

Kritisk matematikk- undervisning – en vei til demokratisk deltakelse

Kaja Burt-Davies og Annica Andersson

SAMMENDRAG

Sørger matematikkundervisningen for at våre fremtidige samfunnsborgere får den matematiske kompetansen de trenger for å kunne forholde seg kritisk til samfunnsutfordringer? Denne artikkelen presenterer Critical Mathematics Education, et forsknings- og utviklingsfelt som fremmer et aktivt undervisningsmiljø og støtter lærere som ønsker å jobbe med samfunnsutfordringer og spørsmål knyttet til mangfold, kultur og sosioøkonomiske forskjeller i matematikkundervisningen. Ved å bygge matematikkundervisningen på viktige samfunnsproblemer er målet at elevene skal utvikle matematisk kompetanse og kritisk tankegang for å forstå hvordan matematikk brukes og påvirker samfunnet.

INNLEDNING

I denne artikkelen ser vi på hvordan matematikklærere kan arbeide aktivt med samfunnsspørsmål og utfordringer knyttet til mangfold, kultur og sosioøkonomiske forskjeller i matematikkundervisningen. Den nye læreplanen i matematikk 1.–10. (Kunnskapsdepartementet 2019) gir matematikklæreren en unik mulighet til å sette søkelys på matematikken i samfunnet, men lykkes vi med det? Sørger matematikkundervisningen for at fremtidige arbeidstakere får innsikt i et stadig mer polarisert økonomisk system, klimaforandringer og sosial urettferdighet? Sørger den for at elever kan tilegne seg den nødvendige kompetansen som våre fremtidige samfunnsborgere trenger, for å kunne forholde seg kritisk til utfordringer og arbeide for forandring og forbedring?

Forfatterne av denne artikkelen, Kaja og Annica, har lang erfaring med matematikkundervisning i ungdomsskole og videregående opplæring. Basert på forskning og erfaring vet vi at å utvikle elevers forståelse og bevissthet for matematikkens rolle i samfunnet er en vanskelig, men givende oppgave. Vi har begge funnet støtte, muligheter og inspirasjon i det forskningsfeltet som kalles Critical Mathematics Education (CME) (Andersson & Barwell 2021). Denne artikkelen skriver vi rett etter at samfunnet er åpnet etter en pandemi, med klimautfordringer på agendaen, samtidig som vi følger Russlands invasjon av Ukraina. I lys av disse utfordringene stiller vi spørsmålet: Hvordan kan vi som matematikklærere aktualisere undervisningen slik at klasserommet blir en arena der viktige samfunnsspørsmål kan diskuteres også med matematiske perspektiver?

For å besvare spørsmålet tar vi utgangspunkt i de tverrfaglige temaene *folkehelse og livsmestring, demokrati og medborgerskap, og bærekraftig utvikling* (Kunnskapsdepartementet 2019), og i vår forståelse av kritisk matematikkundervisning. Vi begynner med en kort gjennomgang av tankene bak CME. Deretter trekker vi frem hvordan man, i lys av CME, kan fremme et aktivt undervisningsmiljø for å stimulere til kompetanseutvikling knyttet til kritisk matematikkundervisning. Til slutt gir vi noen tips som inspirasjon til deg som ønsker å prøve kritisk matematikkundervisning, basert på relevante problemstillinger som globale klimaendringer og raske samfunnsutfordringer.

Det er ingen mangel på akutte, kritiske problemer som matematikkundervisning kan og bør engasjere seg i. Bare de siste årene har vi sett og opplevd covid-19-pandemien, og i skrivende stund ser vi hvordan Russlands invasjon av Ukraina påvirker den globale økonomien, truer verdens matproduksjon og undergraver demokratiske verdier. Vi har også sett store skogbranner i andre deler av verden, og vi har sett bevis på hvordan plastpartikler forurenser hav og land. Vi har sett Black Lives Matter-protester og hørt om «fake news» i kombinasjon med valgkampanjer. Disse fenomenene er på ulike måter knyttet til spørsmål om liv og død. De har alle en klar politisk dimensjon, er av tverrfaglig natur og involverer matematikk på forskjellige måter. Derfor kan de alle danne utgangspunkt for kritisk matematikkundervisning (Andersson & Barwell, 2021).

KRITISK MATEMATIKKUNDERVISNING

Critical Mathematics Education (CME) er en paraplybetegnelse for et forsknings- og praksisfelt som fremmer kritiske perspektiver i og på matematikkundervisningen. Andersson og Barwell (2021) presenterer CME som tre brede kritiske utdanningstradisjoner i matematikk som er utviklet i amerikanske og skandinaviske kontekster. Den første tradisjonen er basert på Freires (2011, norsk utgave) teorier og arbeid, den andre på Foucaults (1972) diskursteorier, og den tredje omtales som «The Nordic School» med blant annet Mellin Olsen og Skovsmose som frontfigurer. De forskjellige tradisjonene har påvirket hverandre på viktige måter, noen ganger eksplisitt, men ofte implisitt. Til tross for ulike utgangspunkt og distinkte og særegne aspekter deler de ulike grenene innenfor CME et felles mål: Kritisk matematikkundervisning er drevet av akutte, komplekse spørsmål; er politisk aktivt engasjert; er demokratisk; involverer kritikk; og er refleksiv og selvrefleksiv.

