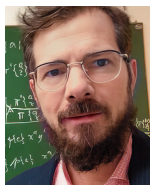


Natur/teknologi og nordiske elevers miljø- og klimabevidsthed



Jacob Højgaard Christensen, DPU, Aarhus Universitet



Rune Müller Kristensen, DPU, Aarhus Universitet

Abstract: Dette studie undersøger sammenhænge mellem undervisning i natur/teknologi og miljø- og klimabevidsthed blandt 4.-klasseelever i de nordiske lande. Analyser gennemføres på data fra TIMSS 2019, hvor der indgår en skala for elevernes miljø- og klimabevidsthed, som er associeret til viden og kognitive færdigheder indenfor emnet. Resultaterne viser en positiv korrelation og fremhæver natur/teknologis potentiale til at øge miljø- og klimabevidsthed. Derudover viser resultaterne at elevers miljø- og klimabevidsthed generelt er højere hvis de kan lide at lære natur/teknologi, og hvis deres faglige selvtillid er høj. Intraklassekorrelationsanalyser viser variation i hvor meget vægt de enkelte skoler og lærere lægger på undervisningen i klima- og miljøspørgsmål. Studiet finder ingen kønsforskelle, men derimod markante forskelle på elevers miljø- og klimabevidsthed afhængigt af socioøkonomisk baggrund.

Introduktion

Miljøforurening og klimaforandringer er for mange aktører centrale udfordringer for det globale samfund (United Nations, 2021; Voulvoulis & Burgman, 2019). Internationale initiativer, herunder FN's konferencer om miljø og bæredygtig udvikling (United Nations, 2023) og FN's 2030-agenda for bæredygtighed (United Nations, 2015), har igennem flere år fremhævet vigtigheden af uddannelse for at fremme bæredygtig udvikling. Dette har medvirket til en global tendens hvor miljø- og klimaundervisning bliver stadig mere integreret i skolers læseplaner (Higgs & McMillan, 2006; Tireli & Jacobsen, 2021; Uitto et al., 2015). Udviklingen ses også i Danmark hvor læseplaner for skolefag som natur/teknologi, biologi, geografi og madkundskab løbende er blevet revideret med henblik på at inkludere målsætninger knyttet til klima, miljø og bæredygtighed. Formålet er at danske elever tilegner sig viden om samspillet mellem mennesker, klima og miljø samt udvikler en ansvarlighed der inspirerer til engagement og handling for en bæredygtig fremtid (EMU, 2023).

Parallelt med udviklingen inden for miljø- og klimaundervisning er der opstået et forskningsfelt som undersøger hvilket udbytte elever opnår af en sådan undervisning. Udbyttet defineres på forskellig vis, fx som “sustainability consciousness” (Gericke et al., 2019), “environmental consciousness” (Sánchez & Lafuente, 2010) eller “environmental awareness” (Waltner et al., 2019). Mens alle disse definitioner er tematisk relateret til miljø og/eller klima, så er der variationer i hvilke indholdsmæssige aspekter der indgår. Der kan indgå både kognitive, affektive, adfærdsmæssige og anvendelses- og curriculum-orienterede aspekter (Gericke et al., 2019). Forskningsfeltet fokuserer dermed på de faktorer der har betydning for spillet mellem viden, holdninger og adfærd i relation til miljø og klima (Fransson & Gärling, 1999). I denne artikel anvender vi, inspireret af TIMSS-undersøgelsen, begrebet “miljø- og klimabevidsthed”, hvilket bliver yderligere uddybet herunder.

Et studie af Liu & Guo (2018) viser at undervisning i klima, miljø og natur har potentialet til at øge elevers bevidsthed om hvad der påvirker en bæredygtig udvikling. Flere studier har også undersøgt sammenhængen mellem faget natur/teknologi (som internationalt typisk betegnes “science”) og elevers bevidsthed om miljø og klima (Hadzigeorgiou & Skoumios, 2013; Susongko & Afrizal, 2018). Disse studier viser at undervisning i natur/teknologi kan hjælpe elever med at udvikle en positiv holdning over for klima og miljø, samt at natur/teknologiundervisning med fokus på klima og miljø kan skabe bedre forudsætninger for elevernes evne til at træffe oplyste og kritiske valg (Littledyke, 2008; Liu & Guo, 2018). Når faget natur/teknologi tematisk omhandler klima og miljø, så kan undervisningen opleves mere meningsfuld og vedkommende fordi tematikken er yderst aktuel og vigtig for mange af nutidens elever (Hadzigeorgiou & Skoumios, 2013; Monroe et al., 2019; Rogayan & Nebrida, 2019; Sukma et al., 2020). Øget bevidsthed om problematikker relateret til klima og miljø kan også medføre ændringer af individers handlinger i hverdagslivet i retning af mere bæredygtig adfærd (Zsóka et al., 2013). Dog indikerer Rogayan & Nebridás (2019) studie at sammenhængen mellem øget bevidsthed og adfærdsendring er moderat. Således påpeger deres forskning at en styrket bevidsthed om klima- og miljøproblematikker ikke nødvendigvis resulterer i mere bæredygtige adfærdsmønstre. Et studie baseret på indonesiske elever der deltog i PISA-undersøgelsen, viser at elevers miljø- og klimabevidsthed er positivt korreleret med deres interesse for natur/teknologi, deres faglige selvtillid inden for faget samt deres kompetenceniveau i natur/teknologi (Susongko & Afrizal, 2018).

Ovenstående gennemgang viser at den eksisterende viden om sammenhængen mellem elevers miljø- og klimabevidsthed og undervisning i natur/teknologi er baseret på studier som generelt er gennemført uden for en nordisk kontekst. Dette stemmer overens med et studie af Krogh et al. (2022) omhandlende de vigtigste udfordringer i det danske naturfagsdidaktiske felt, hvor det påvises at viden om undervisningen

i naturfagene i Danmark er relativt begrænset og placerer “bæredygtighed” som et område med behov for en udviklingsindsats. Derfor er der også begrænset indsigt i hvad danske elever reelt lærer og kan inden for dette felt. Vi mangler viden om sammenhængen mellem elevernes færdigheder, selve undervisningen og deres interesse for faget, herunder hvordan dette eventuelt adskiller sig fra den generelle natur/teknologiundervisning.

I denne artikel anvender vi data fra TIMSS-undersøgelsen, *Trends in International Mathematics and Science Study* (Kjeldsen et al., 2020; Martin et al., 2020) – herunder skalaen “environmental awareness” som vi har oversat til “miljø- og klimabevidsthed”. Dette er en skala som er baseret på de naturfaglige opgaver om klima og miljø der indgår i TIMSS’ undersøgelse af elevernes færdigheder i natur/teknologi (Yin & Foy, 2020). Således er der tale om en begrebsforståelse af miljø- og klimabevidsthed der er associeret til viden og kognitive færdigheder og ikke til fx de affektive eller adfærdsmæssige aspekter af begrebet.

