

# Programmering og Computational Thinking i matematikundervisningen: hvad er skolens udgangspunkt?



Sofie Buch Cordsen, IND,  
Københavns Universitet



Andreas Lindenskov  
Tamborg, IND,  
Københavns Universitet



Liv Nøhr Larsen, IND,  
Københavns Universitet



Morten Misfeldt, IND,  
Københavns Universitet

**Abstract:** I denne artikel rapporterer vi fra en spørgeskemaundersøgelse hvor vi dokumenterer at en stor andel af de adspurgte teknologiinteresserede danske matematiklærere allerede nu underviser i programmering og computational thinking, på trods af at de ikke oplever at have de faglige forudsætninger eller den organisatoriske støtte til at udføre arbejdet. Artiklens empiriske grundlag udgøres af besvarelser fra 73 teknologiinteresserede danske matematiklærere indsamlet i januar-april 2022. Omkring to tredjedele af disse adspurgte lærere rapporterer at de underviser i CT-praksisser, mens kun 10,5% af dem mener at have de nødvendige kompetencer til det. Den adspurgte population, som må forventes at udgøres af særlig interesserede matematiklærere, finder således både vilje og en oplevelse af meningsfuldhed i arbejdet med CT i matematikundervisningen, men mangler kompetencer og en struktureret tilgang til kapacitetsopbygning. Særligt sidstnævnte forventer vi derfor i endnu højere grad må gælde den brede population af danske matematiklærere.

## Indledning

I øjeblikket diskuteres det hvordan den danske grundskole skal sikre udviklingen af elevers teknologiforståelse. Den danske undervisningsminister har meldt ud at han ønsker at placere teknologiforståelse som en obligatorisk del af flere af skolens store fag

samt som et valgfag. Især idéen om at indføre teknologiforståelse som valgfag har mødt modstand, med det argument at teknologiforståelse vedrører alle og derfor bør være obligatorisk. Mange lande har i de seneste år gennemført gennemgribende læreplansændringer hvormed de har indført forskellige elementer af datalogisk faglighed som obligatoriske elementer i grundskolen (Bocconi et al., 2022). I Danmark gennemførte vi i perioden 2018-2021 et forsøgsprogram hvor 46 skoler afprøvede teknologiforståelse som og i fag, og en række skoler har ansøgt om og fået tilladelse til at fortsætte. På flere skoler har der således været en tilsyneladende interesse i fortsat at undervise i teknologiforståelse. I denne artikel vil vi undersøge i hvilket omfang og hvordan teknologiinteresserede danske matematiklærere integrerer programmering og/eller computational thinking (CT) i deres undervisning. CT er et begreb med mange definitioner, men størsteparten har det tilfælles at de som oftest henviser til de tankeprocesser der er involveret i at formulere problemer så de kan løses sekventielt og algoritmisk (Wing, 2006), dog med forskelle i den specifikke terminologi der anvendes. Når vi i artiklen i tillæg til CT undersøger matematiklæreres brug af programmering, er det fordi programmeringsmiljøer historisk set har været beskrevet som den afgørende indgang til CT. Det er sådanne miljøer der gør det muligt for elever at forholde sig til matematiske problemer så de kan løses sekventielt og algoritmisk, og samtidig tilbyder elever et mere intuitivt alternativ baseret på naturligt sprog til at arbejde med matematiske problemstillinger end konventionelle matematiske notationer. I artiklen undersøger vi samtidig om de adspurgte lærere oplever at have de fornødne kompetencer til at undervise i CT og/eller programmering, og om de har organisatorisk opbakning til at gøre det. På trods af at det empiriske grundlag for artiklen ikke er repræsentativt for alle danske matematiklærere, vil svaret på disse spørgsmål udgøre vigtige præliminære indsigter hvis teknologiforståelse skal blive en obligatorisk del af undervisningen i folkeskolen.

Der er flere grunde til at undersøge CT inden for rammerne af matematikundervisning. For det første er integration af teknologiforståelse i matematikfaget en del af den strategi som regeringen har valgt at forfølge. For det andet er der omfattende internationale erfaringer med at arbejde med CT i matematikundervisning, der går mere end fire årtier tilbage (Tamborg et al., 2023). Endelig har der vist sig stor imødekommenhed blandt danske matematiklærere i forhold til at undervise i teknologiforståelse som en del af matematik. Slutevalueringen af forsøget med teknologiforståelse i folkeskolen viste bred konsensus blandt matematiklærere om at teknologiforståelse er af både høj relevans og høj vigtighed (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021). Desuden er der et stigende antal tilgængelige læremidler og programmeringsmiljøer til undervisning i teknologiforståelse og matematik såsom Scratch og NetLogo (Elicer et al., 2023). Selvom de gældende læreplaner for matematik ikke stiller krav om at dansk matematikundervisning indeholder CT, er det således sandsynligt at lærere vælger at inddrage det alligevel.

Eftersom den gældende læreplan for matematik ikke indeholder CT og dermed ikke foreskriver koblinger mellem CT og matematik, er det på nuværende tidspunkt op til lærere selv at træffe valg om hvilke indholdsområder de eventuelt vil fokusere på hvis de vælger at undervise i CT som en del af deres matematikundervisning. Denne artikel afreporterer fra en surveyundersøgelse udviklet med henblik på at afdække danske matematiklæreres CT-undervisningspraksisser, deres vurdering af hvorvidt de oplever at have de fornødne kompetencer til at kunne gennemføre en sådan undervisning, og de organisatoriske forudsætninger for undervisning i CT. Artiklen sigter dermed mod at besvare følgende forskningsspørgsmål:

*I hvilket omfang og hvordan indgår CT i teknologiinteresserede danske matematiklæreres undervisning i grundskolen, og hvilke faglige og organisatoriske forudsætninger har de for disse praksisser?*

Mens teknologiforståelse har været benævnelsen for den brede faglighed vi har afprøvet i Danmark, bruges det smallere begreb CT langt hyppigere i den internationale forskningslitteratur. I den danske forsøgsfaglighed optræder CT (på dansk computationel tankegang) som et af fagets kompetenceråder, hvor det er beskrevet forholdsvis kortfattet. De tre øvrige er digital myndiggørelse, teknologisk handleevne samt digital design og designprocesser. Spørgeskemaet, som vi præsenterer resultaterne af i denne artikel, er afgrænset til CT og præget af en mere omfangsrig definition af CT end den som er beskrevet i forsøgsfaget. Definitionen er udviklet med henblik på at beskrive dimensioner af CT der er særlig relevante i en matematikdidaktisk kontekst (Weintrop et al., 2016). Resultaterne af vores undersøgelse giver dermed et indblik i i hvilket omfang og hvordan matematiklærere underviser i CT, og i en forståelse af begrebet der er mere omfattende og dermed ikke korresponderer en til en med kompetenceområdet i forsøgsfaget teknologiforståelse. Vi har truffet dette valg da vores valgte definition af CT internationalt har fået anerkendelse for at udgøre relevans for matematikundervisning. Dermed tilvejebringer vores artikel en mere finkornet indsigt i CT's rolle i danske matematiklæreres undervisning, hvilket vi betragter som en vigtig information når fremadrettede læreplansændringer og øvrige indsatser skal udarbejdes og implementeres. I tillæg til CT berører vores undersøgelse programmering, da CT ikke altid associeres med programmering. Dog betragter vi programmering som et vigtigt indholdsområde i lyset af den brede anvendelse af programmeringsmiljøer som fx Scratch.

