplæringen. I dette inngår både faglig utbytte (som f.eks. prestasjoner og ferdigheter) og affektivt utbytte (som f.eks. holdninger og motivasjon). Dette betyr at elevenes faglige selvtillit, indre og ytre motivasjon ikke bare kan opptre som en prediktor for prestasjoner som beskrevet over, men også som et resultat av blant annet undervisningen og skolemiljøet (Scherer & Nilsen, 2016).

6.2.2 Skolemiljø

Skolemiljø er et veldig vidt begrep og defineres ofte forskjellig i forskjellige sammenhenger og studier. De to største studiene på skolemiljø (Thapa et al., 2013; Wang & Degol, 2015) har sammenfattet hundrevis av studier og funnet at skolemiljø inneholder følgende fire aspekter: 1. høy grad av trygghet, 2. læringsfokus, 3. et godt psykososialt miljø og 4. godt fysisk miljø (se figur 6.1). Mer spesifikt finner de at det som fremmer læring og motivasjon hos elever, er et skolemiljø med fravær av mobbing og hvor elever og ansatte føler seg trygge. Videre er det viktig at læring settes i fokus og blir prioritert. For å fremme læring og motivasjon er det også viktig med et godt psykososialt miljø hvor elevene føler tilhørighet, og som betegnes av gode relasjoner. Et tilfredsstillende fysisk miljø som har adekvat utstyr, ventilasjon og utearealer, samt ressurser til undervisningen, er også et kjennetegn ved et godt skolemiljø.



Figur 6.1 En forenklet versjon av modellene for skolemiljø av Wang og Degol (2016) og Thapa og kolleger (2013).

Høy grad av trygghet

Høy grad av trygghet handler om et skolemiljø som er trygt for elever og ansatte, og som karakteriseres av gjensidig respekt, overholdelse av regler, god disiplin og fravær av mobbing (Thapa et al., 2013; Wang & Degol, 2015). I Martin, Mullis, Foy og Hooper (2016) trekkes Norge frem som et av landene i verden med tryggest skolemiljø. Et trygt skolemiljø er en av de faktorene som har stor betydning for elevers læringsutbytte (Mullis, Martin & Hooper, 2016), også i de nordiske landene (Gustafsson & Nilsen, 2016; Scherer & Nilsen, 2016). Spesielt har fravær av mobbing betydning for elevers prestasjoner (Engel, Rutkowski & Rutkowski, 2009), og dette har vært et satsingsområde i Norge, hvor mange skoler har spesielle programmer for å ivareta dette, som for eksempel Olweus-programmet (Havik & Ertesvåg, 2020; Olweus, 2010). Elevundersøkelsen har imidlertid vist at det kan se ut som om digital mobbing har økt de siste årene (Wendelborg, Dahl, Røe & Buland, 2020).

Læringsfokus

Læringsfokus handler om at alle medlemmer av skolesamfunnet (elever og ansatte, skoleledere og foreldre) prioriterer læring (Hoy, Tarter & Hoy, 2006; Nilsen & Gustafsson, 2014). Dette kan gjøres ved å satse på etterutdanning, ved at ledelsen støtter lærerne, ved at lærerne gir god undervisning og at elevene satser på læring (Wang & Degol, 2015). Det er videre viktig at alle aktører i skolen, lærere, ledelsen, elever og foresatte, har samme ambisjoner og visjoner og legger høy prioritet på læring (Hoy et al., 2006; Nilsen & Gustafsson, 2014). Da Kunnskapsløftet ble innført, var det mange lærere som tok etter- og videreutdanning, og læreplanen skiftet fokus fra innhold til kompetansemål (Sivesind, 2013). Tidligere forskning har vist at læringsfokuset økte i denne perioden og at dette kunne forklare bedre presta-

sjoner i naturfag fra 2007 til 2011 (Nilsen & Gustafsson, 2014). Det kan være at arbeidet med en ny læreplan og nyhetens interesse var med på å øke læringsfokuset, og det kan være at interessen kan ha dalt ettersom årene har gått siden Kunnskapsløftet ble innført.

Godt psykososialt miljø

Et godt psykososialt miljø handler om relasjoner og samhold mellom alle som tilhører skolesamfunnet (lærere, ledelsen, elever og foresatte), og karakteriseres av et skolemiljø hvor elever føler tilhørighet til skolen og trives, og hvor relasjonene mellom alle medlemmer av skolesamfunnet er gode (Thapa et al., 2013; Wang & Degol, 2015). Innen forskningsfeltet skole-effektivitet eller «school effectiveness», som dette kapitlet tilhører, undersøkes hvilke faktorer som kan promotere læring (Creemers & Kyriakides, 2010). Her har skoletilhørighet og trivsel blant elever vært den viktigste faktoren innen aspektet *Godt psykososialt miljø* (Teig & Nilsen, i trykk). Tidligere forskning har vist at skoletilhørighet og trivsel er viktig for elevens læringsutbytte (Scherer & Nilsen, 2016; Wang & Degol, 2015), også i Norge (Nilsen, 2015).

Godt fysisk miljø

Et godt fysisk miljø kjennetegnes av tilstrekkelige ressurser, både ressurser til hjelp i undervisningen og ressurser når det gjelder skolebygningen, ventilasjon, varme og andre fysiske faktorer (Thapa et al., 2013; Wang & Degol, 2015). De store internasjonale undersøkelsene inneholder ofte mål på dette, og det fysiske miljøet kan være med på å forklare forskjeller i prestasjoner mellom ressurssterke og ressursvake land (Martin, Foy, Mullis & O'Dwyer, 2013). Selv om forskjellene mellom ressurssterke og ressursvake land kan være store når det gjelder det fysiske miljøet, kan forskjellene innad i land være små, spesielt i ressurssterke land som Norge (Martin et al., 2013). I Norge er forskjellene mellom skolene små (Nilsen, Bjørnsson & Olsen, 2018; OECD, 2013), og det er derfor ikke forventet at aspektet som handler om det fysiske miljøet, kan forklare variasjoner i prestasjoner innad i landet.