Ingen studier har, så vidt vi ved, endnu anvendt nordiske TIMSS-data til at analysere sammenhængen mellem elevernes miljø- og klimabevidsthed og forhold vedrørende undervisning i natur/teknologi. Derfor vil vi i denne artikel undersøge:

- Elevernes dygtighed inden for natur/teknologi generelt sammenlignet med elevernes miljø- og klimabevidsthed og variationen heri
- Karakteristika ved elevernes oplevelse af natur/teknologiundervisningen med betydning for elevernes miljø- og klimabevidsthed
- Elevernes faglige selvtillid og interesse for natur/teknologi og disses relation til elevernes miljø- og klimabevidsthed
- Hvorvidt køns- og socioøkonomiske forholds betydning for natur/teknologi genfindes i elevernes miljø- og klimabevidsthed.

Analyserne gennemføres med primært fokus på danske elever i komparation med elever fra de øvrige nordiske lande. Studiet bidrager med viden om faget natur/teknologi og dets sammenhæng med elevers miljø- og klimabevidsthed.

Datagrundlag og analysestrategi

Artiklen baseres på data fra den internationale komparative undersøgelse *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) 2019, som gennemføres hvert fjerde år i regi af International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). TIMSS har som overordnet formål at sammenligne elevers faglige præstationer i matematik og natur/teknologi på 4. og 8. klassetrin – i Danmark deltager kun 4. klasse. TIMSS er baseret på et rammeværk for undersøgelsen udviklet

i fællesskab mellem de deltagende lande baseret på de respektive deltagerlandes curricula (Mullis & Martin, 2017) og afspejler generelt bredden i disse (Wagner & Hastedt, 2022). Beskrivelsen i rammeværket af natur/teknologi dækker tre domæner: biologi (life science), geografi (earth science) og fysik/kemi (physical science). Til hvert område udarbejdes en række opgaver af forskellig sværhedsgrad der dækker indholdet inden for domænet. Eleverne besvarer et udsnit af disse opgaver således at det inden for hvert deltagende land undersøges hvorvidt eleverne behersker hele rammeværket. For en mere uddybende beskrivelse af rammeværket for TIMSS 2019 henvises til Mullis & Martin (2017). Opgaverne er udformet som en kombination af multiple choice-opgaver og opgaver med mere åbne svarmuligheder hvor eleverne selv skal skrive et svar. Antallet af rigtige svar i hvert fag omregnes til en sandsynlig elevscore ved brug af item response theory (IRT) og Raschmodellen (von Davier, 2020). TIMSS-undersøgelserne omfatter også spørgeskemaer til elever, lærere, skoleledere og forældre/værger hvorigennem elevernes baggrund, undervisningskarakteristika og skolens praksis undersøges. I 2019 deltog 60 lande i undersøgelsen, herunder de nordiske lande Danmark, Finland, Norge og Sverige.

I TIMSS 2019 indgik der i alt 175 opgaver med natur/teknologi i 4. klasse. Data herfra er omregnet til en skala for elevernes overordnede score i natur/teknologi. Ligeledes er der beregnet en elevscore for hver af de tre underliggende skalaer, hvor opgavemængden fordeler sig således: 1) fysik/kemi baseret på 62 opgaver, 2) biologi baseret på 78 opgaver og 3) geografi baseret på de resterende 35 opgaver. Skalaen for den overordnede score i natur/teknologi blev fastsat i den første runde af TIMSS i 1995 til et gennemsnit på 500 point med en standardafvigelse på 100 point. Underskalaerne er kalibreret til at følge samme skala og er dermed sammenlignelige med hovedskalaen og bagud til tidligere runder af undersøgelsen (Martin et al., 2020).

Fra de to faglige områder biologi og geografi er der i alt 33 opgaver som adresserer en variation af miljø- og klimamæssige udfordringer – lige fra lokal vandforurening til klimaforandringer i globalt perspektiv. I TIMSS' internationale database er data fra disse 33 opgaver anvendt til at udforme en score for elevernes miljø- og klimabevidsthed kalibreret til samme skala som den overordnede natur/teknologi-skala. Skalaen betegnes på engelsk "environmental awareness" (se eventuelt Yin & Foy (2020) for en nærmere beskrivelse af skalakonstruktionen). Mens den overordnede skala inden for natur/teknologi og underskalaerne indholdsmæssigt er bestemt ud fra beskrivelserne i rammeværket defineret ud fra landenes curriculumindhold (jf. beskrivelsen ovenfor) og et item derfor entydigt tilhører en bestemt underskala, adskiller skalaen for miljø- og klimabevidsthed sig ved at være defineret af hvilke items der omhandler miljø og klima (Yin & Foy, 2020).

Analyserne i denne artikel er udført ved hjælp af statistikprogrammet R (R Core Team, 2023) med primær anvendelse af tilføjelsesprogrammet EdSurvey (Bailey et

al., 2023), som er udviklet specifikt til analyser af internationale datasæt som TIMSS, PIRLS og PISA. Håndtering af manglende værdier i data for baggrundsvariablene er håndteret ved at udelade disse observationer fra beregningerne. Opgørelserne her er således sammenlignelige med den generelle afrapportering af TIMSS i dansk sammenhæng (Kjeldsen et al., 2020). TIMSS og andre internationale undersøgelser beregner en række såkaldte plausible values for hver enkelt elev, da elevens færdigheder ikke beregnes præcist. De gør det muligt at estimere ikke-biased populationsparametre selvom den enkelte elevs færdigheder ikke estimeres præcist (Mislevy et al., 1992). Dette og andre mere beregningstekniske forhold berøres ikke nærmere i artiklen her, men vi har inddraget plausible values i vores beregninger ud fra generelle anbefalinger hertil (se eventuelt Martin et al., 2020).

Resultaterne præsenteres i tabelformat ved hjælp af funktionen “edsurveyTable”. Denne funktion viser vægtede resultater for gennemsnitlige elevscorer, opdelt efter en eller flere uafhængige, ordinalt kategoriserede variable. For at vurdere eventuelle statistisk signifikante forskelle mellem resultater i tabellerne anvendes “gap”-funktionen (Bailey et al., 2023) som gør det muligt at beregne gennemsnitsscore, forskelle mellem grupperne samt usikkerheder ved disse forskelle.

Korrelationer mellem variable er beregnet ved hjælp af funktionen “cor.sdf” (Bailey et al., 2018). Denne funktion tager hensyn til datadesignet og brugen af plausible værdier i beregningen af både Pearson- og Spearmankorrelationer mellem variablene. Intraklassekorrelationer er beregnet ved anvendelse af “mixed.sdf”-funktionen (Nguyen & Kelley, 2018), hvor beregningerne bygger på en model med elev- og skole-niveauer.