Men hva betyr egentlig begrepet kritisk? «Critical» er engelsk for kritisk, men vi vil understreke at «critical» i denne sammenhengen også betyr viktig – og kanskje til og med akutt. Ifølge Foucault (1972) betyr kritikk analyse og grenseoverskridende refleksjon. Kritisk refleksjon betyr å evaluere og vurdere kontekstuelle forhold (Skovsmose, 1998). I tråd med Foucault og Skovsmose benyttes begrepet kritisk i denne sammenhengen om tenkemåter og utforskning, som en vurdering av en situasjon eller rammer for læring. *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen* (Kunnskapsdepartementet, 2017, pkt. 2.5) knytter også begrepet kritisk tenking, i betydningen forståelse og evne til refleksjon, til kompetansebegrepet. Ifølge *Læreplanen i matematikk 1.–10.* omfatter kritisk tenking i matematikk at elevene kritisk vurderer sine egne og

andres resonnementer og argumenter, noe som skal bidra til å ruste elevene til å «gjøre egne valg og ta stilling til viktige spørsmål i sitt eget liv og i samfunnet» (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 2). Kritisk refleksjon er dermed et fundamentalt og uunnværlig element knyttet til beskyttelse og utvikling av vårt demokratiske samfunn.

Giroux (i Freire & Macedo, 1987, s. 11) skriver: «To be literate is not to be free, it is to be present and active in the struggle for reclaiming one's voice, history and future.» I denne tankegangen ligger det et transformativt element, med vekt på et bedre og mer rettferdig samfunn. Den samme tanken ligger til grunn for CME. D'Ambrosio (1994) beskriver utdanning som en sosial og økonomisk virksomhet som skal sikre ethvert menneske den kompetansen som er nødvendig for å kunne konkurrere i den globale økonomien, og for å kunne utøve rettigheter og plikter knyttet til statsborgerskap. For å oppnå målene må alle elever få ta del i et godt undervisningsmiljø i et rettferdig undervisningssystem. Hannaford (1998) fremholder en direkte sammenheng mellom matematikkopplæring og demokrati, fordi matematikkundervisning kan lære elever å lytte, tenke og argumentere mer effektivt. Matematikkundervisning kan også bidra til at elever lærer å respektere andre og til å akseptere ideer som de ikke forstår med en gang. De kan til og med lære å godta avgjørelser som de ikke liker eller respekterer. Matematikk og matematikkundervisning kan dermed forstås som redskaper for utvikling av logisk tankegang, argumentasjonsbygging, forståelse for presisjon, og gjensidig respekt. Slike egenskaper og kompetanser er uunnværlige for det demokratiske samfunnet, fordi det kan gi individer og grupper den kraften som kreves for å kunne fremme sine ytringer og påvirke samfunnet de er en del av.

FRA LITERACY TIL MATHEMACY – MATEMATISK MYNDIGGJØRING

Literacy er et begrep som brukes om lesekyndighet. Freire og Macedo (1987) beskriver literacy som en nøkkelkompetanse for å kunne utvikle kritisk evne og bevissthet for egen posisjon, et utgangspunkt for endring. De betrakter literacy som et grunnleggende element for demokratisk deltakelse, som en kobling mellom individet og det politiske samfunnet. Inspirert av Freires literacy-begrep har matematikklærer og forsker Gutstein skrevet boken *Reading and Writing the World with Mathematics: Towards a Pedagogy for Social Justice* (2006). Basert på forskning i eget klasserom argumenterer Gutstein for at matematikkundervisning må forbedre elevene på å kritisere urettferdighet og utfordre ord, handlinger og undertrykkende strukturer. Gutstein bruker begrepet *mathematical literacy* om den matematiske kompetansen som er nødvendig for å forstå og påvirke konteksten av eget liv. Ifølge Gutstein betyr «Reading the world with mathematics» å:

... use mathematics to understand relations of power, resource, inequities, and disparate opportunities between different social groups and to understand explicit discrimination based on race, class, gender, language and other differences. Further it means to dissect and deconstruct media and other forms of representation. It means to use mathematics to examine these various phenomena in both one's immediate life and in the broader social world and to identify relationships and make connections between them.

(Gutstein, 2003, s. 45)

«Writing the world with mathematics» betyr å bruke matematikk til å forandre verden, en utviklingsprosess som innebærer å se seg selv som kapabel

til å skape endringer. For å skape endringer er det utslagsgivende at matematikkundervisningen skaper rom for å utvikle kritisk bevissthet:

Students need to be prepared through their mathematics education to investigate and critique injustice, and to challenge, in words and actions, oppressive structures and acts – that is, to «read and write the world» with mathematics»

(Gutstein, 2006, s. 4)

En undervisningsform som fremmer utvikling av kritiske ferdigheter, og som bevisstgjør elever på matematikkens rolle i samfunnet, vil styrke elevens mulighet til å «formulere egne argument og delta i samfunnsdebatten». Den vil også «gjøre elevene bevisste på føresetnader og premisser for matematiske modeller som ligg til grunn for avgjørelser i deira eige liv og i samfunnet», slik som beskrevet i det tverrfaglige temaet *Demokrati og medborgerskap* (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 4).