Vi vil besvare forskningsspørgsmålene gennem analyse af data fra en survey der er besvaret af et ikke-repræsentativt udsnit af danske matematiklærere. Vores besvarelse af *omfanget* af deres undervisning vil omhandle antallet af de CT-praksisser de underviser i. Vores besvarelse af *hvordan* de underviser i disse praksisser, vil primært

omhandle hvilke matematiske indholdsområder de kombinerer CT-praksisserne med. Vi indleder artiklen med at beskrive baggrunden for at interessere sig for CT i matematik både nationalt og internationalt samt det forskningsprojekt som denne artikel udspringer af. Vi vil dernæst beskrive indsigter og erfaringer fra tidligere studier med relevans for denne artikel, hvorefter vi vil redegøre for hvordan vi har udformet spørgeskemaet som vi tager afsæt i for at besvare forskningsspørgsmålet ovenfor. Endelig præsenterer vi artiklens resultater og afslutter med en diskussion og konklusion der behandler mulige forklaringer på artiklens resultater og deres implikationer set i lyset af de nuværende politiske intentioner om en ny teknologiforståelsesfaglighed i den danske grundskole. Artiklens bidrag henvender sig til både matematiklærere, læreruddannere, uddannelsesforskere og uddannelsespolitikere der beskæftiger sig med teknologiforståelse og/eller computational thinking og programmering i matematikkens didaktik.

### *Baggrund*

I de senere år har der været debat om hvordan grundskolen kan spille en mere aktiv rolle i at forberede elever til kritisk og konstruktivt at kunne navigere i et samfund præget af øget digitalisering. Siden 2013 har flere og flere lande gennemført læreplansændringer rettet mod det der internationalt benævnes computational thinking (CT). England var blandt de første lande til at implementere et nyt fag med titlen computing, og siden har Sverige, Frankrig og Norge indført tilsvarende fag eller fagligheder rettet mod CT. Der er stor forskel på både hvilke CT-relaterede indholdsområder læreplansændringerne består af, og hvorvidt der etableres nye fag eller indholdet af eksisterende fag revideres. I mange tilfælde har læreplansændringerne dog berørt matematikfaget, bl.a. fordi der er flere overlap mellem matematik og programmering og CT idet logiske strukturer er et kerneelement i begge fagområder og begge kræver evner til at modellere og undersøge matematiske relationer (Gadanidis et al., 2017). Også i det nye PISA-rammевærk (OECD, 2018) indgår CT som en del af matematisk problembehandling. OECD's argument for dette er at rammевærket dermed vil afspejle og imødekomme den stigende rolle CT har i matematiklæreplaner og -didaktik (OECD, 2018).

I perioden 2018-2021 blev forsøget med teknologiforståelse i folkeskolen gennemført, hvor teknologiforståelse blev implementeret på forsøgsbasis på 46 skoler i hele landet. Projektet afprøvede teknologiforståelse som og i fag og udviklede en mængde undervisningsmaterialer lærere kunne tage udgangspunkt i i deres undervisning. Belært af erfaringer fra andre lande som fx England, hvor implementeringen af et nyt computing-fag i 2013 foranledigede en række udfordringer relateret til mangel på efteruddannelse og undervisningsmaterialer, var idéen i Danmark at afprøve og evaluere flere implementeringsstrategier i mindre skala. Forsøget med teknologiforståelse i folkeskolen blev således evalueret midtvejs og efter dets afslutning, og rationalet var

at disse evalueringsresultater ville kunne have indflydelse på en implementering på national skala. Som bekendt er dette dog endnu ikke sket, og der er i skrivende stund livlig debat om næste skridt.

Som angivet i forskningsspørgsmålet er denne artikel rettet mod at afdække omfanget af danske matematiklæreres undervisning i CT, hvordan det indgår i deres undervisning samt deres faglige og organisatoriske forudsætninger for denne praksis. I det følgende afsnit vil vi kort redegøre for mulige synergieffekter mellem CT og matematik, som de er beskrevet i forskningslitteraturen, samt eksisterende forskningslitteratur om læreres tilgange og oplevede forudsætninger for at undervise i CT som en del af matematik.

## CT og matematikundervisning i forskningslitteraturen

### *Synergier og relationer mellem CT og matematik fra et didaktisk perspektiv*

Begrebet CT blev første gang introduceret i Seymour Paperts toneangivende bog *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas* (Papert, 1980). En stor del af Paperts arbejde centrerede sig om hvordan CT og pædagogiske programmeringsmiljøer kunne understøtte elevers matematiske læreprocesser. Papert og hans kolleger udviklede programmeringsmiljøet LOGO, også kaldet skildpaddegeometri, som dannede udgangspunkt for forskning i elevers brug af miljøet og inspirerede andre forskere til at undersøge CT's potentiale til at støtte elevers læreprocesser inden for matematiske indholdsområder. Disse studier dokumenterede at programmeringsmiljøet LOGO havde potentiale til at understøtte elevers matematiske læreprocesser gennem CT, men at relevansen var begrænset til relativt få matematiske indholdsområder, herunder geometri, tal og talforståelse og aritmetik (Noss, 1986; Clements & Sarama, 1997). Desuden påpegede et af disse studier at CT kunne understøtte elevers forståelse af generaliseringer og abstraktioner i arbejdet med begreber som ratio og proportioner. Selvom Paperts arbejde var banebrydende, fik det dog ikke varig indflydelse på læreplaner, og i løbet af 1990'erne forsvandt interessen for CT. Da Jeannette Wing i 2006 udgav en artikel i *Communications of the ACM* med titlen "Computational thinking" og argumenterede for at CT er et "universally applicable attitude and skill set everyone [...] would be eager to learn and use" (Wing, 2006, s. 33), blev interessen for dette begreb signifikant genoplivet. Wings (2006) artikel skabte endnu en bølge af interesse for CT, hvor matematikdidaktisk forskning siden har spillet en væsentlig rolle.