Ud over de ovenfor nævnte skalaer er der anvendt en række variable i analyserne. Det drejer sig om en dikotom variabel for elevernes køn samt et mål for elevernes socioøkonomi der i TIMSS betegnes “ressourcer i hjemmet” og er dannet på baggrund af svar fra elev- og forældrespørgeskemaet om bl.a. bøger i hjemmet og forældrenes uddannelsesniveau. Yderligere inddrager analyserne et indeks for hvor godt eleverne kan lide at lære natur/teknologi, elevernes faglige selvtillid samt elevernes oplevelse af undervisningens formidling. Alle indeks er dikotomiseret på baggrund af internationalt anvendte cut-off-scorer på skalaerne (se eventuelt Martin et al. (2020) for en nærmere beskrivelse af de enkelte variable).

Resultater

Danske elevers miljø- og klimabevidsthed

Tabel 1 viser, som det allerede er kendt (Kjeldsen et al., 2020), at danske elever gennemsnitligt scorer lavere i natur/teknologi (522 point) end elever i de øvrige nordiske lande. Dette gør sig også gældende for miljø- og klimabevidsthed hvor danske elever i gennemsnit scorer 536 point på skalaen mens gennemsnittet for Finland, Norge

og Sverige ligger på mellem 548 og 559 point. Interessant er det imidlertid at mens eleverne i alle fire lande i gennemsnit scorer højere på skalaen for miljø- og klimabevidsthed end på den overordnede natur/teknologi-skala, så er forskellen større for danske elever (+14 point) end den er for eleverne fra de øvrige lande (+4 til +11 point). Dette skal ses i lyset af at danske elever over de år hvor TIMSS-undersøgelsen er gennemført blandt danske 4.-klasseelever, generelt har haft en stigning inden for det faglige domæne geografi, og her ligger de over det overordnede landsgennemsnit, mens scoren har ligget stabilt for biologi og er faldet i relation til fysik/kemi (Kjeldsen et al., 2020). Da items fra geografi-domænet udgør en væsentlig del af miljø- og klimabevidsthedsskalaen, følger det naturligt at scoren på miljø- og klimabevidsthedsskalaen til en vis grad følger danske elevers score på underskalaen for geografi.

Tabel 1. Gennemsnitlig score og spredning for natur/teknologi samt miljø- og klimabevidsthed.

Land	Natur/teknologi, gns.	Miljø- og klimabevidsthed, gns.	Natur/teknologi, std.afv.	Miljø- og klimabevidsthed, std.afv.
Danmark	522,2 (2,4)	536,3 (2,7)	73,5 (2,0)	68,4 (1,5)
Finland	554,6 (2,6)	559,2 (3,1)	72,3 (2,1)	70,6 (2,0)
Norge	539,4 (2,2)	549,0 (2,8)	70,7 (3,4)	66,7 (1,9)
Sverige	537,2 (3,3)	547,7 (3,4)	76,0 (2,3)	73,5 (2,4)

Note: std.afv. = standardafvigelse. Standardfejl angivet i parentes.

Ligeledes viser tabel 1 variationen i elevscore i form af standardafvigelsen for henholdsvis natur/teknologi samlet set og miljø- og klimabevidsthed. Omend ikke signifikant mindre, så viser denne at der er mindre variation i elevernes miljø- og klimabevidsthed end der er i den overordnede natur/teknologiscore. Dette er ikke tilfældet for de tre oprindelige underskalaer.

Intraklassekorrelationerne i tabel 2 viser hvor stor en del af variationen i henholdsvis natur/teknologiscoren og scoren i miljø- og klimabevidsthed der kan forklares på skoleniveau. Det fremgår af tabellen at der i Danmark er mindre variation i elevernes præstationer skolerne imellem end der er i Norge og Sverige, mens variationen i Danmark er lidt større end i Finland. Ligeledes ses det at der for Danmark og Norges vedkommende er en lidt større variation på skoleniveau for skalaen for miljø- og klimabevidsthed end der er for natur/teknologiskalaen. Det tyder således på at der er variation i hvor meget vægt de enkelte skoler og lærere lægger på undervisningen

i klima- og miljøspørgsmål, mens den beskrevne variation i tabel 1 på elevniveau indikerer at elevernes udbytte er mere ensartet end det er for natur/teknologi generelt.

Tabel 2. Intraklassekorrelationer for natur/teknologi- og miljø- og klimabevidsthedsscore på skoleniveau.

Land	Natur/teknologi	Miljø- og klimabevidsthed
Danmark	0,137	0,141
Finland	0,127	0,107
Norge	0,190	0,194
Sverige	0,208	0,203

Note: Resultater er beregnet på skoleniveau med anvendelse af vægte for elever og skole.

Elevers faglige dygtighed korreleret med miljø- og klimabevidsthed

De første fem kolonner med korrelationskoefficienter i tabel 3 viser de lineære relationer mellem skalaen for miljø- og klimabevidsthed og skalaerne for elevernes faglige dygtighed i henholdsvis natur/teknologi, underområderne i natur/teknologi og matematik. Den sidste kolonne viser korrelationen mellem elevernes faglige dygtighed i matematik og natur/teknologi. For alle korrelationerne ses stærke statistisk signifikante korrelationer som er ensartede inden for de forskellige fagområder på tværs af landene.

Det er alment kendt at scorer på tværs af fag er stærkt korrelerede (se fx Kjeldsen et al., 2020, s. 187 f.), men tabellen peger alligevel på nogle interessante forhold vedrørende skalaen for miljø- og klimabevidsthed. Mens det er forventeligt at skalaen korrelerer højt med den overordnede skala i natur/teknologi og skalaerne for biologi og geografi, er dette ikke på samme vis gældende for fysik/kemi. Items i miljø- og klimabevidsthedsskalaen er items der også alle indgår i den overordnede natur/teknologiskala, ligesom der er et overlap af items til de to områder biologi og geografi, hvorfor en stærk korrelation kan forventes af rent skalatekniske årsager. Imidlertid er dette ikke tilfældet for fysik/kemi-skalaen hvortil der ikke er noget overlap af items mens korrelationen her kun er lidt mindre. Derimod er korrelationen til elevernes matematikfærdigheder, som også er målt i TIMSS, væsentlig lavere end korrelationen til underområderne inden for natur/teknologi. Det peger på at de stærke korrelationer til natur/teknologi generelt og underkategorierne herunder ikke alene handler om skalatekniske forhold eller generelle kognitive færdigheder. Vi tolker dette som et udtryk for at elevernes dygtighed inden for miljø og klima hænger sammen med

deres generelle naturfaglige færdigheder – og ikke bare deres kognitive færdigheder generelt.