Krzystof (elev i 10. klasse på mottaksskole): Hvis du viser hvor god du er til å skjønne matten i samfunnet, så blir du veldig fort mer overbevisende. Samme som med språket. Hvis du klarer å bruke språket riktig, så kan det bli en makt.

(Høyer-Hansen, 2021)

Slik matematisk kompetanse kan være «empowering» (Skovsmose, 2011). Freire bruker begrepet *concientización*, en kritisk bevissthet der man ser på seg selv som en «knower», en kunnskapsbesitter, som et utgangspunkt for å få myndighet til å skape endring (Freire & Macedo, 1987). Det innebærer bevisstgjøring av sosiale og politiske holdninger og motsetninger i samfunnet. Gjennom bevisstgjøring og kritisk holdning kan man analysere relasjonene man inngår i, og dermed oppdage seg selv. I det

man blir bevisst, vil mulighet for endring være til stede, og dermed er bevissthet og matematisk kompetanse grunnleggende for forandring.

*Krzysztof (elev i 10. klasse på mottaksskole):
[...] matte trengs for å forandre verden og
ulikheter. Uten matte kunne vi ikke sett på
disse ulikhetene like tydelig som med
statistikk, funksjoner osv. Det at [læreren]
viser dette til oss, engasjerer oss mer i
faget og viser at det er nødvendig å lære
seg det.*

(Høyer-Hansen, 2021)

The Nordic School

The Nordic School ble initiert av skandinaviske forskere. Et tidlig bidrag var Mellin-Olsens (1987) sosiopolitiske arbeid som presenteres i boken *The Politics of Mathematics Education*. Flere av hans synspunkter er også svært relevante i dag. Mellin-Olsen bemerket at kulturelle praksiser (f.eks. husbygging, leker og spill), der forskjellige former for matematikk benyttes, innebærer en politisk dimensjon til matematikkundervisningen. Den politiske dimensjonen er knyttet til valg av matematikkoppgaver og hvilke elever som har nytte av de ulike valgene. Mellin-Olsens arbeid ble fulgt opp av blant andre Skovsmose (f.eks. Skovsmose, 1994, 2001). I *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education* (1994) beskriver Skovsmose hvordan matematikk former det moderne samfunnet, ofte gjennom teknologi, ofte på usynlige måter. Som et resultat av dette hevder Skovsmose at det ikke er tilstrekkelig for elever å bare lære hvordan man skriver og bruker matematikk. Matematikkundervisningen må også tilrettelegge for at elevene lærer om kritikk og hvordan de kan kritisere selve matematikken de møter i livet og i samfunnet. Ikke minst er det avgjørende at elevene lærer og forstår matematikkens avgjørende rolle innenfor teknologi og samfunnsøkonomisk utvikling.

Skovsmose (2001) bruker begrepet *mathemacy* om matematiske ferdigheter kombinert med kompetanse til å tolke og handle i sosiale og politiske situasjoner som er påvirket eller strukturert av matematikk. På lik linje med literacy må *mathemacy* forstås som et sammensatt kompetansebegrep som inkluderer flere delkompetanser. Skovsmose (1994) beskriver den første delkompetansen, *mathematical knowing*, som formelle matematiske ferdigheter. Det inkluderer matematisk tankegang, kalkulering og utregning ved hjelp av algoritmer, kunnskaper som er nødvendige for å løse problemer. Den andre delkompetansen kaller Skovsmose *technological knowing*. Her refereres det til evnen til å bruke matematisk kompetanse for å lage matematiske modeller. Det handler om å forstå matematikken slik at den kan anvendes. Siste delkompetanse av *mathemacy*-begrepet er *reflective knowing*. Skovsmose fremhever spesielt at reflekterende kompetanse må utvikles for å gi matematikkundervisning den kritiske dimensjonen, fordi kritisk aktivitet innebærer å forstå prosesser knyttet til sosial utvikling, og å kunne revurdere det som skjer (Skovsmose, 1998). Det dreier seg om å utvikle menneskers evne til kritisk å oppfatte og forstå den måten de eksisterer på i verden, og til å forstå verden som en virkelighet i utvikling som man selv har mulighet til å påvirke. Dette er sammenfallende med kjernen i problembasert undervisning (Freire, 2011).

*Nina (elev i 10 klasse på mottaksskole):
Det er bra at vi snakker om det, for det
skjer hele tiden. Å snakke om det gjør at vi
når vi blir eldre, kanskje kan fikse opp i
det. Jeg tenkte ikke at matte hadde en så
stor rolle i samfunnet.*

(Høyer-Hansen, 2021)

Den sosiopolitiske tolkningen av matematisk kompetanse og matematisk myndighet går ut på å utvikle en forståelse av at matematikk har en bred

sosial og politisk betydning (Skovsmose, 2011). Mathematics kan på denne måten beskrives som en nøkkel til å forstå og til å påvirke forhold i samfunnet, og sammenfaller med mål i de tverrfaglige temaene som er tilknyttet matematikkundervisning.