Et af de mest centrale bidrag siden Wings reartikulering af CT er taksonomien for CT-praksisser i matematik- og naturfagsundervisning udviklet af Weintrop et al. (2016). Baseret på litteratur, interviews med matematikere og naturvidenskabsfolk og analyser af undervisningsmaterialer identificerer Weintrop et al. (2016) fire CT-praksisser der

er relevante for elever at lære i matematik- og naturfagsundervisning: datapraksisser, modellerings- og simulationspraksisser, computationelle problemløsningspraksisser og systemtækningspraksisser. På tilsvarende vis har Kallia et al. (2021) gennemført et delphi-studie af hvad der kendetegner CT i matematikundervisning, og hvilke aspekter af CT der kan adresseres inden for rammerne af matematikundervisning. Begge studier finder at der er komplementære praksisser imellem CT og især matematisk problemløsning og modellering.

### *Empiriske studier af matematiklæreres undervisning i CT*

I takt med den fornyede interesse for CT er der opstået et hastigt voksende korpus af forskningslitteratur der behandler læreres oplevede parathed, praksisser og foretrukne efteruddannelsesformater i relation til CT. Denne forskning har bl.a. afsøgt lærerstuderendes forståelser af CT og deres selvrapporterede parathed til at undervise i CT som og i fag. Disse studier har fundet at lærerstuderende har meget forskellige forståelser af CT, og at CT ofte forveksles med generel brug af teknologi og overser andre vigtige aspekter såsom problemløsning (Yadav et al., 2014; Bower & Falkner, 2015; Carbrera, 2019). Generelt findes der dog begrænset litteratur der har afsøgt matematiklæreres konkrete tilgange til undervisning i CT – altså hvad de faktisk *gør*. Overvægten af litteraturen på dette område er af forholdsvis lille skala og undersøger ofte få læreres praksis kvalitativt og/eller i kontekst af enkelte cases og få interventioner, hvor lærere afprøver undervisningsmaterialer og tilgange udviklet af forskere eller matematiklæreres oplevede parathed til at undervise i CT.

### *Organisatoriske rammer for at inddrage CT i matematik*

Som beskrevet ovenfor undersøger denne artikel også matematiklæreres svar på organisatoriske rammer for at undervise i CT. I en opgørelse fra 2022 finder Bocconi og kolleger at CT er implementeret i skoler i 25 ud af 29 undersøgte EU-lande, hvoraf 17 har gjort det obligatorisk at arbejde med basale datalogiske begreber i folkeskolen (Bocconi et al., 2022). Heri undersøger de hvilke udfordringer lærerne oplever når de skal integrere computationel tænkning i deres obligatoriske undervisning. Lærerne oplever særligt at manglen på undervisere med den rette faglighed er en udfordring, og at der er for få ressourcer og træningsmuligheder. Af andre udfordringer nævnes prioritering i læreplaner samt udfordringer med at kunne bedømme elevernes kompetencer inden for CT. I rapporten beskriver Bocconi et al. (2022) også vigtige faktorer for at kunne kompetenceudvikle lærere, som de udleder fra ni casestudier i europæiske lande samt fra et litteraturreview. Ud over at udpege væsentlige faktorer, såsom at inkludere basale datalogiske begreber og CT-færdigheder i læreres grunduddannelse og at skabe økonomisk grundlag for god videreuddannelse, påpeger rapporten også væsentligheden af at initiativer er i overensstemmelse med nationale eller lokale

strategier, at skabe netværk til kollegial sparring og at sørge for at lærere har relevant materiale til at undervise i CT ud fra (Bocconi et al., 2022, s. 82).

Behovet for efteruddannelse vækker genklang i andre dele af litteraturen, fx i studiet af Misfeldt et al. (2019) som undersøgte svenske læreres forestillinger om at undervise i programmering som en del af deres matematikundervisning, i forbindelse med at programmering blev en obligatorisk del af den svenske matematiklæreplan. Surveyen blev besvaret af 133 lærere som overvejende så potentialer og synergier i at undervise i programmering, men ikke oplevede at besidde de nødvendige kompetencer til selv at kunne inddrage det i matematikundervisningen. I en dansk kontekst ses en lignende pointe i slutevalueringen af forsøgsfaget teknologiforståelse hvor især de danske lærere der underviste i teknologiforståelse i fag (i modsætning til *som* fag), ikke oplevede at være kompetente til at kunne løfte denne opgave (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021). Ydermere fremhæves de ledelsesmæssige og organisatoriske rammer som væsentlige for det pædagogiske personales motivation (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021). De adspurgte lærere beskriver særligt anerkendelse fra ledelsen gennem gode rammer for teamsamarbejde, at have tilstrækkelige lokaler og materialer samt muligheden for at få sparring fra interne og eksterne ressourcepersoner som værende vigtigt.

Selvom der har været en tiltagende international interesse for CT i matematikdidaktisk forskning, findes der således kun begrænset empirisk baseret viden om hvilke CT-indholdsområder matematiklærere vælger at undervise i, og hvilket matematisk indhold det kobles med. Ydermere findes det væsentligt at udpege organisatoriske strukturer som kan understøtte læreres muligheder for at integrere CT. Det er dette videnshul vi med denne artikel vil bidrage til at udfylde.

## Metode

For at undersøge danske matematiklæreres brug af programmering og computational thinking i matematik har vi udviklet et spørgeskema som skal kunne belyse dette i et internationalt perspektiv. Teoretisk er spørgeskemaet inspireret af indhold fra et spørgeskema om programmering og computationel tænkning udsendt til svenske lærere (Misfeldt et al. 2019) samt af Weintrop et al.s (2016) taksonomi for CT-praksisser og Niss og Højgaard matematiske indholdsområder som de er beskrevet i KOM-rapporten (Niss & Højgaard, 2019). Weintrop et al.s (2016) taksonomi består af fire praksisser der hver har mellem fire og syv taksonomiske niveauer. De fire praksisser udgøres af datapraksisser, modellerings- og simuleringspraksisser, computationelle problemløsningspraksisser og systemtækningspraksisser. Hvor KOM-rapporten primært bestod i at udvikle otte matematiske kompetencer, beskrev den også 10 matematiske indholdsområder som vi benytter til at beskrive forskellige områder af undervisning.

gen. Disse består af tal, aritmetik, algebra, geometri, funktioner, infinitesimalregning, sandsynlighedsregning, statistik, diskret matematik og optimering (Niss & Højgaard, 2019). Vi anvendte disse rammeverker til at forankre vores spørgeskema-items i konkrete definitioner af hhv. matematiske indholdsområder og ikke mindst CT. For at sikre at vores bearbejdelse af CT og matematiske indholdsområder var forståelig og genkendelig for lærerne der skulle besvare spørgeskemaet, testede og reviderede vi spørgeskemaet baseret på input fra fem lærere, hvoraf to af dem var danske, før vi udsendte det. Spørgeskemaets udformning og teoretiske begrundelser findes yderligere udfoldet i Tamborg et al. (2022).