Tabel 3. Korrelationer mellem elevers miljø- og klimabevidsthed samt fagligt niveau i natur/teknologi.

Land	Natur/ teknologi	Geografi	Biologi	Fysik/kemi	Matematik	Matematik – natur/ teknologi
Danmark	0,76 (0,01)	0,94 (0,01)	0,88 (0,01)	0,83 (0,02)	0,66 (0,03)	0,79 (0,01)
Finland	0,78 (0,01)	0,95 (0,01)	0,87 (0,01)	0,84 (0,01)	0,67 (0,01)	0,79 (0,01)
Norge	0,76 (0,01)	0,92 (0,01)	0,85 (0,01)	0,80 (0,01)	0,66 (0,02)	0,78 (0,01)
Sverige	0,79 (0,01)	0,94 (0,01)	0,88 (0,01)	0,83 (0,01)	0,69 (0,02)	0,81 (0,01)

Note: Standardfejl angivet i parentes.

Disse resultater understøtter hypotesen introduceret tidligere i artiklen om at undervisning i natur/teknologi kan forbedre elevers miljø- og klimabevidsthed (Hadzigeorgiou & Skoumios, 2013; Littleddyke, 2008; Susongko & Afrizal, 2018) som den bliver målt i TIMSS-undersøgelsen. Det er dog vigtigt at bemærke at sammenhængen lige så vel kan være modsatrettet, dvs. at elever med en høj grad af miljø- og klimabevidsthed muligvis har en fordel når det kommer til at lære om natur/teknologi. Begge fortolkninger peger på en gensidig fordelagtig forbindelse mellem disse to områder af viden.

Faglig interesse, selvtillid og undervisningens karakteristika

I dette afsnit undersøger vi hvordan natur/teknologiundervisningens karakteristika relaterer sig til elevernes miljø- og klimabevidsthed, samt betydningen af elevernes faglige selvtillid og interesse i natur/teknologi for deres miljø- og klimabevidsthed. Vi har valgt at fokusere på tre specifikke variable fordi disse i forudgående studier har vist sig at være betydningsfulde faktorer for elevers faglige udbytte og engagement (Christensen, 2022; Kjeldsen et al., 2020; Susongko & Afrizal, 2018). Disse variable repræsenterer både de enkelte elevers karakteristika og de pædagogiske metoder anvendt i undervisningen: 1) elevens faglige interesse, 2) elevens faglige selvtillid og 3) elevens oplevelse af undervisningens formidling.

Tabel 4. Sammenhæng mellem, hvor godt eleverne kan lide at lære natur/teknologi, og miljø- og klimabevidsthed.

Land	Item	Gns. score	Difference	P-værdi	Cohens <i>d</i>
Danmark	Kan godt eller meget godt lide at lære natur/teknologi	541,8 (2,9)	21,3 (5,2)	0,000***	0,16
	Kan ikke lide at lære natur/teknologi	520,4 (4,6)			
Finland	Kan godt eller meget godt lide at lære natur/teknologi	558,9 (2,8)	-2,9 (3,6)	0,421	-0,02
	Kan ikke lide at lære natur/teknologi	561,8 (4,8)			
Norge	Kan godt eller meget godt lide at lære natur/teknologi	551,9 (2,9)	12,1 (6,8)	0,077	0,08
	Kan ikke lide at lære natur/teknologi	539,8 (6,6)			
Sverige	Kan godt eller meget godt lide at lære natur/teknologi	551,9 (3,6)	13,6 (4,9)	0,007**	0,08
	Kan ikke lide at lære natur/teknologi	538,3 (4,6)			

Note: Standardfejl angivet i parentes, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

Af tabel 4 fremgår en klar tendens for Danmark, Norge og Sverige. Elever der tilkendegiver at kunne lide at lære natur/teknologi, udviser større miljø- og klimabevidsthed end elever der tilkendegiver at de ikke kan lide at lære natur/teknologi. I Danmark er spredningen størst, hvor de elever der ikke kan lide at lære natur/teknologi, scorer 21 point lavere på skalaen for miljø- og klimabevidsthed end de elever der tilkendegiver at de godt kan lide at lære natur/teknologi. Effekten af at kunne lide at lære natur/teknologi på miljø- og klimabevidsthed er, målt med effektstørrelsen Cohens *d*, væsentlig større i Danmark end i de øvrige nordiske lande. Resultatet for de finske elever skiller sig endvidere ud fra de øvrige lande med en relativt lille forskel i score, afhængigt af om eleven kan lide at lære natur/teknologi eller ej. Dette antyder at deres interesse for natur/teknologi ikke, som i de øvrige nordiske lande, påvirker deres score for miljø- og klimabevidsthed.

Tabel 5. Sammenhæng mellem elevernes faglige selvtillid i natur/teknologi og miljø- og klimabevidsthed.

Land	Item	Gns. score	Difference	P-værdi	Cohens <i>d</i>
Danmark	Høj eller middel faglig selvtillid i natur/teknologi	545,1 (2,9)	38,8 (7,3)	0,000***	0,25
	Lav faglig selvtillid i natur/teknologi	506,2 (6,4)			
Finland	Høj eller middel faglig selvtillid i natur/teknologi	565,2 (2,8)	33,4 (4,9)	0,000***	0,19
	Lav faglig selvtillid i natur/teknologi	531,8 (5,9)			
Norge	Høj eller middel faglig selvtillid i natur/teknologi	554,8 (2,5)	34,2 (6,1)	0,000***	0,25
	Lav faglig selvtillid i natur/teknologi	520,6 (6,3)			
Sverige	Høj eller middel faglig selvtillid i natur/teknologi	554,9 (3,4)	36,6 (5,9)	0,000***	0,21
	Lav faglig selvtillid i natur/teknologi	518,4 (5,7)			

Note: Standardfejl angivet i parentes, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

Tabel 5 fremhæver for alle fire nordiske lande at elever med højere faglig selvtillid inden for natur/teknologi også udviser større miljø- og klimabevidsthed. Alle resultater er stærkt statistisk signifikante, og de observerede effektstørrelser er større end dem der blev fundet for faglig interesse ovenfor. Igen er spredningen størst i Danmark, hvor elever der tilkendegiver høj faglig selvtillid, i gennemsnit scorer 545,1 på skalaen for miljø- og klimabevidsthed, hvorimod elever der tilkendegiver lav faglig selvtillid, scorer 506,2 på samme skala. En forskel på 38,8 point og en effektstørrelse på 0,25. Resultaterne for de øvrige lande ligger marginalt lavere end Danmark, men med standardfejlen in mente kan der ikke vises signifikante forskelle mellem landene, og de må derfor betragtes som ensartede.