Temaet *Folkehelse og livsmestring* skal gi elevene kompetanse i problemløsning, statistikk og personlig økonomi, gjennom forståelse for teknologi, statistikk og matematiske representasjoner og modeller som *kan hjelpe dem til å gjøre ansvarlige livsvalg*. Videre har temaet *Demokrati og medborgerskap* fått et særskilt ansvar for å gi elevene kompetanse i å *utforske, analysere og vurdere* funn fra reelle datasett og tallmaterialer fra natur, samfunn, arbeidsliv og hverdagsliv. Det vektlegges også at matematikkfaget skal gjøre elevene *bevisste* på *forutsetninger og premisser* for matematiske modeller som *ligger til grunn for beslutninger* i deres eget liv og i samfunnet (Kunnskapsdepartementet, 2019). I lys av CME kan mathematics dermed beskrives som grunnleggende for å kunne formulere egne argumenter og delta i samfunnsdebatten. Videre fremkommer det tydelig at også læreplanene inviterer matematikklærere til å fremme kritisk matematikk (Kunnskapsdepartementet, 2019).

ET ELEVAKTIVT UNDERVISNINGSMILJØ ER NØDVENDIG FOR Å KUNNE UTVIKLE MATHEMACY

Elever som undervises i et undervisningsmiljø som praktiserer elevaktive læringsformer, evner i større grad å benytte matematikken i nye og ukjente situasjoner (Boaler & Greeno, 2000). Det betyr at læring gjennom samtale og samarbeid hjelper elevene til å ta i bruk sin matematiske kompetanse utenfor klasserommet. Paralleller kan trekkes til dybdelæringsbegrepet. Dybdelæring er sentralt for at elevene skal utvikle en helhetlig forståelse for faget og samtidig se sammenhengen mellom

matematikken og andre fag, slik at matematikken kan brukes til å løse problemer og oppgaver i nye sammenhenger, individuelt og i samspill med andre (Kunnskapsdepartementet, 2017).

The Nordic School har fokusert på å utvikle et elevaktivt undervisningsmiljø der samfunnsutfordringer kan diskuteres, der matematikkens rolle i samfunnet kan fremheves, og hvor kritikk av matematikk og matematikkens bruksområder er tillatt og til og med forventet. Ved å ta utgangspunkt i reelle tall og hendelser, og diskutere f.eks. prioriteringen av covid-19-vaksiner på verdensbasis, sett opp mot den effekten man statistisk kan forvente å oppnå ved vaksiner, kan dette la seg gjøre. En slik sak har både etiske og økonomiske aspekter, og vil derfor kunne være grunnlag for å fremme ovennevnte aspekter. Videre vil også en læringsaktivitet av denne typen fremme en rekonsptualisering av elevenes rolle i matematikklasserommet – fra et rom preget av stillhet med individuelle beregninger og matematiske øvelser, til et rom for dialog, refleksjon og kritikk (se f.eks. Andersson, 2011; Burt-Davies, 2021; Skovsmose, 2009; Skovsmose & Valero, 2001). Dette sammenfaller i stor grad med flere mål i *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen* (Kunnskapsdepartementet, 2017), der det presiseres at skolen skal være et sted der barn og unge opplever demokrati i praksis. Det betyr at undervisningen skal baseres på demokratisk kultur som fremmer utvikling av demokratiske verdier. Å fremme elevstemmene gjennom refleksjon rundt matematiske problemstillinger og derigjennom gi elevene mulighet til å påvirke undervisningens retning er eksempler på operasjonalisering av et demokratisk verdisyn. Slike kompetanser må oppøves i et fellesskap, og omhandler for eksempel å kunne møte utfordringer i tråd med demokratiske prinsipper, å respektere uenighet og å kunne tenke kritisk.

Så hvordan går man frem for å skape et undervisningsmiljø som fremmer motivasjon og dybdelæring? CME hevder at språk og interaksjon er selve fundamentet for læring. Dialogen finner sted mellom det man allerede kan, og det man er på vei til å lære (Alrø & Johnsen-Høines, 2010). I praksis betyr dette at dialogen i seg selv er en læringsaktivitet. Videre kan språket også beskrives som koblingen mellom hvem vi er (identitet), hva vi gjør (handlinger), og hva vi sier (informasjon) (Gee, 2014). Slik kan man si at språket er en indre og ytre representasjon av hvem man er. For å utvikle oss som individer og som gruppe er dialog, samarbeid og fellesskap fundamentalt (Freire, 2011). Dermed kan kommunikasjon anses som en uadskillelig del av læring, fordi kommunikasjon er et redskap for å dele ideer og utvikle strategier, dermed også et redskap for å utføre læringsaktiviteter.

Matematikkundervisningen må «smelte sammen med samfunnet»

*Janina (elev i 10. klasse på mottaksskole):
Jeg ble veldig sjokka når vi snakket om
urettferdig matematikk, fordi jeg har mer
trodd at matte er mer tall og bokstaver,
mens matte er egentlig over alt. Det at
man kan finne ut rolle i samfunnet over
matte [matematikkens rolle i samfunnet],
er veldig fascinerende og gøy å lære.
(Høyer-Hansen, 2021)*

For at elevene skal få mulighet til å lage kataloger over tingene de lærer, er undersøkelsesfasen uunnværlig. «Kunnskap kommer bare gjennom oppfinnelser og nyoppfinnelser, gjennom den aldri hvilende, utålmodige, konstante, håpefulle undersøkelsen som menneskene bedriver i tilværelsen, overfor tilværelsen og overfor hverandre» (egen oversettelse, Freire, 2011, s. 55). For å fremme mange av de elementene som er sentrale for at noe

skal dybdelæres, er det et viktig fokus innenfor CME at skolemiljøet og læringsaktivitetene gjenspeiler verden, både i og utenfor klasserommet.