Vi distribuerede indledningsvis surveyen til et tilfældigt udtræk af 100 danske skoler som vi kontaktede ad flere omgange. Da denne tilgang resulterede i meget få besvarelser, delte vi derefter spørgeskemaet i syv forskellige Facebookgrupper for lærere i grundskolen eller undervisere i matematik. Denne artikel er baseret på besvarelser fra i alt 73 respondenter der blev indgivet i perioden januar-april 2022. Vi ekskluderede seks respondenter som svarede "Ved ikke" på spørgsmålet om hvorvidt de bruger programmering og CT i deres undervisning. De inkluderede respondenter er i gennemsnit 46,4 år, mens landsgennemsnittet er 44,8 år (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021). Lærernes elever er i gennemsnit 11,8 år med en fordeling fra 6,5 til 16 år.

I vores analyse er vi interesserede i om der er særlige karakteristika som beskriver lærernes faglige forudsætninger, omfanget af programmering og CT i deres undervisning samt deres organisatoriske forudsætninger for at undervise i programmering og CT. For at sikre at der er tale om systematiske karakteristika, tester vi fordelingerne via hhv.  $\chi^2$ -tests og ANOVA-tests, begge med et signifikansniveau på 5%. I resultatetsnittet vil vi præcisere hvilke tests der er anvendt hvornår.

## Spørgeskemaets udformning

Surveyen bestod af tre sektioner der omhandlede hhv. omfang og måder som lærerne inddrager CT i matematikundervisning på, lærernes oplevede forudsætninger for at undervise i CT og endelig de organisatoriske forudsætninger for at undervise i CT. Surveyen blev indledt med en definition på CT som også blev gentaget undervejs i surveyen, og som tog udgangspunkt i Kallia et al.s (2021) definition. Vi definerede her CT som en struktureret tilgang til problemløsning der består af abstraktion, dekomposition, mønstergenkendelse, modellering, logisk og analytisk tænkning samt generalisering af løsninger. Nedenfor beskriver vi hvordan vi udformede surveyitems til at indhente viden om disse aspekter.



### *Omfang af programmering og CT i lærernes undervisning*

For at belyse i hvilket omfang og hvordan programmering og CT indgår i lærernes matematikundervisning, bruger vi svar på spørgsmålet “Er der elementer af computerprogrammering og computationel tænkning i din matematikundervisning? (Vælg alle som passer)”. Hertil kunne underviserne angive følgende svar: “Nej”, “Ja, der er elementer af [computerprogrammering/computationel tænkning med digitale elementer/computationel tænkning med analoge elementer]”, “Ved ikke” eller “Ønsker ikke at svare”. Underviserne kunne angive flere svar. For at undersøge om og hvordan CT kobles med matematik, spurgte vi hvilke matematiske indholdsområder de inkluderer det i, og hvilke CT-praksisser de inddrager. Matematiske indholdsområder spurgte vi om med spørgsmålet “I hvor høj grad inkluderer du [computerprogrammering/computationel tænkning med digitale elementer/computationel tænkning med analoge elementer] i de følgende matematiske indholdsområder?” for hver af de tre opridsede CT-elementer. Spørgsmålene om analog CT berørte CT-undervisning uden digitale værktøjer, mens spørgsmålene om digital CT omhandlede undervisning i CT med digitale værktøjer. I surveyen bad vi lærerne angive på en Likert-skala med fire trin om de “I meget høj grad”, “I høj grad”, “I nogen grad” eller “Slet ikke” inddrog de pågældende CT-elementer. De kunne ydermere angive at indholdsområdet ikke er en del af deres læreplaner, eller at de ikke ved det eller ikke ønsker at svare. Indholdsområderne er de 10 områder beskrevet i KOM-rammeverket (Niss & Højgaard, 2019), som vi tidligere har redegjort for. For at spørge til deres computationelle praksisser spurgte vi: “Hvad bruger du [computerprogrammering/computationel tænkning med digitale elementer/computationel tænkning med analoge elementer] til i din matematikundervisning?” Underviserne kunne svare: “Dataindsamling, skabe data, manipulere data, analysere data eller visualisere data”, “Bruge computationelle modeller til at forstå begreber, for at teste forskellige løsninger, til at evaluere modeller, til at designe modeller”, “Konstruktion af problemer til computationelle løsninger, vælge forskellige løsninger til et problem, konstruere modulære løsninger, lave abstraktioner af problemet eller troubleshoot et problem” eller “Undersøge komplekse systemer, forstå relationer i et system, tænke i flere niveauer eller definere systemer”, som refererer til de beskrevne praksisser af Weintrop og kolleger (2016). Ydermere kunne underviserne svare “Intet af ovenstående”, “Ønsker ikke at svare” eller “Ved ikke”.

### *Lærernes faglige forudsætninger*

For at belyse lærernes faglige forudsætninger for at undervise i CT spurgte vi dem om de oplever deres pædagogiske, teknologiske og digitale samt matematiske evner som tilstrækkelige. Det gjorde vi med spørgsmålet “Har du tilstrækkelige [tekniske og digitale evner/pædagogiske evner/matematiske evner] til at kombinere matematik og [computerprogrammering/digital computationel tænkning/analog computatio-

nel tænkning]?” Hertil kunne underviserne svare “Ja”, “I et vist omfang” eller “Nej” samt “Ved ikke” eller “Ønsker ikke at svare”. Med de samme svarkategorier trækker vi ydermere på følgende spørgsmål: “Føler du dig forberedt til at integrere [computerprogrammering/digital computationel tænkning/analog computationel tænkning] og matematik i din undervisning?”

### *Lærernes organisatoriske forudsætninger*

I analysen inkluderer vi ydermere spørgsmål som omhandler hvilke supportformer underviserne vurderer at have et behov for, samt hvorvidt underviserne oplever at der er en strategi for CT i deres skole. Underviserne blev således spurgt “Hvilken form for support har du brug for for at implementere [computerprogrammering/computationel tænkning] i din undervisning?” og fik svarmulighederne “Support gennem kurser eller anden videreuddannelse i computationel tænkning”, “Support gennem kurser eller videreuddannelse i digital teknologi (skills)”, “Support gennem videreuddannelse i matematik”, “Support gennem teknisk assistance”, “Support gennem samarbejde med kollega”, “Andet: \_\_\_\_\_”, “Jeg har ikke brug for support”, “Ønsker ikke at svare”, “Ved ikke”. For at spørge til lærernes oplevelse af strategi på skolerne spurgte vi “Har din skole en strategi for implementering af computerprogrammering og computationel tænkning?” og “Har din skole en strategi for at forbinde computerprogrammering og computationel tænkning med matematik?”, hvortil underviserne for hvert spørgsmål kunne svare: “Ja, for begge”, “Ja, for computerprogrammering”, “Ja, for computationel tænkning”, “Nej”, “Ønsker ikke at svare” eller “Ved ikke”.