Tabel 6. *Sammenhæng mellem elevernes oplevelse af undervisningens formidling og miljø- og klimabevidsthed.*

Land	Item	Gns. score	Difference	P-værdi	Cohens d
Danmark	God eller meget god formidling	538.1 (2.8)	7,5 (6,4)	0,248	0,05
	Mindre god formidling	530.7 (5.9)			
Finland	God eller meget god formidling	560.7 (2.9)	13,1 (5,8)	0,025*	0,08
	Mindre god formidling	547.7 (6.9)			
Norge	God eller meget god formidling	549.9 (2.8)	-13,4 (11,7)	0,258	-0,09
	Mindre god formidling	563.3 (10.2)			
Sverige	God eller meget god formidling	550.0 (3.4)	7,7 (8,9)	0,391	0,04
	Mindre god formidling	542.3 (8.6)			

Note: Standardfejl angivet i parentes, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

Af tabel 6 fremgår det at elever der oplever undervisningen i natur/teknologi som godt eller meget godt formidlet, også har en tendens til at score højere på skalaen for miljø- og klimabevidsthed. Finske elever der oplever god eller meget god formidling, scorer 13 point højere på skalaen for miljø- og klimabevidsthed sammenlignet med elever der oplever en mindre god formidling. Her er det dog bemærkelsesværdigt at der ikke ses en statistisk signifikant sammenhæng for de øvrige lande, herunder Danmark, mellem elevernes oplevelse af undervisningens formidling og elevernes miljø- og klimabevidsthed. Dette mønster genfindes i elevernes overordnede score for natur/teknologi, dog med den forskel at der ses en positiv sammenhæng mellem elevernes oplevelse af god formidling og natur/teknologiscoren i Sverige (Kjeldsen et al., 2020, s. 258).

Sammenhænge mellem elevers miljø- og klimabevidsthed, køn og social baggrund

Resultaterne i tabel 7 indikerer at i alle fire nordiske lande udviser pigerne en marginalt større miljø- og klimabevidsthed end drengene. På tværs af alle lande og begge køn har danske drenge den laveste gennemsnitlige miljø- og klimabevidsthed. Imidlertid

er ingen af resultaterne i tabel 7 statistisk signifikante; de gennemsnitlige scorer er ensartede, og dermed er effektstørrelserne, målt med Cohens d , også små. Mens vi for andre fag – fx læsning (Foug et al., 2023) og matematik (Kjeldsen et al., 2020) – ser tydelige kønsforskelle i elevernes udbytte, ser dette ikke ud til at være tilfældet for udviklingen af miljø- og klimabevidsthed, ligesom vi ikke ser det inden for natur/teknologi generelt på 4. klassetrin i Danmark, omend der inden for underområder af faget ses tendenser til forskelle mellem drenge og piger (Kjeldsen et al., 2020).

Tabel 7. Forskelle mellem pigers og drenges miljø- og klimabevidsthed.

Land	Item	Gns. score	Difference	P -værdi	Cohens d
Danmark	Pige	539,2 (3,7)	5,8 (3,7)	0,120	0,04
	Dreng	533,4 (2,9)			
Finland	Pige	559,7 (3,3)	1,1 (5,1)	0,830	0,01
	Dreng	558,6 (4,6)			
Norge	Pige	552,0 (4,3)	5,7 (4,6)	0,211	0,04
	Dreng	546,2 (3,0)			
Sverige	Pige	550,2 (3,3)	5,0 (3,2)	0,129	0,03
	Dreng	545,2 (4,3)			

Note: Standardfejl angivet i parentes, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

På tværs af landene er det entydigt at elever fra hjem med mange hjemmeressourcer scorer højest på skalaen for miljø- og klimabevidsthed, hvilket fremgår af tabel 8. På skalaen scorer danske elever med mange hjemmeressourcer gennemsnitligt 578,3, hvorimod danske elever med nogle eller få hjemmeressourcer scorer 535,4 på samme skala – en forskel på 42,9 point. I alle lande er resultaterne stærkt statistisk signifikante, og forskellene fremstår som relativt store når de udtrykkes som effektstørrelser. Imidlertid er det sammenfaldende med at elever med få hjemmeressourcer også generelt har lav score i natur/teknologi, som det fremgår af tabel 9. Eksempelvis har danske elever med mange hjemmeressourcer en gennemsnitlig score i natur/teknologi på 559,6, hvorimod danske elever med nogle eller få hjemmeressourcer scorer 519,9 på samme skala – en forskel på 39,7 point som ikke er signifikant forskellig fra forskellen mellem de to grupper for miljø- og klimabevidsthed.

Tabel 8. Forskelle mellem socioøkonomisk baggrund og miljø- og klimabevidsthed.

Land	Item	Gns. score	Difference	P-værdi	Cohens d
Danmark	Mange ressourcer	578,3 (5,4)	42,9 (4,9)	0,000***	0,30
	Nogle eller få ressourcer	535,4 (4,3)			
Finland	Mange ressourcer	590,9 (3,2)	44,4 (3,0)	0,000***	0,31
	Nogle eller få ressourcer	546,5 (3,0)			
Norge	Mange ressourcer	589,1 (6,7)	45,6 (9,4)	0,000***	0,24
	Nogle eller få ressourcer	543,5 (4,9)			
Sverige	Mange ressourcer	590,0 (3,7)	56,6 (4,7)	0,000***	0,39
	Nogle eller få ressourcer	533,3 (3,5)			

Note: Standardfejl angivet i parentes, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

Tabel 9. Forskelle mellem socioøkonomisk baggrund og score i natur/teknologi.

Land	Item	Gns. score	Difference	P-værdi	Cohens d
Danmark	Mange ressourcer	559,6 (2,9)	39,8 (3,2)	0,000***	0,45
	Nogle eller få ressourcer	519,9 (3,1)			
Finland	Mange ressourcer	585,3 (3,2)	41,3 (3,6)	0,000***	0,32
	Nogle eller få ressourcer	543,9 (2,7)			
Norge	Mange ressourcer	578,8 (3,5)	45,6 (4,4)	0,000***	0,38
	Nogle eller få ressourcer	533,2 (3,5)			
Sverige	Mange ressourcer	579,8 (3,2)	57,2 (4,2)	0,000***	0,44
	Nogle eller få ressourcer	522,6 (3,3)			

Note: Standardfejl angivet i parentes, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

Diskussion

TIMSS-undersøgelsen er anerkendt for sine høje kvalitetsstandarder og leverer pålidelige, valide og generaliserbare data (Wagemaker, 2020). Men trods den generelt høje kvalitet er data bedst egnet til at undersøge korrelationer mellem de inddragne

variable. De relationer der er fundet mellem på den ene side miljø- og klimabevidsthed og på den anden side elevernes generelle færdigheder i natur/teknologi mv. i studiet her, kan derfor også alene tolkes som korrelationer. De præsenterede resultater indikerer dog at undervisningen af 4.-klasseeleverne, i forhold til at styrke deres miljø- og klimabevidsthed, er mindst lige så vellykket som undervisningen i natur/teknologi generelt, og i visse tilfælde endda mere vellykket. Dette skyldes dels at eleverne præsterer bedre inden for den del af natur/teknologi der omhandler klima og miljø, end de gør generelt i faget, og dels at der er mindre variation i deres præstationer.