Akutte, kritiske, komplekse spørsmål som inkluderer refleksivitet, kan relateres til det Freire (2011) omtaler som problembasert undervisning. Problembasert undervisning bidrar til å utvikle elevenes evne til kritisk å oppfatte og forstå måten de eksisterer på i verden. Det er et grunnlag for å forstå verden som en virkelighet i utvikling som man har mulighet til å påvirke, og som kan knyttes direkte til fundamentet i demokratisk tankegang, nemlig selvstyre.

Alle elever har med seg en form for bagasje inn i undervisningssituasjoner. CME fremmer at undervisningen skal knyttes til elevenes bakgrunn og erfaringer som ressurs, fordi mening og læring konstrueres i konteksten av eget liv (Bishop, 1988). Det betyr at den lærende *alltid* har kunnskaper som er relevant for læringsprosessen, og at denne kunnskapen bør lede an for undervisningen (Mellin-Olsen, 1987). Problembasert undervisning bør derfor ta utgangspunkt i et lokalt eller globalt «problem», noe som elevene kjenner til, og som de selv opplever som problematisk eller utfordrende. Det viktige er at «problemet» knyttes til elevenes liv i dag eller i fremtiden, og at «problemet» oppleves som relevant og viktig for elevene. Hvis elevene ikke opplever at «problemet» er relevant for egen livssituasjon, vil de heller ikke oppfatte lærestoffet som viktig (Mellin-Olsen, 1987). Det kan i stor grad påvirke elevenes motivasjon for læring, og ha effekt på om dybdelæring skjer eller ikke. Prinsippet om å utvikle et undervisningsforløp der tallene har en betydning for elevenes liv, hjelper dem til å få matematikken «inn under huden» (Mellin-Olsen & Lindén, 1997). Denne betraktningen støttes av Carraher et al. (1985), som fremholder at elever ofte er bedre problemløser i en realistisk kontekst.

Figur 1:
Landscapes of investigation
(Skovsmose, 2001, s. 126)

	Tradition of exercises	Landscapes of investigation
References to pure mathematics	(1)	(2)
References to a semi-reality	(3)	(4)
Real-life references	(5)	(6)

Et utforskende læringslandskap

«A landscape which can support investigative work, I call a landscape of investigation»
(Skovsmose, 2001, s. 123).

Skovsmose mener at utforskende læring med «real life references» er utgangspunkt for matematisk refleksjon og bidrar til at elevene blir aktive i læringsprosessen.

For å illustrere ulike grader av utforskende læring benytter Skovsmose en tabell (figur 1), der grad (1)

er lav grad av utforskning og (6) er høy grad. Tabellen kontrasterer det tradisjonelle oppgaveparadigmet med et undersøkelseslandskap, der *tradition of exercises*, grad (1), kan være tradisjonell tavleundervisning eller oppgaver som løses uten at oppgaver settes inn i en realistisk kontekst, og der nivå (5) er tavleundervisning eller oppgaver med realistisk kontekst. Søkelystet er fortsatt på formell matematikk, med lite utforskning. Man kan tenke seg at læreren står for det meste av forklaringene. Som en motsetning til dette setter Skovsmose *landscapes of investigation*. Her består læringsaktivitetene av mer elevaktive læringsformer, med

stigende grad av realistisk kontekst. Et semirealistisk læringsmiljø (4) kan innebære at elevene undersøker f.eks. hva som skal til for å kunne utjevne forskjeller mellom mannlig og kvinnelig lønnsnivå, og reflekterer rundt *hvordan* dette kan utjevnes, mens et realistisk læringsmiljø (6) kan være et studiebesøk utenfor skolen der elevene jobber med oppgaver tilknyttet miljøet de befinner seg i. Skovsmose trekker frem at semirealistiske (4) og realistiske læringsmiljøer (6) er særlig viktige og fremmer elevens utvikling av *mathemacy*. Konklusjonen er at utforskende læring bør ta utgangspunkt i virkelige referanser og en kontekst som anses som viktig og reell for elevene. Det kan bidra til at elevene motiveres til dybdelæring og på lengre sikt blir bedre problemløserne. Undervisningsmiljøet – elevaktive og utforskende læringsformer – vil avgjøre hvilken kunnskap som produseres.

TIPS TIL KRITISK MATEMATIKKUNDERVISNING MED UTGANGSPUNKT I KLIMAENDRINGER

Matematikk påvirker og er en del av mange aspekter innenfor klimaendringer. Matematikk gir teknologi som kan påvirke klimaet, og er viktig for å forstå, beskrive og forutsi fremtidige klimaendringer. Kommunikasjon vedrørende klimaendringer skjer i stor grad med tall, diagram og grafer (Barwell, 2018). På grunn av matematikkens rolle argumenterer Barwell for at matematikklærere bør engasjere seg i klimaendringer, og at elevene må lære å reflektere over den rollen som matematikk kan spille i klimaendringer.