6.3 METODE

6.3.1 Om data og utvalg

Denne studien inkluderer representative utvalg av elever på 9.trinn som deltok i TIMSS 2015 (N=4697) og TIMSS 2019 (N= 4575) samt deres naturfaglærere (N=224 i 2015 og 240 i 2019). Den gjennomsnittlige alderen til elevene var 14,7 år i begge undersøkelsene, og det deltok like mange jenter som gutter (Fishbein, Foy & Yin, 2021; Foy, 2017).

TIMSS er en internasjonal undersøkelse av elevers kompetanse i naturfag og matematikk på 5. og 9. trinn. Undersøkelsen går hvert fjerde år, og Norge har deltatt siden første gang undersøkelsen ble gjennomført i 1995. For mer om TIMSS-undersøkelsen, se kapittel 1 i denne antologien.

6.3.2 Variabler og konstrukter

De variablene som er med i studien, er beskrevet i tabell 6.1. Bortsett fra elevenes prestasjoner i naturfag kommer data fra undersøkelsens spørreskjemaer til elevene. Det er noen få utsagn tilhørende noen av spørsmålene som ikke er like i 2015 og 2019, og disse er derfor ikke tatt med. Det ble derfor sjekket om konstruktene er i henhold til teorien, og at validiteten ikke er truet ved konstrukt-underrepresentativitet (Kleven, 2008).

Elev- og lærerspørreskjema for alle sykluser av TIMSS kan lastes ned fra timss.no.

Tabell 6.1 Oversikt over konstrukter inkludert i studien

Variabel	Spørsmål	Svaralternativer	Spørreskjema
Læringsfokus	<i>Hvordan vil du karakterisere det følgende på skolen din?</i> 12 like utsagn i 2015 og 2019, f.eks. «Elevenes respekt for medelever som utmerker seg på skolen»	Svært lav, lav, midt, høy, svært høy	Lærerspørreskjema, spørsmål 6 i 2015 og i 2019
Trygt skolemiljø	<i>Hvor enig eller uenig er du i de følgende utsagnene om skolen din?</i> 8 utsagn, f.eks. «Jeg føler meg trygg på denne skolen»	Svært uenig, litt uenig, litt enig, svært enig	Lærerspørreskjema, spørsmål 7 i 2015 og i 2019
Skoletilhørighet og trivsel	<i>Hva synes du om skolen din? Fortell hvor enig du er i disse påstandene.</i> 4 like utsagn i 2015 og 2019, f.eks. «Jeg liker å være på skolen», «Jeg føler at jeg hører til på denne skolen»	Svært uenig, litt uenig, litt enig, svært enig	Elevspørreskjema spørsmål 15 i 2015 og spørsmål 12 i 2019

Variabel	Spørsmål	Svaralternativer	Spørreskjema
Mobbing	I løpet av dette skoleåret, hvor ofte har andre elever fra skolen din gjort noe av dette mot deg (tenk også på tekstmeldinger, internett og sosiale medier)? 4 like utsagn i 2015 og 2019: «Stjålet noe fra meg», «Spredt løgner om meg», «Presset meg til å gjøre ting jeg ikke ønsker», «Truet meg»	Aldri, Noen få ganger i året, En eller to ganger i måneden, Minst én gang i uken	Elevspørreskjema, spørsmål 16 i 2015 og spørsmål 13 i 2019
Motivasjon	Hvor enig er du i disse utsagnene om å lære naturfag? <ul style="list-style-type: none"> Selvtillit, 8 utsagn f.eks. «Jeg gjør det vanligvis bra i naturfag» Indre motivasjon, 9 utsagn, f.eks. «Jeg liker å lære naturfag» Ytre motivasjon, 9 utsagn, f.eks. «Jeg kunne tenke meg en jobb hvor jeg får bruk for naturfag» 	Svært uenig, litt uenig, litt enig, svært enig	Elevspørreskjema, spørsmål 21, 23 og 24 i 2015 og spørsmål 22, 26, og 27 i 2019
Prestasjoner i naturfag	Over 200 oppgaver, hvorav cirka halvparten er åpne oppgaver og halvparten er flervalgsoppgaver. Omtrent halvparten av oppgavene er trendoppgaver og gis på nytt i neste syklus. Prestasjoner angis ved 5 plausible verdier (se kapittel 1)		

6.3.3 Analysemetode/analyserammeverk

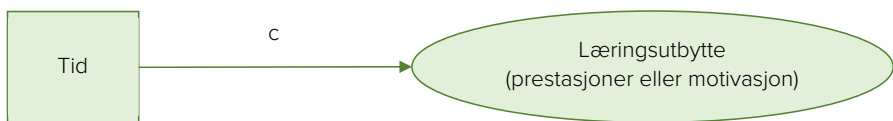
TIMSS har ikke et longitudinelt design på elevnivå, men det er en trendundersøkelse hvor et representativt utvalg av elever er med hvert fjerde år. I tillegg blir dataene skalert etter samme skala hver syklus, det vil si at prestasjoner er skalert slik at skalamidtpunktet er 500 og standardavviket er 100 i hver syklus (Martin, von Davier & Mullis, 2020). Dette trenddesignet gir en unik mulighet for å undersøke endringer, og avanserte metoder muliggjør langt mer robuste slutninger enn slutninger basert på tverrsnittsdata fra kun én TIMSS-undersøkelse (Gustafsson, 2013; Gustafsson & Nilsen, i trykk).