Resultaterne, udledt fra korrelationsanalyser, indikerer at stærk viden om natur/teknologi kan øge elevernes miljø- og klimabevidsthed. Dog er det også muligt at en høj grad af miljø- og klimabevidsthed kan forbedre præstationerne i natur/teknologi, idet den observerede sammenhæng kan være gensidig. Samtidig ser vi desværre at nogle af de uligheder der er i skolesystemet angående social baggrund, også slår igennem i forhold til elevernes tilegnelse af miljø- og klimabevidsthed. Men nok så vigtigt ser vi at elevernes egen motivation i form af faglig selvtilid og hvorvidt de kan lide at lære natur/teknologi, spiller ind på deres miljø- og klimabevidsthed.

Blot fordi natur/teknologi har potentialet til at øge elevens miljø- og klimabevidsthed, så er dette ikke ensbetydende med at den øgede bevidsthed også ændrer elevernes handlinger i hverdagslivet og dermed får en reel effekt til gavn for de miljø- og klimaudfordringer som det globale samfund står over for (Wals et al., 2014). Imidlertid er viden og bevidsthed om klima og miljø en grundlæggende forudsætning for at individer kan træffe oplyste og kritiske valg (McKinley et al., 2017; Turrini et al., 2018). Derfor finder vi det også rimeligt at antage at den øgede miljø- og klimabevidsthed som undervisning i natur/teknologi potentielt medfører, kan bidrage til en mere bæredygtig udvikling. Et bidrag der selvsagt ikke kan stå alene hvis verdenssamfundet skal indfri de mange ambitiøse målsætninger der relaterer sig til klima, miljø og bæredygtighed.

Miljø og klima har fået stor bevågenhed de senere år blandt både børn og unge (Jones & Davison, 2021) i undervisningen (Higgs & McMillan, 2006; Tireli & Jacobsen, 2021; Uitto et al., 2015) og også i forskningen heri (Kauffman & Hill, 2021). Det må ses som et centralt element i skolens opgaver fremover at kunne bidrage til at kommende generationer kan agere i forhold til de udfordringer vi som samfund står over for på dette område. Væsentligt for denne udvikling er at der er data som kan belyse området. Skalaen for miljø- og klimabevidsthed, der efter gennemførelsen af TIMSS 2019 blev udviklet og gjort til en del af de offentligt tilgængelige data fra IEA, er et bud på et sådant instrument. Som nævnt i indledningen til artiklen her er skalaen dannet på baggrund af eksisterende items fra andre fagområder (biologi og geografi) og ikke på baggrund af faglige opgaver og survey-spørgsmål udarbejdet målrettet til at undersøge elevernes viden om miljø og klima eller elevernes holdninger og adfærd

i relation til emnet. Med andre ord er der ikke udarbejdet et teoretisk rammeverk for netop dette område, hvilket ellers er den typiske tilgang for udarbejdelse af skalaer for IEA's studier og et af de elementer der bidrager til undersøgelsens høje validitet (Rutkowski et al., 2013).

Vi har i denne artikel valgt at navngive skalaen "miljø- og klimabevidsthed", baseret på en oversættelse der ligger tæt på den engelske betegnelse "environmental awareness". Imidlertid kan det diskuteres hvorvidt skalaen er udtryk for elevernes bevidsthed eller snarere er udtryk for faglige færdigheder og dermed burde associere mere direkte til kognitive færdigheder med relation til miljø og klima fordi det måske er mere retvisende for hvad der faktisk måles (Mullis & Martin, 2017). Ikke-kognitive elementer såsom adfærd og holdninger indgår ikke selvom de ud fra et miljø- og klimaperspektiv kan være mindst lige så væsentlige. Imidlertid er der ikke tegn på at litteraturen har en afgrænset forståelse af hvad skalaer for environmental "awareness" eller "consciousness" dækker over – og spændet er som antydnet i indledningen bredt, dækkende fra viden om klima og miljø til handlekompetence i bæredygtig adfærd (Gericke et al., 2019). Skaladokumentationen for miljø- og klimabevidsthedsskalaen i TIMSS (Yin & Foy, 2021) er meget begrænset angående hvordan den indplacerer TIMSS-skalaen i forhold til den øvrige litteratur på området. I vores vurdering er miljø- og klimabevidsthedsskalaen i TIMSS udelukkende konstrueret ud fra en kognitiv forståelse idet den er baseret på elevernes præstationer i faglige opgaver. IEA, der står bag TIMSS-undersøgelsen, ser imidlertid ud til selv at være klar over denne begrænsning idet spørgerammen er blevet udvidet således at der også indgår spørgeskemaitems omhandlende adfærd og holdninger til miljø og klima i TIMSS 2023. Denne udvidelse tager i højere grad udgangspunkt i et teoretisk defineret rammeverk (Reynolds & Komakhidze, 2022). Data fra TIMSS 2023 forventes at blive offentligt tilgængelige i januar 2025 hvor det vil være oplagt at følge op på de resultater som er præsenteret i nærværende artikel, og undersøge relationerne mellem de her beskrevne kognitive elementer og de mere affektive og adfærdsmæssige aspekter.

De sammenhænge som artiklen her påpeger, giver anledning til yderligere undersøgelser af sammenhænge mellem skolens undervisning og elevernes miljø- og klimabevidsthed. Det vil være relevant dels at undersøge den enkelte elevs udvikling i miljø- og klimabevidsthed over tid, dels at følge udviklingen fra årgang til årgang, for at følge om miljø- og klimabevidstheden ændrer sig med samfundets syn på, debat om og prioriteringer af selvsamme. Resultaterne i denne artikel peger også på at det er relevant at undersøge sammenhængen mellem undervisningen inden for naturfagene og elevernes miljø- og klimabevidsthed nærmere, dels grundet den større variation skolerne imellem end inden for natur/teknologi generelt, dels grundet sammenhængen mellem elevernes oplevelse af og holdninger til undervisningen og deres udbytte med relation til miljø og klima. Selvom resultaterne peger på at der nogle steder

kunne være ligheder mellem elevernes generelle læring inden for natur/teknologi og udviklingen af miljø- og klimabevidsthed, er der også nogle af resultaterne der peger på at der er forskelle på at undervise generelt i natur/teknologi og i miljø og klima.