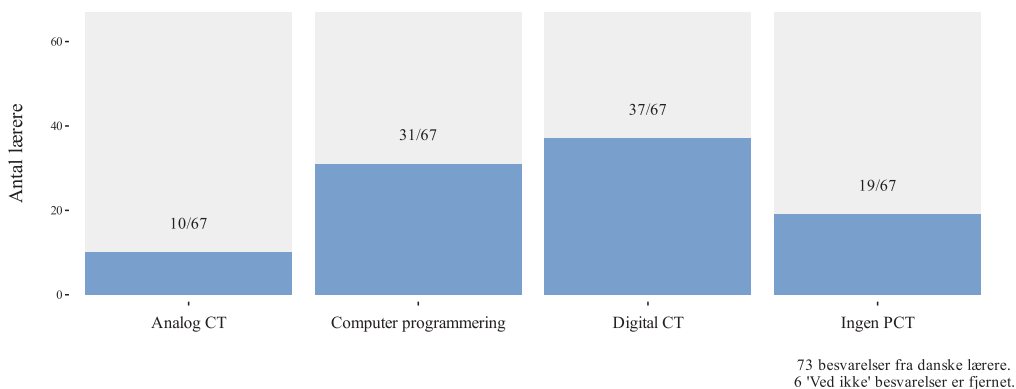
## Resultater

Vi har opdelt resultatsektionen i tre afsnit som besvarer følgende spørgsmål: 1) I hvilket omfang og hvordan indgår CT i lærernes undervisning? 2) Hvilke faglige forudsætninger oplever lærerne at have? 3) Hvilke organisatoriske forudsætninger har lærerne? Dette besvares af univariate fordelinger af undervisernes svar på spørgeskemaet. Vi tester om fordelingen er signifikant forskellig fra en tilfældig fordeling, ved en  $\chi^2$ -test hvor vi har et signifikansniveau på 5 %.

### *Omfang og hvordan CT indgår i lærernes undervisning*

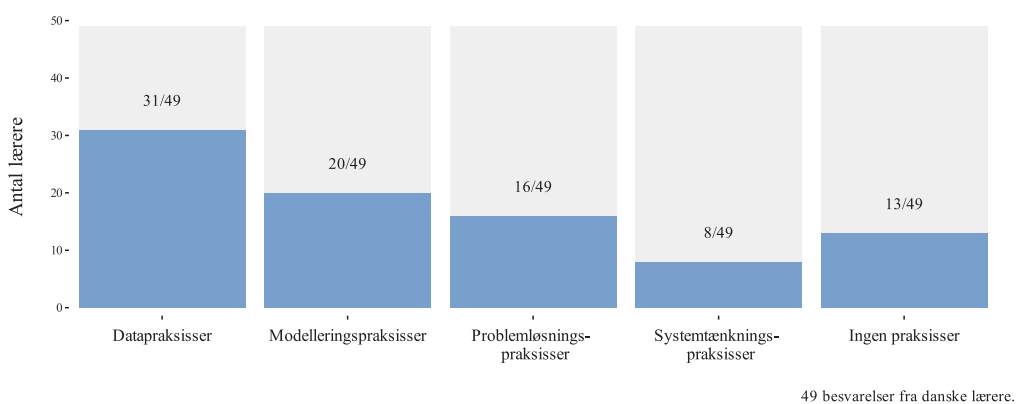
Figur 1 viser hvilke typer af programmering og CT de adspurgte lærere underviser i (n = 73 lærere hvoraf 6 lærere er frasorteret pga. “Ved ikke”-svar). Af figuren fremgår det at under en tredjedel af de adspurgte ikke har undervist i CT som en del af deres matematikundervisning (19 af lærerne). Digital CT er den type som der undervises i hyppigst, og som mere end halvdelen af populationen (37 lærere) angav. Den næsthyppest type er computerprogrammering, som 31 lærere tilkendegav at have undervist

i. 10 af lærerne angav at undervise i analog CT. Til både computerprogrammering og digital computeret tænkning var den mest anvendte software GeoGebra (hhv. 21 og 18 lærere), Micro:bits (hhv. 18 og 12 lærere), Scratch (hhv. 17 og 15 lærere) og Excel (hhv. 14 og 14 lærere). Denne fordeling er signifikant ved en  $\chi^2$ -test.



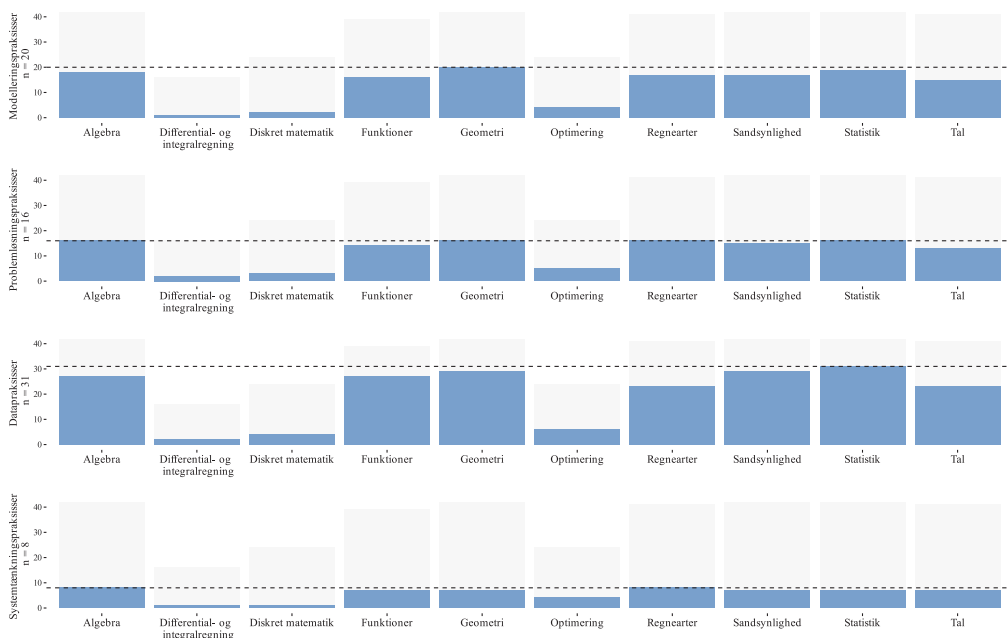
**Figur 1.** Hvilke typer af programmering og CT lærerne underviser i (6 lærere er frasortet pga. "Ved ikke"-svar,  $n = 73$  lærere).

Figur 2 viser hvilke CT-praksisser de adspurgte lærere anvender i undervisningen, fordelt på de fire praksisser udviklet af Weintrop et al. (2016). Her forekommer datapraksis som den mest anvendte (31 lærere) og systemtækningspraksis som den mindst anvendte (8 lærere). 16 af lærerne underviste i problemløsningspraksisser, og 20 af lærerne underviste i modelleringspraksisser. 13 af lærerne angav ikke at have undervist i nogen af de fire praksisser. Andelen af lærere som angiver hver CT-praksis, er signifikant forskellig fra hinanden, ifølge en ANOVA-test.