For å undersøke endringer fra 2015 til 2019 må datasettene for de to syklusene slås sammen til et nytt datasett. I dette nye datasettet innføres en hjelpevariabel for *Tid* som blir kodet til 0 i 2015 og 1 i 2019. Det er kjent at prestasjonene har gått ned, derfor burde endringer i variabelen *Tid* ha en negativ effekt på endringer i prestasjoner (se figur 6.2). Hypotesen er imidlertid at det finnes andre forklaringer på hvorfor prestasjonene har gått ned, enn at tiden har endret seg. Derfor undersøkes det hvorvidt forskjellige aspekter ved skolemiljø og motivasjon kan mediere effekten av tid på prestasjoner (se figur 6.3). Med andre ord undersøkes det hvorvidt skolemiljø kan forklare endringer av prestasjoner over tid. I tillegg undersøkes det

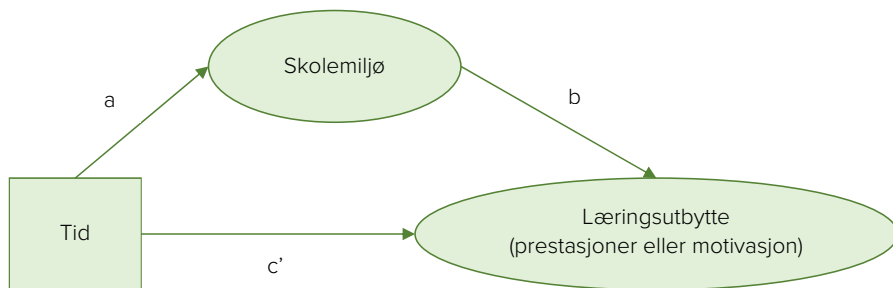
hvorvidt skolemiljø kan mediere effekten av tid på motivasjon, med andre ord om skolemiljø kan forklare eventuelle endringer av motivasjon over tid.

Modellene bygges opp gradvis. I første steg undersøkes effekten av tid på prestasjoner og tid på motivasjon. Begge disse analysene kan illustreres som vist i figur 6.2. I det følgende benyttes den uavhengige variabelen prestasjoner fremfor motivasjon for å forklare modelleringen. Nedgangen i prestasjoner i naturfag fra 2015 til 2019 var på rundt 13 poeng (Kaarstein et al., 2020). Den ustandardiserte regresjonskoeffisienten for effekten av tid på prestasjoner burde derfor være på cirka 13 poeng (bokstaven *c* i figur 6.2). Også effekten av tid på hver av de tre motivasjonsaspektene blir undersøkt, og dersom elevene har fått signifikant bedre motivasjon i 2019 enn i 2015, blir regresjonskoeffisientene positive. Dersom motivasjonen har gått ned, blir de negative. Kun de aspektene ved motivasjon som har endret seg, blir tatt med videre i medieringsmodellene.

I steg 2 bygges medieringsmodellene. Her undersøkes det først om skolemiljø og motivasjon kan mediere endringen av prestasjon over tid, og dernest om skolemiljø kan mediere en eventuell endring av motivasjon over tid (figur 6.3). Dette undersøkes ved strukturell ligningsmodellering hvor konfirmatorisk faktoranalyse (confirmatory factor analyses) benyttes for å undersøke validiteten og reliabiliteten til latente variabler (Hox & Roberts, 2011). Alle variablene foruten prestasjoner er latente variabler.



Figur 6.2. Effekten av tiden på læringsutbytte.



Figur 6.3 Medieringsmodell, hvor skolemiljø medierer effekten av tiden på læringsutbytte.

En forutsetning for medieringen er at skolemiljø og motivasjon har endret seg fra 2015 til 2019. Dersom for eksempel tid har en negativ effekt på skolemiljø (bokstav a i figur 6.3), så betyr det at skolemiljø var bedre i 2015 enn i 2019. Tilsvarende vil en negativ effekt av tid på motivasjon bety at elevenes motivasjon for naturfag har blitt lavere med tiden. Det er også en forutsetning at skolemiljø og motivasjon har en effekt på prestasjoner (bokstav b i figur 6.3). Bokstaven c' i figur 6.3 viser den direkte effekten. Den indirekte effekten, som ikke vises i figuren, er den som angir hvorvidt for eksempel skolemiljø kan forklare nedgangen i prestasjoner. Dersom den indirekte effekten er negativ og signifikant, betyr det at prediktoren (f.eks. skolemiljø) kan forklare en del av endringene i læringsutbytte.

Det estimeres en modell for hvert aspekt av skolemiljø om gangen. Dette gjøres både fordi positive og negative effekter kan utslukke hverandre dersom man putter alle variablene inn i modellen (for eksempel kan én variabel ha negativ utvikling og en annen positiv utvikling over tid). I tillegg vil mange av variablene være korrelert med hverandre, noe som kan skape multikollinearitet, og uventede og ustabile relasjoner (Grewal, Cote & Baumgartner, 2004). Skolefaktorer kan påvirke hverandre og elevers læringsutbytte på komplekse måter som kan være vanskelige å forutse og tolke (Creemers & Kyriakides, 2010). Likevel, det betyr at hadde man puttet alle variablene inn i samme modell, ville den totale indirekte effekten fra alle aspekter av skolemiljø og selvtillit blitt mindre enn dersom man summerte de indirekte effektene fra hver av modellene. Den totale indirekte effekten blir mindre fordi variablene korrelerer med hverandre. Den totale indirekte effekten av alle variablene er derfor *ikke* summen av de indirekte effektene fra hver modell.

Til analysene benyttes Mplus versjon 8 (Muthén & Muthén, 1998–2017), som angir hvor godt modellen er tilpasset dataene, samt direkte og indirekte effekter av medieringsmodellen. For å ta høyde for såkalte missings (manglende verdier for variablene) benyttes MLR (robust maximum likelihood). For å ta høyde for det hierarkiske designet hvor elever tilhører klasser som tilhører skoler, så benyttes TYPE = COMPLEX, og som grupperer («cluster») utvalget på klassenivå fordi de fleste variablene blir rapportert av lærere. Vekter er inkludert i analysen etter anbefalinger gitt i LaRoche, Joncas og Foy (2020). Grunnen til at en tonivåanalyse ikke blir benyttet, er at målet er å undersøke hvorfor elevene hadde en nedgang i prestasjoner. Målet er med andre ord å forklare variasjon i elevprestasjoner over tid, ikke å forklare variasjon *mellom* skoler eller klasser over tid.

6.4 RESULTATER

De følgende modellene presentert her har alle bra mål for modelltilpasninger (CFI og TLI > 0,95, og RMSEA < 0,05). For de latente variablene lå faktorladningene på mellom 0,60 og 0,91. Modelltilpasningene og faktorladningene viser at resultatene er reliable og valide (Hox & Roberts, 2011).