Et andet underbelyst område for elevernes læring om klima og miljø er samspillet mellem skole og hjem i forhold til elevernes faglige udvikling. Hvilken rolle spiller familiens holdninger og praksis for elevernes miljø- og klimabevidsthed, og hvordan kan skolen understøtte eller endda udfordre på dette område? Disse foreslåede undersøgelser vil kunne udbygge vores nuværende viden og skabe mere forståelse af uddannelsens rolle for miljø og klima.

Konklusion

Resultaterne præsenteret i denne artikel viser at der er en positiv statistisk sammenhæng mellem nordiske elevers score i natur/teknologi og deres miljø- og klimabevidsthed, som denne er målt med den udviklede skala i TIMSS 2019-undersøgelsen. Dette er således en indikation på at en stærk viden inden for natur/teknologi potentielt kan styrke elevers miljø- og klimabevidsthed, mens en høj grad af miljø- og klimabevidsthed også potentielt kan forbedre deres præstationer i natur/teknologi. I alle fire nordiske lande præsterer eleverne gennemsnitligt bedre inden for den del af natur/teknologi der omhandler klima og miljø, end de gør generelt i faget, og forskellen er større for danske elever end den er for finske, norske og svenske elever. Derudover viser resultaterne at nordiske elevers miljø- og klimabevidsthed generelt er højere hvis de kan lide at lære natur/teknologi, og hvis deres faglige selvtillid er høj, mens betydningen af elevernes oplevelse af formidlingen af undervisningen i natur/teknologi er mere uklar.

Artiklens analyser af intraklassekorrelationer viser hvor stor en del af variationen i nordiske elevers miljø- og klimabevidsthed samt natur/teknologiscorere der kan forklares på skoleniveau. Resultaterne antyder at der er mindre variation i elevernes miljø- og klimabevidsthed på tværs af skoler i Danmark sammenlignet med Norge og Sverige, mens variationen er lidt større i Danmark end i Finland. Derudover viser resultaterne at der i Danmark og Norge er en lidt større variation på skoleniveau for miljø- og klimabevidsthed end for natur/teknologiscoren. Dette tyder på at der er variation i hvor meget vægt de enkelte skoler og lærere lægger på undervisningen i klima- og miljøspørgsmål. Undersøgelsen indikerer endvidere at køn ikke har nogen signifikant betydning for elevernes miljø- og klimabevidsthed på tværs af de nordiske lande som indgår i analyserne. Derimod fremtræder en markant forskel på elevers miljø- og klimabevidsthed afhængigt af deres socioøkonomiske baggrund, hvorfor vi må konkludere at den sociale ulighed også ser ud til at slå igennem i skolen i forhold til at lære eleverne om miljø og klima.

Referencer

- Bailey, P., Emad, A., Huo, H., Lee, M., Liao, Y., Lishinski, A., Nguyen, T., Xie, Q., Yu, J., Zhang, T., Buehler, E., Lee, S.-J. & Webb, B. (2023). *Package 'EdSurvey'*. <https://cran.r-project.org/web/packages/EdSurvey/EdSurvey.pdf>
- Bailey, P., Emad, A., Zhang, T., Xie, Q. & Sikali, E. (2018). *Weighted and Unweighted Correlation Methods for Large-Scale Educational Assessment: wCorr Formulas. AIR-NAEP Working Paper #2018-01. NCES Data R Project Series #02*. American Institutes for Research.
- Christensen, J.H. (2022). Iagttagelse af tegn på læring via mixed methods – en tilgang for undersøgelse af effektivitet. I: J.H. Christensen & L. Qvortrup (red.), *Kausalitet og effektivitet i pædagogisk forskning og praksis* (s. 141-178). Aarhus Universitetsforlag.
- EMU. (2023). *Grundskole*. <https://emu.dk/grundskole>
- Fougst, S., Neubert, K., Kristensen, R.M., Gabriëlsson, R.H., Molbæk, L. & Kjeldsen, C.C. (2023). *Danske elevers læsekompetence i 4. klasse – resultater af PIRLS-undersøgelsen 2021*. Aarhus Universitetsforlag. <https://doi.org/10.2307/jj.3850481>
- Fransson, N. & Gärling, T. (1999). Environmental Concern: Conceptual Definitions, Measurement Methods, and Research Findings. *Journal of Environmental Psychology, 19*(4), 369-382. <https://doi.org/10.1006/jev.1999.0141>
- Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T. & Olsson, D. (2019). The Sustainability Consciousness Questionnaire: The Theoretical Development and Empirical Validation of an Evaluation Instrument for Stakeholders Working with Sustainable Development. *Sustainable Development, 27*(1), 35-49. <https://doi.org/10.1002/sd.1859>
- Hadzigeorgiou, Y. & Skoumios, M. (2013). The Development of Environmental Awareness through School Science: Problems and Possibilities. *International Journal of Environmental and Science Education, 8*(3), 405-426. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1016851.pdf>
- Higgs, A.L. & McMillan, V.M. (2006). Teaching through Modeling: Four Schools' Experiences in Sustainability Education. *The Journal of Environmental Education, 38*(1), 39-53. <https://doi.org/10.3200/JOEE.38.1.39-53>
- Jones, C.A. & Davison, A. (2021). Disempowering Emotions: The Role of Educational Experiences in Social Responses to Climate Change. *Geoforum, 118*, 190-200. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2020.11.006>
- Kauffman, N. & Hill, K. (2021). Climate Change, Adaptation Planning and Institutional Integration: A Literature Review and Framework. *Sustainability, 13*(19), artikel 10708. <https://doi.org/10.3390/su131910708>
- Kjeldsen, C.C., Kristensen, R.M. & Christensen, A.A. (2020). *Matematik og natur/teknologi i 4. klasse – resultater af TIMSS-undersøgelsen 2019*. Aarhus Universitetsforlag.
- Krogh, L.B., Dolin, J. & Petersen, M.R. (2022). De vigtigste udfordringer i det danske naturfagsdidaktiske felt. *MONA, 2022*(2), 24-42. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/132756/177878>
- Lee, B.X., Kjaerulf, F., Turner, S., Cohen, L., Donnelly, P.D., Muggah, R., Davis, R., Realini, A., Kieselbach, B., MacGregor, L.S., Waller, I., Gordon, R., Moloney-Kitts, M., Lee, G. & Gilligan, J.