**Figur 2.** Hvilke CT-praksisser de adspurgte lærere anvender i undervisningen, fordelt på de fire praksisser udviklet af Weintrop et al. (2016) ( $n = 49$  rapporterede at anvende CT i undervisningen).

Figur 3 viser koblingen mellem CT-praksisser og matematiske indholdsområder som de adspurgte lærere anvender i undervisningen. Søjlerne repræsenterer tre typer: 1) antallet af lærere der rapporterede at have undervist i fagområdet (den lysegrå bjælke), 2) antallet af lærere som angav at have undervist i den specifikke CT-praksis inden for det pågældende fagområde (den blå bjælke), og 3) en stiplede linje som viser antallet af respondenter der anvender den konkrete praksis. Den stiplede linje viser det højst mulige antal lærere der anvender CT-praksisser når de underviser i et bestemt fagområde. Disse adskiller sig mellem forskellige CT-praksisser (som vist i figur 1), men for at lave en bedre baseline til sammenligning er de visualiseret på den samme y-akse fra 0 til 40.

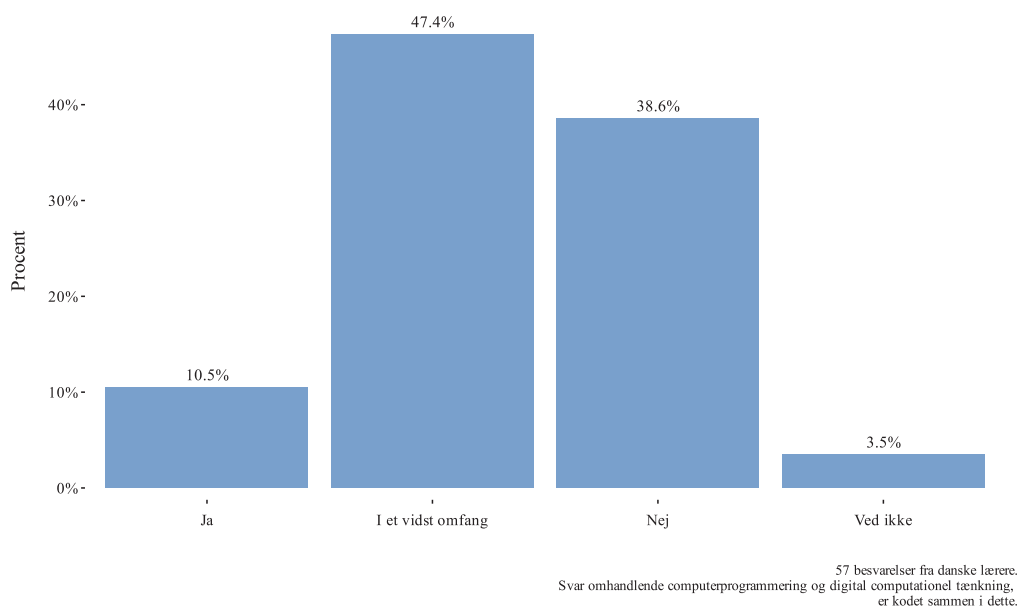


**Figur 3.** Kombination af CT-praksisser og matematiske indholdsområder som de adspurgte anvender i undervisningen.

Figur 3 illustrerer at data- og modelleringspraksisser er hyppige i respondenternes matematikundervisning, mens systemtænkingspraksisser er dem der bliver undervist mindst i. På tværs af alle fire CT-praksisser ses differential- og integralregning og diskret matematik som de mindst anvendte matematiske fagområder der kombineres med computationel tænkning. Disse matematiske områder indeholder dog også elementer som de færreste af respondenterne rapporterede at undervise i i deres matematikundervisning. Bortset fra disse områder er der en nogenlunde ligelig fordeling af alle de matematiske fagområder som CT kombineres med.

### Lærernes faglige forudsætninger

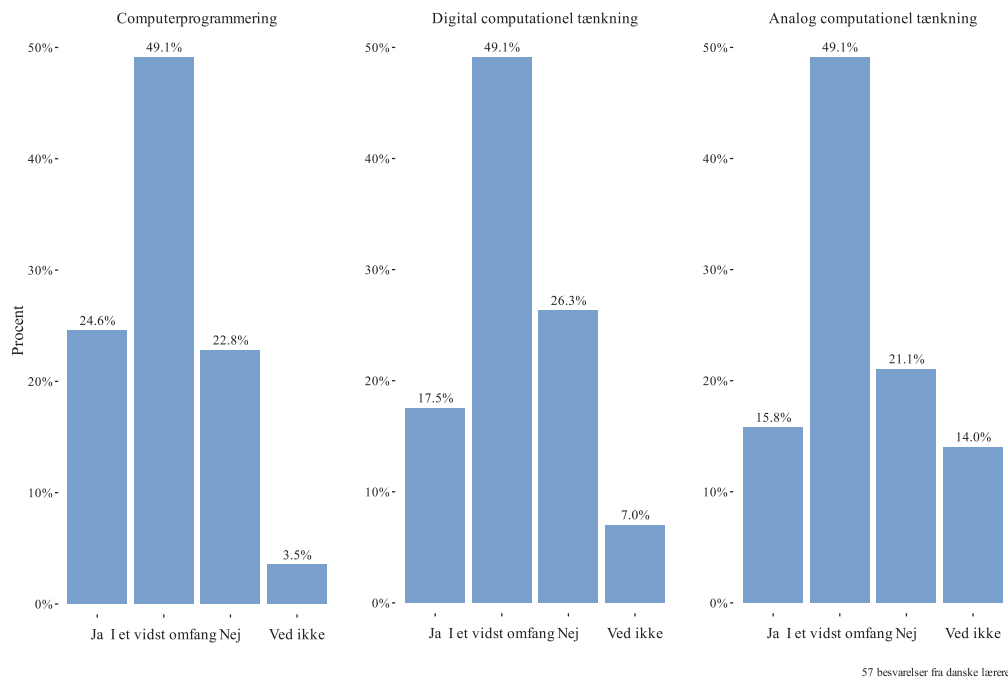
I det følgende vil vi udfolde lærernes svar på deres oplevede faglige forudsætninger for at undervise i CT. Figur 4 viser de adspurgte læreres egen vurdering af hvorvidt de har tilstrækkelige tekniske og digitale evner til at kombinere matematik og hhv. computerprogrammering og digital CT. Svar på spørgsmål omhandlende tilstrækkeligheden af lærernes tekniske og digitale evner til at kombinere matematik med hhv. computerprogrammering og digital computationel tænkning er kodet sammen i denne figur. 10,5 % af lærerne vurderede at de har tilstrækkelige evner, mens 47,4 % svarede at de har dem "I et vist omfang". Dette er efterfulgt af 38,7 % som svarede nej til samme spørgsmål, og 3,5 % som svarede "Ved ikke". Denne fordeling er testet ved en  $\chi^2$ -test og er signifikant forskellig fra en tilfældig fordeling.