I denne studien ble først endringer i prestasjoner og motivasjon over tid undersøkt (forskningsspørsmål 1). Effekten av tid på prestasjoner i naturfag var på $-13,18$ (standardisert regresjonskoeffisient var $-0,08$) med signifikansnivå på $p < 0,001$. Det betyr at prestasjonene har gått ned med 13 poeng, som stemmer bra med TIMSS' estimater internasjonalt (Mullis et al., 2020). Dette tilsvarer omtrent et halvt års skolegang (Kaarstein et al., 2020; Olsen & Björnsson, 2018).

Når det gjelder motivasjon, var det ingen signifikant endring av indre eller ytre motivasjon fra 2015 til 2019, mens effekten av tid på selvtillit var på $-0,149$ (standardisert regresjonskoeffisient $-0,108$) med signifikansnivå på $p < 0,001$. Dette betyr at elevenes selvtillit i naturfag har gått ned (det er ikke like lett å tolke størrelsen av endringen som for prestasjoner, i og med at dette er en latent variabel). Siden det bare var selvtillit som hadde endret seg med tiden, var det kun dette aspektet av motivasjon som ble inkludert videre i medieringsmodellene – variabler som ikke endrer seg med tiden, kan ikke forklare endring (her: nedgang).

Det neste steget var medieringsmodeller for prestasjoner hvor det ble undersøkt hvorvidt de forskjellige aspektene av skolemiljø og motivasjon medierte endringene av prestasjoner over tid (forskningsspørsmål 3). Tabell 6.2 viser resultatene av disse analysene.

Tabell 6.2 Skolemiljø og motivasjon medierer effekten av tid på prestasjoner

Variabel	A	B	c'	Indirekte effekt
	Effekt av tiden på variabelen	Effekt av variabel på prestasjoner	Effekt av tiden på prestasjoner (direkte effekt)	
Læringsfokus	$-0,07$ ($-0,14$)*	$51,10$ ($0,15$)**	$-10,52$ ($-0,06$)*	$-3,51$ ($-0,02$)*
Skoletilhørighet og trivsel	$-0,12$ ($-0,11$)**	$30,90$ ($0,20$)**	$-10,47$ ($-0,06$)*	$-3,55$ ($-0,02$)**
Mobbing	$-0,03$ ($-0,04$)*	$29,79$ ($0,16$)**	$-13,05$ ($-0,08$)*	$-0,98$ ($-0,01$)*
Trygt skolemiljø	$-0,08$ ($-0,24$)*	$69,22$ ($0,13$)**	$-8,70$ ($-0,05$)*	$-5,33$ ($-0,03$)*
Motivasjon, selvtillit	$-0,17$ ($-0,11$)**	$52,15$ ($0,48$)**	$-5,21$ ($-0,03$)	$-8,81$ ($-0,05$)**

* Signifikansnivå $p < 0,05$. ** Signifikansnivå $p < 0,001$. Standardiserte regresjonskoeffisienter i parentes.

Når det gjelder forskningsspørsmål 2, viser tabell 6.2 at læringsfokus, skoletilhørighet, mobbing, trygt skolemiljø og elevers selvtillit har hatt en signifikant negativ utvikling fra 2015 til 2019 (første kolonne). Ved sammenligning må de standardiserte regresjonskoeffisientene benyttes, og disse viser at trygt skolemiljø har hatt størst nedgang.

Den neste kolonnen viser sammenhengen mellom de forskjellige aspektene av skolemiljø og selvtillit på prestasjoner. Alle regresjonskoeffisientene er positive og signifikante, hvilket betyr at de forskjellige aspektene av skolemiljø og selvtillit har positiv sammenheng med prestasjoner. Det er tydelig at elevers selvtillit har sterkest sammenheng med prestasjoner.

Den siste kolonnen angir den indirekte effekten (forskningsspørsmål 3). For eksempel er den indirekte effekten av tid på prestasjoner, mediert av læringsfokus, på cirka $-3,5$ poeng. Det betyr at av de 13 poengene med nedgang i prestasjoner så forklarer nedgang i læringsfokus 3,5 av dem. Igjen er det selvtillit som har mest å si, og nedgang i selvtillit kan forklare nesten 9 av de 13 poengene elevenes naturfagprestasjoner har gått ned med.

Den nest siste kolonnen angir de direkte effektene. For læringsfokus er denne på cirka $-10,5$. Det vil si at når læringsfokus har mediert litt over 3 poeng av de 13, er det kun cirka 10 poeng igjen som forklares av tiden. Det er fordi summen av den indirekte og den direkte effekten er omtrent lik den totale effekten (Hox & Roberts, 2011).

Det neste steget var medieringsmodeller for elevenes selvtillit, hvor det ble undersøkt hvorvidt de forskjellige aspektene av skolemiljø medierte endringene av motivasjon over tid (forskningsspørsmål 4). Her er kun selvtillit tatt med, da de to andre motivasjonsaspektene ikke hadde endret seg. Tabell 6.3. viser resultatene av medieringsmodellene, hvor nå selvtillit er den avhengige variabelen. Her er det viktig å huske på at de indirekte effektene i tabell 6.3 ikke lenger kan tolkes slik som de indirekte effektene på prestasjoner i tabell 6.2. Mens prestasjoner er en manifest variabel med skalert midtpunkt på 500 poeng og et standardavvik på 100, er selvtillit en latent variabel. For å sammenligne indirekte effekter fra tabell 6.2 og 6.3, må derfor de standardiserte estimatene benyttes.

Tabell 6.3 Skolemiljø medierer effekten av tid på selvtillit

	A	B	c'	
Variabel	Effekt av tiden på variabelen	Effekt av variabelen på selvtillit	Effekt av tiden på selvtillit (direkte effekt)	Indirekte effekt
Læringsfokus	-0,19** (-0,24)	0,14** (0,08)	-0,15** (0,10)	-0,03** (-0,02)
Skoletilhørighet og trivsel	-0,12** (-0,11)	0,29** (0,21)	-0,14** (-0,10)	-0,03** (-0,02)
Mobbing	-0,03* (-0,04)	0,26** (0,16)	-0,17** (-0,12)	-0,01* (-0,01)
Trygt skolemiljø	-0,05** (-0,22)	0,19* (0,03)	-0,17** (-0,11)	-0,01* (-0,01)

* Signifikansnivå $p < 0,05$, ** Signifikansnivå $p < 0,001$. Standardiserte regresjonskoeffisienter i parentes.