- (2016). Transforming Our World: Implementing the 2030 Agenda through Sustainable Development Goal Indicators. *Journal of Public Health Policy*, 37, 13-31. <https://doi.org/10.1057/s41271-016-0002-7>
- Littledyke, M. (2008). Science Education for Environmental Awareness: Approaches to Integrating Cognitive and Affective Domains. *Environmental Education Research*, 14(1), 1-17. <https://doi.org/10.1080/13504620701843301>
- Liu, S. & Guo, L. (2018). Based on Environmental Education to Study the Correlation between Environmental Knowledge and Environmental Value. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(7), 3311-3319. <https://doi.org/10.29333/ejmste/91246>
- Martin, M.O., von Davier, M. & Mullis, I.V.S. (red.). (2020). *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods/pdf/TIMSS-2019-MP-Technical-Report.pdf>
- McKinley, D.C., Miller-Rushing, A.J., Ballard, H.L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S.C., Evans, D.M., French, R.A., Parrish, J.K., Phillips, T.B., Ryan, S.F., Shanley, L.A., Shirk, J.L., Stepenuck, K.F., Weltzin, J.F., Wiggins, A., Boyle, O.D., Briggs, R.D., Chapin, S.F., Hewitt, D.A., Preuss, P.W. & Soukup, M.A. (2017). Citizen Science Can Improve Conservation Science, Natural Resource Management, and Environmental Protection. *Biological Conservation*, 208, 15-28. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>
- Mislevy, R.J., Beaton, A.E., Kaplan, B. & Sheehan, K.M. (1992). Estimating Population Characteristics from Sparse Matrix Samples of Item Responses. *Journal of Educational Measurement*, 29(2), 133-161. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1992.tb00371.x>
- Monroe, M.C., Plate, R.R., Oxarart, A., Bowers, A. & Chaves, W.A. (2019). Identifying Effective Climate Change Education Strategies: A Systematic Review of the Research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791-812. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D. & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- Nguyen, T. & Kelley, C. (2018). *Methods Used for Estimating Mixed-Effects Models in EdSurvey*. American Institutes for Research. https://www.air.org/sites/default/files/EdSurvey-Mixed_Models.pdf
- R Core Team. (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Reynolds, K.A. & Komakhidze, M. (2022). *TIMSS 2023 Assessment Frameworks*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2023/frameworks/pdf/T23-Environmental-Attitudes-and-Behaviors-Framework.pdf>

- Rogayan, J.D.V. & Nebrida, E.E.D. (2019). Environmental Awareness and Practices of Science Students: Input for Ecological Management Plan. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 9(2), 106-119. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1219420.pdf>
- Rutkowski, L., von Davier, M. & Rutkowski, D. (2013). *Handbook of International Large-Scale Assessment: Background, Technical Issues, and Methods of Data Analysis*. CRC Press.
- Sánchez, J.M. & Lafuente, R. (2010). Defining and Measuring Environmental Consciousness. *Revista Internacional de Sociología*, 68(3), 731-755. <https://doi.org/10.3989/ris.2008.11.03>
- Sukma, E., Ramadhan, S. & Indriyani, V. (2020). Integration of Environmental Education in Elementary Schools. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1), artikel 012136. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012136>
- Susongko, P. & Afrizal, T. (2018). The Determinant Factors Analysis of Indonesian Students Environmental Awareness in PISA 2015. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 407-419. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i4.10684>
- Tireli, Ü. & Jacobsen, J.C. (2021). Klimaaktivisme – for en kritisk pædagogik i skolen. *Nordic Studies in Education*, 41(1), 46-61. <https://doi.org/10.23865/nse.v41.2250>
- Turrini, T., Dörler, D., Richter, A., Heigl, F. & Bonn, A. (2018). The Threefold Potential of Environmental Citizen Science: Generating Knowledge, Creating Learning Opportunities and Enabling Civic Participation. *Biological Conservation*, 225, 176-186. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.024>
- Uitto, A., Boeve-de Pauw, J. & Saloranta, S. (2015). Participatory School Experiences as Facilitators for Adolescents' Ecological Behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 43, 55-65. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.05.007>
- United Nations. (2015) Transforming our world: The 2030 Agenda for sustainable development. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- United Nations. (2021). *The Sustainable Development Goals Report 2021*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/>
- United Nations. (2023). *Conferences | Environment and Sustainable Development*. <https://www.un.org/en/conferences/environment>
- von Davier, M. (2020). TIMSS 2019 Scaling Methodology: Item Response Theory, Population Models, and Linking Across Modes. I: M.O. Martin, M. von Davier & I.V.S. Mullis (red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report* (s. 11.1-11.25). International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Voulvoulis, N. & Burgman, M.A. (2019). The Contrasting Roles of Science and Technology in Environmental Challenges. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 49(12), 1079-1106. <https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1565519>
- Wagemaker, H. (2020). *Reliability and Validity of International Large-Scale Assessment: Understanding IEA's Comparative Studies of Student Achievement*. Springer Nature.

- Wagner, J. & Hastedt, D. (2022). *Valuing Curriculum-Based International Large-Scale Assessments: Ensuring Alignment with National Curricula in IEA Studies*. IEA Compass: Briefs in Education No. 16. IEA. <https://online.flippingbook.com/view/163945639>
- Wals, A.E., Brody, M., Dillon, J. & Stevenson, R.B. (2014). Convergence between Science and Environmental Education. *Science*, 344(6184), 583-584. <https://doi.org/10.1126/science.1250515>
- Waltner, E.M., Rieß, W. & Mischo, C. (2019). Development and Validation of an Instrument for Measuring Student Sustainability Competencies. *Sustainability*, 11(6), artikel 1717. <https://doi.org/10.3390/su11061717>
- Yin, L. & Foy, P. (2020). Constructing the TIMSS 2019 Environmental Awareness Scales. I: M.O. Martin, M. von Davier & I.V.S. Mullis (red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report* (s. 18.1-18.30). International Association for the Evaluation of Educational Achievement. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods/chapter-18.html>
- Zsóka, Á., Szerényi, Z.M., Széchy, A. & Kocsis, T. (2013). Greening Due to Environmental Education? Environmental Knowledge, Attitudes, Consumer Behavior and Everyday Pro-Environmental Activities of Hungarian High School and University Students. *Journal of Cleaner Production*, 48, 126-138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.030>

English abstract

This study investigates correlations between science education and environmental awareness among 4th-grade students in the Nordic countries. Analyses are conducted on data from TIMSS 2019, which includes a scale assessing students' environmental awareness, associated with knowledge and cognitive skills in the subject area. Findings reveal a positive correlation, highlighting science education's potential in raising environmental awareness. Moreover, students with a strong interest in science and high self-confidence in the subject tend to exhibit greater environmental awareness. Intraclass correlation analyses indicate variation in the emphasis schools and teachers place on climate and environmental education. The study identifies no gender differences but underscores socioeconomic disparities, emphasizing the influence of socioeconomic status on students' environmental awareness.