**Figur 4.** De adspurgte læreres egne vurderinger af hvorvidt de har tilstrækkelige tekniske og digitale evner til at kombinere matematik og hhv. computerprogrammering og digital CT.

Figur 5 illustrerer ligeledes lærernes egen vurdering af hvorvidt de har tilstrækkelige pædagogiske evner til at kombinere matematik og programmering og CT (sammensat figur). Figuren er en sammensætning af tre figurer som hver især spørger til kombinationerne af hhv. 1) computerprogrammering og matematik, 2) digital computationel tænkning og matematik og 3) analog computationel tænkning og matematik. Der ses en større andel af lærere som svarede entydigt "Ja" (24,6 % for computerprogrammering, 17,5 % for digital CT og 15,8 % for analog CT) til at have tilstrækkelige pædagogiske evner, sammenlignet med ovenstående figur 4. 49,1 % vurderede at de har tilstrækkelige evner "I et vist omfang" hvad angår både computerprogrammering og

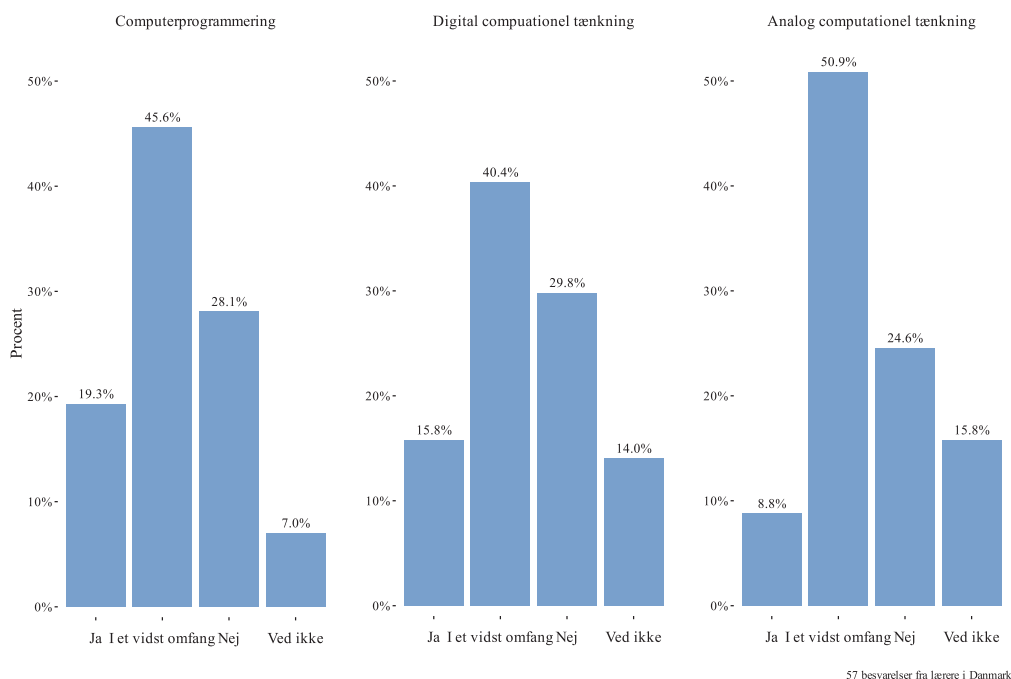
digital og analog CT. Der ses ligeledes en mindre andel som svarede "Nej" (22,8 % for computerprogrammering, 26,3 % for digital CT og 21,1 % for analog CT), men også en højere andel af lærere som svarede "Ved ikke" til dette spørgsmål (3,5 % for computerprogrammering, 7,0 % for digital CT og 14,0 % for analog CT). Fordelingen for alle tre figurer er signifikant ved en  $\chi^2$ -test.



57 besvarelser fra danske lærere.

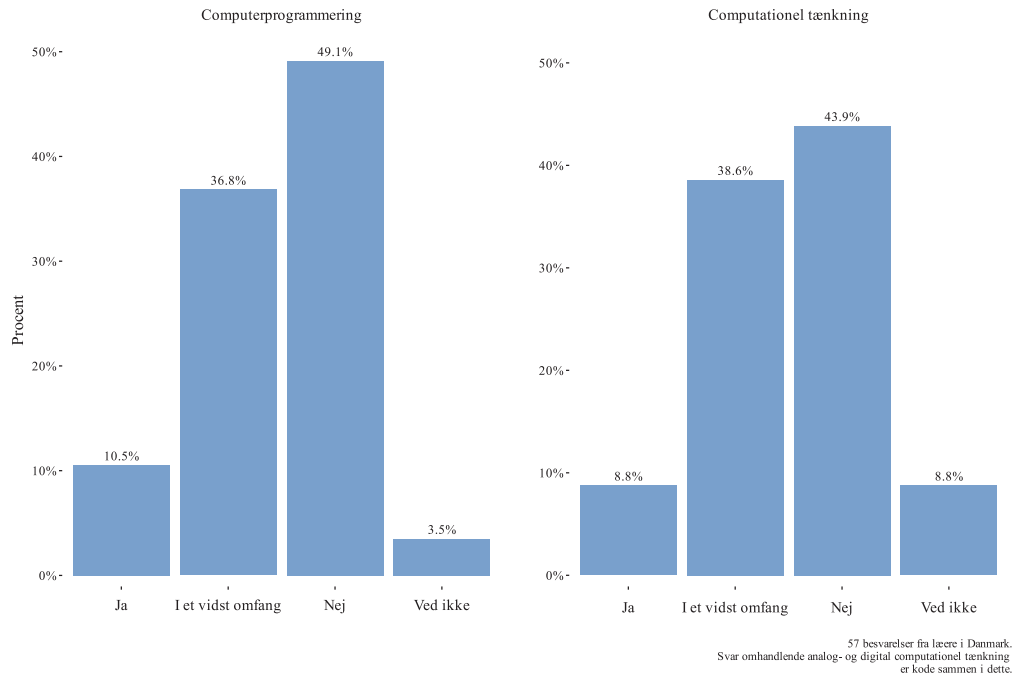
**Figur 5.** De adspurgte læreres egen vurdering af hvorvidt de har tilstrækkelige pædagogiske evner til at kombinere matematik og programmering og CT (sammensat figur).