Klimaendringer kan betraktes som en av samfunnets største utfordringer, med store konsekvenser og høy grad av kompleksitet. Hvis du som lærer vil jobbe med f.eks. klimaspørsmål i klasserommet, er det noen aspekter som det er verdt å reflektere over i planleggingsprosessen. Nedenfor har vi listet noen momenter som du kan ta med inn i planleggingen.

1. Ta utgangspunkt i et problem som elevene opplever som relevant og dagsaktuelt. Problemet bør også være relevant for konteksten elevene befinner seg i. Det kan være lokale klimabekymringer og problemstillinger, som lokalt biologisk mangfold eller kommersielle interesser (Barwell & Hauge, 2021).
2. Baser undervisningen på reelle datasett. Datasettene kan samles inn eller genereres av elevene selv gjennom observasjon eller undersøkelser, eller hentes fra offentlige databaser (Barwell & Hauge, 2021).
3. La elevene diskutere hvilke data de skal samle inn, eller hvilke variabler som skal inkluderes i en eventuell modell. De kan også vurdere hvilke viktige aspekter ved problemet deres som er vanskelige å omsette til matematisk språk, for eksempel etiske konsekvenser. Fra et matematisk perspektiv bør det understrekes at det å være kritisk ikke betyr å avvise vitenskapelige resultater. Tvert imot kan det å være kritisk styrke vitenskapen ved å gjøre elevene i stand til å erkjenne at usikkerheter involvert i klimamodeller eller klimaobservasjoner er en naturlig del av matematikk og naturfag (Steffensen et al., 2021).
4. Kompleksiteten ved klimaendringer kan generere andre problemer enn de som finnes i mer tradisjonelle matematiske oppgaver – problemer som er tilknyttet de virkelige problemene i samfunnet. Å bruke tid på å diskutere usikkerhet og vurdere argumentasjon kan være en fruktbar tilnærming for å få elevene til å bruke matematikk i sin egen argumentasjon, samt for å være kritisk til andres bruk av matematikk (Andersson, 2011).

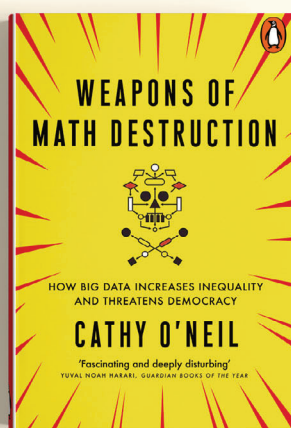
USIKKERHET OG MATEMATIKK

Tall og grafer brukes ofte i offentlige debatter om klimaendringer. Slike data kan være basert på observasjoner så vel som predikerte data fra klimamodeller, og begge situasjonene kan inneholde ulike nivåer av usikkerhet. Men hvis offentlige debatter får folk til å tro at de observerte og forutsagte dataene ikke er pålitelige på grunn av usikkerhets-elementet, kan usikkerhetsmomentet føre til uenighet i klimaendringer og mistillit til matematikk, og på lengre sikt påvirke hvordan klimaendringer skal forstås. Derfor understreker forskere som Hauge og Barwell (2017) at å lære elever å håndtere ulike typer usikkerhet kan gi en større forståelse for hvordan man kan håndtere usikkerhet knyttet til klimaendringer. Ved å la elevene gjennomføre statistiske undersøkelser og for eksempel beregne sine egne klimaavtrykk, og deretter sammenlikne med mennesker i for eksempel Bangladesh, USA eller Australia (se Andersson, 2011; Andersson & Nolan, 2021, for undervisningseksempel), vil elevene måtte ta stilling til usikkerhetsmomenter. Slike usikkerheter er ikke nødvendigvis feil som må rettes opp, men som snarere bør inkluderes som en naturlig del av vitenskapelige prosesser.

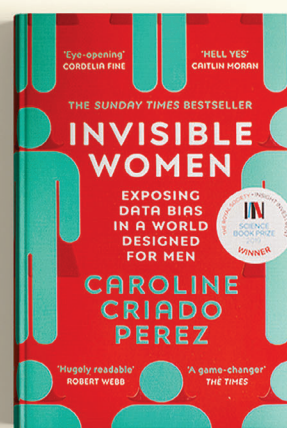
LESETIPS TIL DEG SOM VIL PRØVE KRITISK MATEMATIKKUNDERVISNING

To bøker som kan være et utgangspunkt for å diskutere matematikkens rolle i samfunnet med eldre elever, er *Weapons of Math Destruction* (O'Neil, 2016) og *Invisible Women: exposing data bias in a world designed for men* (Criado-Perez, 2019).

Weapons of Math Destruction
O'Neil, 2016



Invisible Women: exposing data bias in a world designed for men
Criado-Perez, 2019



I *Weapons of Math Destruction* skriver O'Neil (2016) om forskjeller innebygd i en rekke sosialt betydningsfulle algoritmer, for eksempel forebygging av kriminalitet, forsikring og helsetjenester. I ett kapittel viser hun hvordan algoritmer utviklet for å effektivisere politiarbeid i utvalgte byer i USA forutsier «hotspots» for kriminalitet og brukes som grunnlag for tildeling av politiressurser. Slike «hotspots» sammenfaller ofte med lavinntektsområder (som i USA ofte er svarte nabolag). Disse områdene underlegges intensiv politiovervåking, noe som resulterer i en over gjennomsnittlig andel arrestasjoner og leder til at innbyggere i disse nabolagene har større sannsynlighet for å få kriminelle rulleblader. En del av skjevheten kommer fra det faktum at overtredelser på lavt nivå også forekommer i velstående nabolag (inkludert såkalt white collar-kriminalitet), men siden politiet ikke er utplassert i disse nabolagene, vil heller ikke lovovertrедelser registreres i statistikk. Denne kjeden av omstendigheter drives av matematikk og resulterer i opprettholdelsen av en form for ulikhet og, faktisk, dødelig strukturell rasisme, i urbant politiarbeid.