Tabell 6.3 viser igjen at læringsfokus, skoletilhørighet, mobbing og trygt skolemiljø har hatt en signifikant negativ utvikling fra 2015 til 2019 (første kolonne), og at trygt skolemiljø har hatt størst nedgang.

Den neste kolonnen viser sammenhengen mellom de forskjellige aspektene av skolemiljø på elevenes selvtillit. Alle regresjonskoeffisientene er positive og signifikante, hvilket betyr at de forskjellige aspektene av skolemiljø har positiv sammenheng med prestasjoner. Skoletilhørighet og trivsel har sterkest sammenheng med selvtillit.

Den siste kolonnen angir den indirekte effekten. For eksempel er den indirekte effekten av tid på selvtillit, mediert av læringsfokus, på cirka $-0,03$. Som nevnt er det ikke like lett å tolke de ustandardiserte resultatene her som i tabell 6.2, men resultatene i tabell 6.3 viser at læringsfokus og skoletilhørighet forklarer tre ganger så mye av nedgangen i selvtillit som mobbing og trygt skolemiljø.

Den nest siste kolonnen angir igjen de direkte effektene. Med tanke på at summen av den indirekte og den direkte effekten er omtrent lik den totale effekten, er det ikke overraskende at de direkte effektene av tid på selvtillit for læringsfokus og skoletilhørighet og trivsel er mindre enn for mobbing og trygt skolemiljø, da disse medierer en større andel.

6.5 DISKUSJON

6.5.1 Kort oppsummering av funn

I tillegg til prestasjoner var det bare ett av motivasjonsaspektene som hadde en nedgang fra TIMSS 2015 til 2019, nemlig selvtillit. For aspektene knyttet til skolemiljø hadde læringsfokus, skoletilhørighet, trygt skolemiljø og mobbing en negativ utvikling i den samme fireårsperioden. Disse aspektene av skolemiljø, samt elevers selvtillit, kunne forklare en del av nedgangen i prestasjoner fra 2015 til 2019. Skolemiljø kunne også forklare en del av nedgangen i elevers selvtillit.

6.5.2 Diskusjon av funn i lys av teori

Modellene benyttet i disse analysene ser ut til å gi valide og reliable resultater. Dette blir blant annet bekreftet ved modellenes tilpasninger og ved at nedgangen i prestasjoner og motivasjon stemmer overens med (IRT-)analyser gjort av TIMSS internasjonalt (Mullis et al., 2020).

Når det gjelder endringer i skolemiljø, viste alle aspektene en negativ utvikling over tid. Et av disse aspektene, læringsfokus, handler om å prioritere læring og akademiske prestasjoner, noe som innebærer at elevene får faglige utfordringer (Hoy et al., 2006). Det var mindre læringsfokus i 2019 enn i 2015, noe som kan tyde på at læring og akademiske prestasjoner ble høyere prioritert i 2015. Tidligere forskning har vist at læringsfokuset økte i perioden rett etter at Kunnskapsløftet ble innført i 2006, fordi man la mer vekt på kompetansemål og prestasjoner, mange lærere fikk etterutdanning i forbindelse med innføringen av den nye læreplanen, og innsatsen fra ledelse, lærere og elever var stor (Martin et al., 2016; Nilsen & Gustafsson, 2014; Sivesind, 2013). Dette økte læringsfokuset kunne den gangen forklare en oppgang i naturfagprestasjoner i 2011 (Nilsen & Gustafsson, 2014). Nå viser resultatene motsatt tendens, læringsfokuset har minket, og dette kan videre forklare en del av nedgangen i prestasjoner. Man kan stille spørsmålet om hvorvidt pendelen har svingt litt i motsatt retning, altså om det slik at vektleggingen av prestasjoner har avtatt og om andre verdier har fått mer oppmerksomhet. Men dette kapitlet har ikke undersøkt hvorfor læringsfokuset har avtatt, så her kreves det mer forskning. Likevel er det samsvar med elevundersøkelsen, som finner at de faglige utfordringene har hatt en nedgang fra 2016 til 2019 (Wendelborg et al., 2020).

Funnene i dette kapitlet viser også at elever rapporterer om mindre grad av *skoletilhørighet* og *trivsel* i 2019 enn i 2015. *Skoletilhørighet* og *trivsel* er begrep som handler om hvorvidt elevene er stolt av skolen, føler seg trygge på skolen, at lærerne er rettferdige, og at de liker og føler en tilhørighet til skolen sin. Disse funnene harmonerer med funn fra elevundersøkelsen, som finner at elevers trivsel har

sunket fra 2016 til 2019 (Wendelborg et al., 2020). I og med at trivselen har sunket, er ikke våre andre funn overraskende, nemlig at enkelte typer mobbing (*truet meg, spredt løgner om meg, presset meg til å gjøre ting jeg ikke ønsker, stjålet noe fra meg*) har økt, og at skolemiljøet ikke er like trygt. OECD har funnet at skoletilhørighet, mobbing og trygghet henger sammen (OECD, 2019). Spesielt hadde trygt skolemiljø den største nedgangen av alle aspektene av skolemiljø i denne studien, og dette er i tråd med den internasjonale rapporten som viser at både lærere og rektorer rapporterer om et langt tryggere miljø i 2015 (Martin et al., 2016; Mullis et al., 2020). For eksempel rapporterte rektorene til 67 prosent av elevene om et veldig trygt skolemiljø i 2015, i 2019 sank dette tallet til 36 prosent. Også elevundersøkelsen finner at digital mobbing har økt fra 2016 til 2019 (Wendelborg et al., 2020), og i PISA ble det rapportert om en forverring av noen typer mobbing (utestenging, gjort narr av) fra 2015 til 2018, mens andre typer mobbing ikke hadde noen endring (Jensen et al., 2019).

Samtidig som at skolemiljø har hatt en negativ utvikling, har elevers motivasjon sunket. Dette gjelder elevers selvtillit, og dette funnet samsvarer med elevundersøkelsen, hvor elevenes motivasjon og mestring har sunket fra 2016 til 2019 (Wendelborg et al., 2020). Funnene fra det siste forskningsspørsmålet i dette kapitlet viser at nedgang i skolemiljøet delvis kan forklare nedgangen i elevers selvtillit. Spesielt gjelder dette *skoletilhørighet og trivsel og læringsfokus*. Med andre ord, med mindre søkelys på læring og en følelse av mindre tilhørighet og trivsel har elevenes selvtillit i naturfag sunket. Sammenhengen mellom skolemiljø og elevers motivasjon er kjent fra tidligere forskning, også i Norge (se f.eks. Scherer & Nilsen, 2016).

Når det gjelder hvorvidt endringer i motivasjon og skolemiljø eventuelt kan forklare endringer i elevenes prestasjoner, viser funnene i denne studien at selvtillit er den faktoren som kan forklare størst andel av nedgang i prestasjoner. Selvtillit har også sterkest sammenheng med prestasjoner, og denne sammenhengen er påvist i mange tidligere studier (se f.eks. Kaarstein & Nilsen, 2015; Osborne et al., 2003; Skaalvik & Skaalvik, 2006). Det at elevers selvtillit har sunket, samt den sterke sammenhengen med prestasjoner, forklarer hvorfor resultatene indikerer at nedgang i selvtillit er en medvirkende faktor til nedgangen i prestasjoner. Likevel, de underliggende grunnene bak nedgangen i motivasjon trenger ytterligere forskning.

Nest etter selvtillit forklarer nedgang i trygt skolemiljø en del av nedgangen i prestasjoner. Funnene viser også at trygt skolemiljø har en positiv sammenheng med prestasjoner i tråd med tidligere forskning (Gustafsson & Nilsen, 2016; Wang & Degol, 2015). Hvorfor skolemiljøet har blitt mindre trygt, går utenfor denne studien, men rapporter og forskning viser at mange skoler sliter med et utrygt miljø, særlig i de store byene, som Oslo (se f.eks. Utdanningsetaten, 2018).

Også nedgang i læringsfokus og skoletilhørighet og trivsel er med på å forklare nedgangen, i tillegg til økt mobbing. Det bør minnes om at man ikke kan legge sammen alle de indirekte effektene for å finne ut hvor mye av nedgangen de forklarer til sammen (se kap. 6.3.3). Det at alle aspektene ved skolemiljø er med på å forklare nedgangen, kan tyde på at det ikke er noe med naturfaget per se eller undervisningen som ligger bak nedgangen, men mer generelle faktorer som antagelig kan forklare nedgangen i matematikk også (Vik, Nilsen & Øverby, i trykk). Skolemiljø er noe som påvirker elevene uansett fag. Elevers selvtillit i naturfag er mer tilknyttet faget, og elevene føler seg ikke like flinke i naturfag i 2019 som i 2015. Våre funn viste samtidig at læringsfokuset har minsket, og er med på å forklare nedgangen i selvtillit. Likevel forklarer verken læringsfokuset eller de andre aspektene ved skolemiljø *hele* nedgangen i selvtillit. Da måtte resultatene vist full mediering. Her trengs det med andre ord mer forskning for å finne ytterligere andre faktorer som kan forklare nedgangen i selvtillit.

At det ikke er noen nedgang i elevers indre eller ytre motivasjon, er positivt. Dette kan ha sammenheng med lærerens undervisningskvalitet, siden tidligere forskning har vist at lærernes undervisning har sammenheng med motivasjon og da særlig indre motivasjon (Nilsen & Gustafsson, 2016; Nilsen, Scherer & Blömeke, 2018). Se kapittel 8 for mer om lærernes undervisningskvalitet fra TIMSS 2015 til 2019.

6.5.3 Svakheter ved studien

Denne studien kan sies å ha et kvasi-longitudinelt design (Nilsen & Gustafsson, 2014). Et longitudinelt design hvor elevene individuelt blir fulgt over tid, ville antagelig gi mer korrekte resultater. Videre benyttes selvrapportering fra lærere og elever som helt naturlig vil være subjektive. Her ville observasjoner kunne gi et mer nøytralt datagrunnlag, men det er vanskelig med representative utvalg.

Elevene har her blitt behandlet som en homogen gruppe. For å oppnå et mer nyansert bilde kunne elevene bli inndelt i grupper etter for eksempel høy/lav sosio-økonomisk status (SØS), kjønn eller minoritet/majoritet. Det kan for eksempel være at nedgang i skolemiljø har sammenheng med en av disse grupperingene. Det er kjent at mange store skoler sliter med hardt skolemiljø, for eksempel en del skoler i Oslo med stor andel minoritetsspråklige (Utdanningsetaten, 2018). Her trengs det grundigere forskning, hvor det må tas hensyn til at SØS og minoritet korrelerer høyt, og hvor målet må være å hjelpe elevgrupper som trenger hjelp, ikke å stigmatisere elevgrupper, enten det går på kjønn, minoritet eller SØS.

6.5.4 Implikasjoner og bidrag

Denne studien har implikasjoner for utdanningspolitikk, for lærerutdanningen og lærere og for skoleeiere. Funnene indikerer at skolemiljø og elevers motivasjon i naturfag har en negativ utvikling som bremser elevers læring.

Studien bidrar også til forskningsfeltet innen skolemiljø og innen anvendt metode. Metoden som ble benyttet, ble utviklet av Prof. Jan-Eric Gustafsson (Nilsen & Gustafsson, 2014) og er en viktig og nyttig metode for å undersøke endringer i læringsutbytte over tid.

6.5.5 Konklusjon og sluttkommentarer

Resultatene fra denne studien viser en forverring av skolemiljøet, og at dette er med på å forklare nedgang i prestasjoner og motivasjon i naturfag. Videre har elevers selvtilitt gått ned, og våre resultater tyder på at dette kan forklare den største andelen av elevenes nedgang i prestasjoner. I 2015 var Norge i verdenstoppen når det gjaldt alle aspekter av skolemiljø (Martin et al., 2016). Og elevers motivasjon har økt fra 1995 til 2015 (Kaarstein & Nilsen, 2018b). Det kan være at tidligere satsinger på både skolemiljø inkludert mobbing (Kunnskapsdepartementet, 2016–2017) og på elevers motivasjon i realfag (Kunnskapsdepartementet, 2010–2011) har spilt en rolle for det tidligere positive bildet. Det er mange skoler som sliter med utrygt skolemiljø (Utdanningsetaten, 2018), og det kan hende at en fornyet satsing kan hjelpe. Realfagssatsingen har opphørt, men det er viktig å fortsette å satse på realfag, for samfunnet står overfor mange utfordringer når det gjelder blant annet bærekraft, teknologisk utvikling og helse.