I boken *Invisible Women* (2019) fremmes et komplekst og vedvarende problem – strukturell mannlig skjevhet innenfor økonomisk og vitenskapelig aktivitet. Det sentrale argumentet i boken er at mangel på kjønnsespesifikke data i mange aspekter av samfunnet resulterer i systemiske skjevheter mot kvinner. Et eksempel som kommer frem i boken, tar utgangspunkt i bilsikkerhetsstandarder. Ifølge Criado-Perez er standarden for sikkerhet nesten utelukkende basert på mannlig norm, inkludert en standard kollisjonstestdukke modellert på en «typisk» mann på 70 kg. Som et resultat av dette er flertallet av bilsikkerhetsdata egentlig ikke gyldige for kvinnelige sjåførere. Effekten av dette er at bilsikkerheten ikke er god nok for kvinner, noe som resulterer i en høyere andel skader og dødsfall når kvinnelige sjåførere er involvert i trafikkulykker. Et annet eksempel på mannlig skjevhet er det personlige verneutstyret som brukes av helsepersonell som kjemper mot covid-19-pandemien. Utstyret ble ifølge Criado-Perez «designet for en 6 fot 3 tomers fyr bygd som en rugbyspiller». Siden ca. 80 % av helsepersonell er kvinner, og utstyret, uforståelig nok, var designet for en mannlig minoritet, vil kvinnelige helsearbeidere i stor grad arbeide i utstyr som ikke passer, og som dermed kan sette deres helse og liv i fare.

STATISTIKK I SOSIALE MEDIER

Hvis du ønsker tips til hvordan du kan bruke statistikk og informasjon som sirkulerer på sosiale medier i undervisningen, kan artikkelen «Flattening the Facebook Curve: Exploring Intersections of COVID-19 and Critical Mathematics Education with the Real, the Surreal, and the Virtual» av Andersson and Nolan (2021) være svært aktuell. Artikkelen ble skrevet under covid-19-relaterte nedstengninger, karantene og isolasjonstiltak i 2020, og tar utgangspunkt i grafer, diagrammer, bilder og matematiske modeller (bilder) tilknyttet pandemien som sirkulerer på Facebook. I artikkelen analyseres en rekke bilder i lys av spørsmål basert på CME.

AVSLUTNING

Et mål med denne artikkelen er å skape interesse for, og informere om, hvordan kritisk matematikkundervisning kan praktiseres i klasserommet. Dette gjør vi fordi vi anser kritisk refleksjon som et fundamentalt og uunnværlig element knyttet til beskyttelse og utvikling av vårt demokratiske samfunn, og fordi matematisk kompetanse sammen med kritisk tankegang gir mennesker den kraften som kreves for at de kan fremme sine ytringer og påvirke samfunnet de er en del av. Elevene trenger tid til å oppleve og forstå hvordan de skal være kritiske på konstruktive måter (Andersson et al., 2015; Høyer-Hansen, 2021; Steffensen et al., 2021). For å gi elever mulighet til å utvikle kritisk bevissthet og gjenkjenne matematikkens rolle i samfunnet ser vi et behov for at lærere og forskere designer og utvikler undervisningsmetoder og undervisningsopplegg sammen. Hvis du ønsker å vite mer om kritisk matematikkundervisning, eller ønsker tips til egen undervisningspraksis, kan du kontakte oss.