REFERANSER

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. WH Freeman.
- Bøe, M.V. (2012). Science choices in Norwegian upper secondary school: What matters? *Science Education*, 96(1), 1–20 .
- Bøe, M.V. & Henriksen, E.K. (2013). Love It or Leave It: Norwegian Students' Motivations and Expectations for Postcompulsory Physics. *Science Education*, 97(4), 550–573. <https://doi.org/10.1002/sce.21068>
- Bøe, M.V., Henriksen, E.K., Lyons, T. & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37–72. <https://doi.org/10.1080/03057267.2011.549621>
- Creemers, B. & Kyriakides, L. (2010). Explaining stability and changes in school effectiveness by looking at changes in the functioning of school factors. *School Effectiveness and School Improvement*, 21(4), 409–427.

- Deci, E.L. & Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Pantheon.
- Eccles, J.S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual review of psychology*, 53(1), 109–132.
- Eccles, J.S. & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 61. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859>
- Engel, L.C., Rutkowski, D. & Rutkowski, L. (2009). The harsher side of globalisation: Violent conflict and academic achievement. *Globalisation, Societies and Education*, 7(4), 433–456.
- Fishbein, B., Foy, P. & Yin, L. (2021). *TIMSS 2019 User Guide for the International Database*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssand-pirls.bc.edu/timss2019/international-database/>
- Foy, P. (2017). *TIMSS 2015 User Guide for the International Database*. Hentet fra <https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-database/>
- Grewal, R., Cote, J.A. & Baumgartner, H. (2004). Multicollinearity and measurement error in structural equation models: Implications for theory testing. *Marketing science*, 23(4), 519–529.
- Gustafsson, J.E. (2013). Causal inference in educational effectiveness research: a comparison of three methods to investigate effects of homework on student achievement. *School Effectiveness and School Improvement*, 24(3), 275–295.
- Gustafsson, J.E. & Nilsen, T. (2016). The Impact of School Climate and Teacher Quality on Mathematics Achievement: A Difference-in-Differences Approach. I T. Nilsen & J.E. Gustafsson (Red.), *Teacher Quality, Instructional Quality and Student Outcomes* (s. 81–95). Springer.
- Gustafsson, J.E. & Nilsen, T. (i trykk). Methods of causal analysis with ILSA data. I T. Nilsen, A. Stancel-Piątak & J.E. Gustafsson (Red.), *International Handbook of Comparative Large-Scale Studies in Education*. Springer International Handbooks of Education.
- Gustafsson, J.E., Nilsen, T. & Hansen, K.Y. (2018). School characteristics moderating the relation between student socio-economic status and mathematics achievement in grade 8. Evidence from 50 countries in TIMSS 2011. *Studies in Educational Evaluation*, 57, 16–30.
- Havik, T. & Ertesvåg, S. (2020). Olweus programmet (OBPP) – et skoleomfattende program mot mobbing og antisosial atferd (2. utg.) *Ungsinn*, 1(3).
- Hox, J. & Roberts, J.K. (2011). *Handbook of advanced multilevel analysis*. Psychology Press.
- Hoy, W.K., Tarter, C.J. & Hoy, A.W. (2006). Academic optimism of schools: A force for student achievement. *American Educational Research Journal*, 43(3), 425–446.
- Jensen, F. & Kjærnsli, M. (2016). Holdninger til naturfag. I M. Kjærnsli & F. Jensen (Red.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i natrufag, matematikk og lesing i PISA 2015* (s. 72–93). Universitetsforlaget.
- Jensen, F. & Nortvedt, G.A. (2013). Holdninger til matematikk. I M. Kjærnsli & R.V. Olsen (Red.), *Fortsatt en vei å gå. Norske elevers kompetanse i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012* (s. 97–120). Universitetsforlaget.
- Jensen, F., Pettersen, A., Frønes, T.S., Kjærnsli, M., Rohatgi, A., Eriksen, A. & Narvhus, E.K. (2019). *PISA 2018*. Universitetsforlaget.
- Kleven, T.A. (2008). Validity and validation in qualitative and quantitative research. *Nordic Educational Research*, 28, 219–233.

- Kunnskapsdepartementet. (2010–2011). *Meld. St. 22. Motivasjon – Mestring – Muligheter. Ungdomstrinnet*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-22-2010--2011/id641251/?ch=1>
- Kunnskapsdepartementet. (2015). *Tett på realfag. Nasjonal strategi for realfag i barnehagen og grunnsopplæringen (2015–2019)*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/tett-pa-realfag/id2435042/>
- Kunnskapsdepartementet. (2016–2017). *Meld. St. 21. Lærelyst – tidlig innsats og kvalitet i skolen*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-21-20162017/id2544344/>
- Kaarstein, H. (2017). Elevers motivasjon – TIMSS 2015. *Tangenten*, 28(2), 17–22.
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2015). Motivasjon [Motivation]. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag-Resultater og analyser fra TIMSS* (s. 63–77). Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2016). Motivasjon. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (s. 63–77). Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2018a). Norske elevers motivasjon for naturfag gjennom 20 år. I J.K. Björnsson & R.V. Olsen (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge* (s. 35–56). Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2018b). Norske elevers motivasjon for naturfag gjennom 20 år. I J.K. Björnsson & R.V. Olsen (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge* (s. 34–56). Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehre, A.-C.W., Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2020). *TIMSS 2019. Kortrapport*. Institutt for lærerutdanning, Universitetet i Oslo.
- LaRoche, S., Joncas, M. & Foy, P. (2020). Sample Design in TIMSS 2019. I M.O. Martin, M. v. Davier & I.V.S. Mullis (Red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. Hentet fra <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods/chapter-3.html>
- Linnenbrink, E.A. & Pintrich, P.R. (2002). Motivation as an Enabler for Academic Success. *School Psychology Review*, 31(3), 313–327. <https://doi.org/10.1080/02796015.2002.12086158>
- Marsh, H.W., Hau, K.-T., Artelt, C., Baumert, J. & Peschar, J.L. (2006). OECD's Brief Self-Report Measure of Educational Psychology's Most Useful Affective Constructs: Cross-Cultural, Psychometric Comparisons Across 25 Countries. *International Journal of Testing*, 6(4), 311–360. https://doi.org/10.1207/s15327574ijt0604_1
- Marsh, H.W. & Köller, O. (2003). Bringing together two theoretical models of relations between academic self-concept and achievement. I H.W. Marsh, R.G. Craven & D.M. McInerney (Red.), *International Advances in Self Research* (s. 17–47). US: Information Age Publishing Inc.
- Martin, M.O., Foy, P., Mullis, I.V.S. & O'Dwyer, L.M. (2013). Effective Schools in Reading, Mathematics, and Science at Fourth Grade. I M.O. Martin & I.V.S. Mullis (Red.), *TIMSS and PIRLS 2011: Relationships among reading, mathematics, and science achievement at the fourth grade- Implications for early learning* (s. 109–178). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Foy, P. & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Science*. Boston Collage: TIMSS & PIRLS International Study Centre.

- Martin, M.O., von Davier, M. & Mullis, I.V.S. (2020). *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P. & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D. & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O. & Hooper, M. (2016). *20 years of TIMSS. International Trends in Mathematics and Science Achievement, Curriculum, and Instruction*. Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center, and IEA.
- Murnane, R.J. & Willett, J.B. (2010). *Methods matter: Improving causal inference in educational and social science research*. USA: Oxford University Press.
- Muthén, L.K. & Muthén, B.O. (1998–2017). *Mplus user's guide* (8. utg.). Muthén & Muthén.
- Nilsen, T. (2015). Skolemiljø. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag* (s. 78–96). Oslo: Universitetsforlaget.
- Nilsen, T., Björnsson, J.K. & Olsen, R.V. (2018). Hvordan har likeverd i norsk skole endret seg de siste 20 årene? I J.K. Björnsson & R.V. Olsen (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge* (s. 150–172).
- Nilsen, T. & Gustafsson, J.E. (2014). School emphasis on academic success: exploring changes in science performance in Norway between 2007 and 2011 employing two-level SEM. *Educational Research and Evaluation*, 20(4), 308–327.
- Nilsen, T. & Gustafsson, J.E. (2016). *Teacher quality, instructional quality and student outcomes: relationships across countries, cohorts and time*. Springer Nature.
- Nilsen, T., Scherer, R. & Blömeke, S. (2018). 3. The relation of science teachers' quality and instruction to student motivation and achievement in the 4th and 8th grade: A Nordic. *Northern Lights on TIMSS and PISA 2018*, 61.
- OECD. (2013). *PISA 2012 results: excellence through equity: giving every student the chance to succeed* (volume II).
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume III): What School Life Means for Students' Lives*. In OECD (Ed.). Hentet fra <https://www.oecd.org/education/pisa-2018-results-volume-iii-acd78851-en.htm>
- Olsen, R.V. & Björnsson, J.K. (2018). Fødselsmåned og skoleprestasjoner. I J.K. Björnsson & R.V. Olsen (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge* (s. 76–93). Universitetsforlaget.
- Olweus, D. (Red.) (2010). *Understanding and researching bullying: Some critical issues*. Taylor & Francis Group.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Scherer, R. & Nilsen, T. (2016). The Relations Among School Climate, Instructional Quality, and Achievement Motivation in Mathematics. I T. Nilsen, Gustafsson, J.E. (Red.), *Teacher Quality, Instructional Quality and Student Outcomes. Relationships Across Countries, Cohorts and Time* (Vol. 2, s. 51–79). IEA: Springer.
- Sivesind, K. (2013). Læreplanene i Kunnskapsløftet: et internasjonalt sammenliknende perspektiv. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 97(06), 370–387.

- Skaalvik, E.M. & Skaalvik, S. (2006). *Self-concept and self-efficacy in mathematics: Relation with mathematics motivation and achievement*. Paper presented at the 7th International Conference of the Learning Sciences, School of Education, Indiana University.
- Teig, N. & Nilsen, T. (i trykk). A Systematic Review of Studies Investigating the Relationships between School Climate and Student Outcomes in TIMSS, PISA, and PIRLS. I *International Handbook of Comparative Large-Scale Studies in Education*. Springer International Handbooks of Education.
- Thapa, A., Cohen, J., Guffey, S. & Higgins-D'Alessandro, A. (2013). A review of school climate research. *Review of Educational Research*, 83(3), 357–385.
- Utdanningsetaten. (2018). *Vold og trusselhendelser mot ansatte og elever i Osloskolen*. Hentet fra: <https://aktuelt.osloskolen.no/siteassets/nyheter/vold-og-trusler/arsrapport-2018---vold-og-trusselhendelser-mot-ansatte-og-elever-i-osloskolen.pdf>
- Vik, F.N., Nilsen, T. & Øverby, N.C. (i trykk). The importance of sufficient sleep and breakfast intake for student cognitive outcomes – Triangulation across time and subject domains among students and teachers in TIMSS *Scandinavian journal of educational research*.
- Wang, M.-T. & Degol, J.L. (2015). School Climate: a Review of the Construct, Measurement, and Impact on Student Outcomes. *Educational Psychology Review*, 1–38.
- Wendelborg, C. (2020). *Analyser av indekser på skoleporten 2020*. NTNU Samfunnsforskning.
- Wendelborg, C., Dahl, T., Røe, M. & Buland, T.H. (2020). Elevundersøkelsen 2019: Analyse av Utdanningsdirektoratets brukerundersøkelser. Hentet fra <https://samforsk.no/Sider/Publikasjoner/Elevundersøkelsen-2019-Analyse-av-Utdanningsdirektoratets-brukerundersøkelser.aspx>
- Wigfield, A. & Eccles, J.S. (2000). Expectancy–Value Theory of Achievement Motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68–81. <http://dx.doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>