Referanser

- Alrø, H. & Johnsen-Høines, M. (2010). Critical Dialogue in Mathematics Education. I H. Alrø, O. Ravn & P. Valero (red.), *Critical Mathematics Education – Past, Present, and Future: Festschrift for Ole Skovsmose* (s. 11–21). Sense Publishers.
- Andersson, A. (2011). A «Curling teacher» in mathematics education: Teacher identities and pedagogy development. *Mathematics Education Research Journal*, 23 (4), 437–454. <https://doi.org/10.1007/s13394-011-0025-0>
- Andersson, A. & Barwell, R. (2021). Introduction: Applying Critical Mathematics Education. I A. Andersson & R. Barwell (red.), *Applying critical perspectives in mathematics education*. Brill Publishers.
- Andersson, A. & Nolan, K. (2021). Flattening the Facebook Curve: Exploring Intersections of Critical Mathematics Education With the Real, the Surreal, and the Virtual During a Global Pandemic. *in education*, 26 (2), 24–50. <https://doi.org/10.37119/ojs2021.v26i2.482>
- Andersson, A., Valero, P. & Meaney, T. (2015). «I am [not always] a maths hater»: Shifting students' identity narratives in context. *Educational studies in mathematics*, 90 (2), 143–161. <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9617-z>
- Barwell, R. (2018). Some Thoughts on a Mathematics Education for Environmental Sustainability. I P. Ernest (red.), *The Philosophy of Mathematics Education Today* (s. 145–160). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77760-3_9
- Barwell, R. & Hauge, K.H. (2021). A Critical Mathematics Education for Climate Change. I A. Andersson & R. Barwell (red.), *Applying Critical Perspectives in Mathematics Education*. (s. 166–184). Brill Publishers. https://doi.org/https://doi.org/10.1163/9789004465800_008
- Bishop, A. J. (1988). *Mathematical Enculturation: A Cultural Perspective on Mathematics Education* (Vol. 6). Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-2657-8>
- Boaler, J. & Greeno, J.G. (2000). Identity, Agency and Knowing in Mathematics Worlds. I B.J. (Ed.), *Multiple Perspectives in Mathematics Teaching and Learning*. CT. Ablex Pub.
- Burt-Davies, K. (2021). *Mathemacy for Democracy* [Universitet i Sørøst-Norge].
- Carraher, N.T., Carraher, D.W. & Schliemann, A.D. (1985). Mathematics in the Streets and Schools. *British Journal of Developmental Psychology*, 3, 21–29. <https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1985.tb00951.x>
- Criado-Perez, C. (2019). *Invisible women: exposing data bias in a world designed for men*. Chatto & Windus.
- D'Ambrosio, U. (1994). Cultural Framing of Mathematics Teaching and Learning. I R. Biehler, R.W. Scholz, R. Strässer & B. Winkelmann (red.), *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline* (Vol. 13, s. 443–455). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/0-306-47204-X_9
- Foucault, M. (1972). *The archaeology of knowledge and The discourse on language* (A.M. Sheridan Smith, Trans.). Pantheon Books.
- Freire, P. (2011). *De undertryktes pedagogikk* (Vol. 2. utg.). Gyldendal Norsk Forlag.
- Freire, P. & Macedo, D. (1987). *Literacy: Reading the Word and the World*. Bergin & Garvey Publishers.
- Gee, J. P. (2014). *An Introduction to Discourse Analysis: Theory and Method*. Routledge. https://www.researchgate.net/publication/233896104An_Introduction_to_Discourse_Analysis_Theory_and_Method
- Gutstein, E. (2003). Teaching and Learning Mathematics for Social Justice in an Urban, Latino School. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34 (1), 37–73. <https://doi.org/10.2307/30034699>
- Gutstein, E. (2006). *Reading and Writing the World with Mathematics: Toward a Pedagogy for Social Justice*. London: Taylor & Francis Group.

- Hannaford, C. (1998). Mathematics teaching is democratic education. *ZDM*, 30, 181–187. <https://doi.org/10.1007/s11858-998-0008-0>
- Hauge, K.H. & Barwell, R. (2017). Post-normal science and mathematics education in uncertain times: Educating future citizens for extended peer communities. *Futures: the journal of policy, planning and futures studies*, 91, 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.11.013>
- Høyer-Hansen, K.H. (2021). «Jeg vil lære matte på norsk, på den norske måten». *Elevers storylines om læring i matematikk-faget: Fortellinger fra et flerspråklig klasserom* [Universitetet i Sørøst-Norge].
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020 Hentet fra: <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/>
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Læreplan i matematikk 1.–10. trinn (MAT01-05)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. Hentet fra: <https://www.udir.no/lk20/mat01-05>
- Mellin-Olsen, S. (1987). *The Politics of Mathematics Education* (Vol. 4). Reidel.
- Mellin-Olsen, S. & Lindén, N. (1997). *Perspektiver på matematikkvansker: tekster fra Tangenten* (2 ed.). Caspar.
- O’Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction: how big data increases inequality and threatens democracy*. Allen Lane.
- Skovsmose, O. (1994). Towards a critical mathematics education. *Educational studies in mathematics*, 27 (1), 35–57. <https://doi.org/10.1007/BF01284527>
- Skovsmose, O. (1998). Linking mathematics education and democracy: Citizenship, mathematical archaeology, mathematics and deliberative interaction. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 30 (6), 195. <https://doi.org/10.1007/s11858-998-0010-6>
- Skovsmose, O. (2001). Landscapes of Investigation. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 33 (4), 123–132. <https://doi.org/10.1007/bf02652747>
- Skovsmose, O. (2009). In doubt: About language, mathematics, knowledge and lifeworlds. *Sense*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1163/9789460910289>
- Skovsmose, O. (2011). *An Invitation to Critical Mathematics Education* (1 ed.). SensePublishers.
- Skovsmose, O. & Valero, P. (2001). Breaking Political Neutrality: The Critical Engagement og Mathematics Education With Democracy. I B. Atweh, H. Forgasz & B. Nebres (red.), *Sociocultural Research on Mathematics Education: An International Perspective* (s. 37–56). Lawrence Erlbaum Associates.
- Steffensen, L., Herheim, R. & Rangnes, T.E. (2021). The Mathematical Formatting of How Climate Change Is Perceived. I A. Andersson & R. Barwell (red.), *Applying Critical Perspectives in Mathematics Education* (s. 185–209). Brill Publishers. https://doi.org/https://doi.org/10.1163/9789004465800_009