Figur 6 viser lærernes egne vurderinger af hvorvidt de har tilstrækkelige matematiske evner til at kombinere matematik og programmering og CT (sammensat figur). Figuren har samme opsætning som figur 5 og spørger til kombinationen af matematik og hhv. 1) computerprogrammering, 2) digital CT og 3) analog computationel tænkning. 19,3 % svarede entydigt "Ja" til at have tilstrækkelige evner til at kombinere matematik og computerprogrammering. For digital CT var dette svar 15,8 %, og for analog CT 8,8 %. 45,6 % af lærerne vurderede at de har tilstrækkelige evner "I et vist omfang" når det gælder kombinationen af computerprogrammering og matematik, 40,4 % for digital CT og matematik og 50,9 % for analog CT og matematik. Figuren angiver også andelen af lærere som svarede "Nej" (28,1 % for computerprogrammering, 29,8 % for digital CT og 24,6 % for analog CT) og "Ved ikke" (7,0 % for computerprogrammering, 14,0 % for digital CT og 15,8 for analog CT). Fordelingen for disse tre figurer er ligeledes signifikant ved en  $\chi^2$ -test.

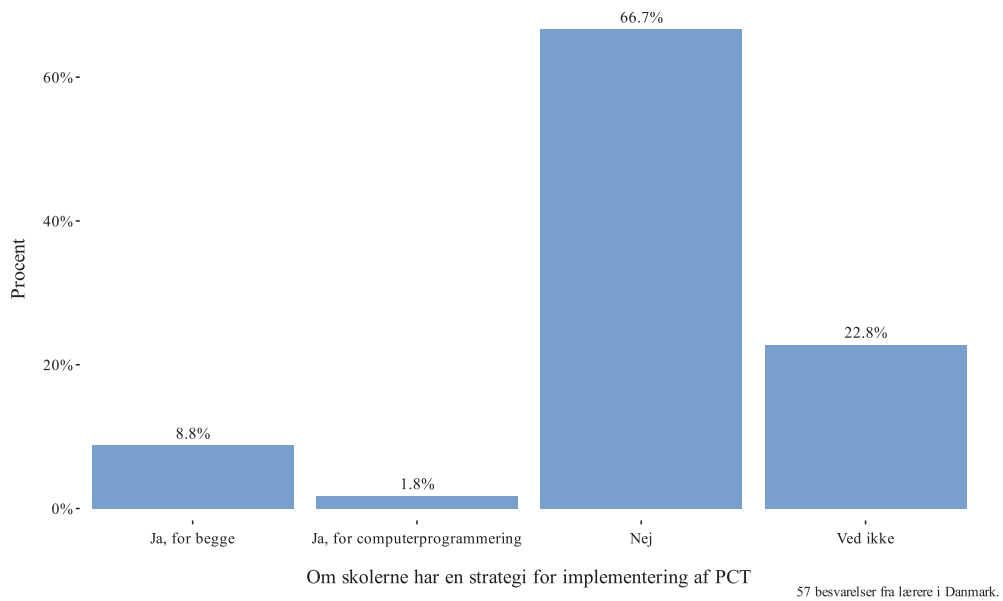


**Figur 6.** Lærernes egne vurderinger af hvorvidt de har tilstrækkelige matematiske evner til at kombinere matematik og programmering og CT (sammensat figur).

Figur 7 angiver hvorvidt de adspurgte lærere føler sig forberedt til at integrere programmering og CT og matematik i deres undervisning. Digital computationel tænkning og analog computationel tænkning er grupperet sammen. Efter lærernes egen vurdering svarede 10,5 % "Ja" hvad angår integration af computerprogrammering, og 8,8 % svarede "Ja" hvad angår integration af computationel tænkning. En større andel af lærerne vurderede ligeledes at de ikke føler sig forberedt til at integrere computerprogrammering med matematik (49,1%) eller computationel tænkning med matematik (43,9%). Hhv. 36,8 % (for computerprogrammering) og 38,6 % (for computationel tænkning) af lærerne rapporterede at de føler sig forberedt "I et vist omfang", mens 3,5 % (for computerprogrammering) og 8,8 % (for computationel tænkning) svarede "Ved ikke". Fordelingen for begge figurer er signifikant ved en  $\chi^2$ -test.



**Figur 7.** Hvorvidt lærere i Danmark føler sig forberedt til at integrere programmering og CT og matematik i deres undervisning.



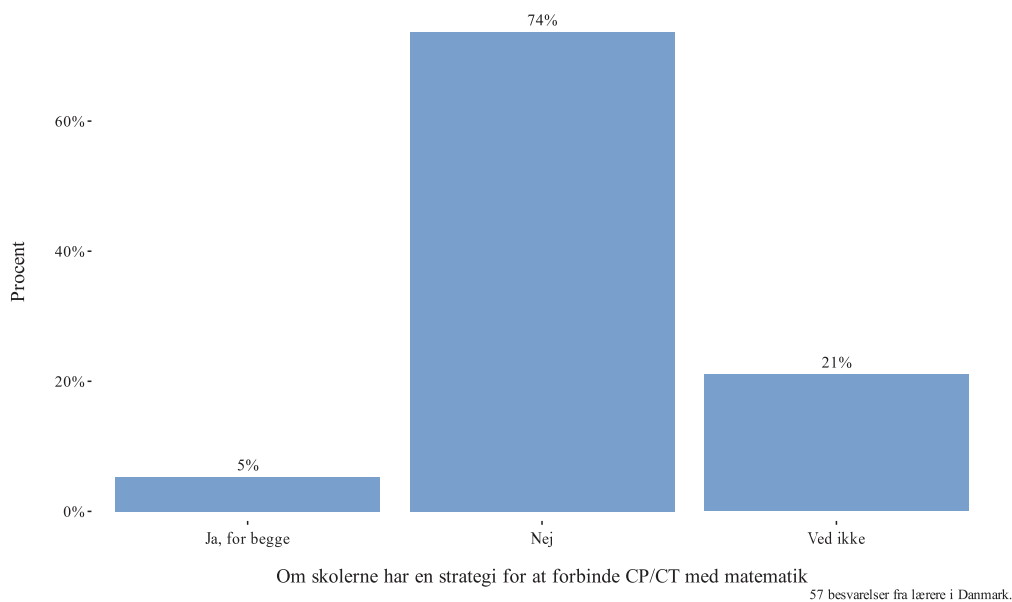
**Figur 8.** Hvorvidt lærernes respektive skoler har en strategi for implementering af computerprogrammering og CT.



### Organisatoriske forudsætninger

I det følgende vil lærernes organisatoriske forudsætninger udfoldes. Vi vil både rapportere hvilken support lærerne har adgang til, samt hvilke former for support de vurderer de har behov for for at kunne implementere programmering og CT i deres undervisning. Figur 8 illustrerer svar på spørgsmålet om hvorvidt de enkelte læreres respektive skoler har en strategi for implementering af programmering og CT i undervisningen. Her angav 66,7% af lærerne at de ikke kender til at deres skole har en strategi for implementering, mens 22,8% ikke vidste det, og 8,8% svarede "Ja" til at have en strategi for både computerprogrammering og CT. De resterende 1,8% har udelukkende en strategi for computerprogrammering. Denne fordeling er signifikant.

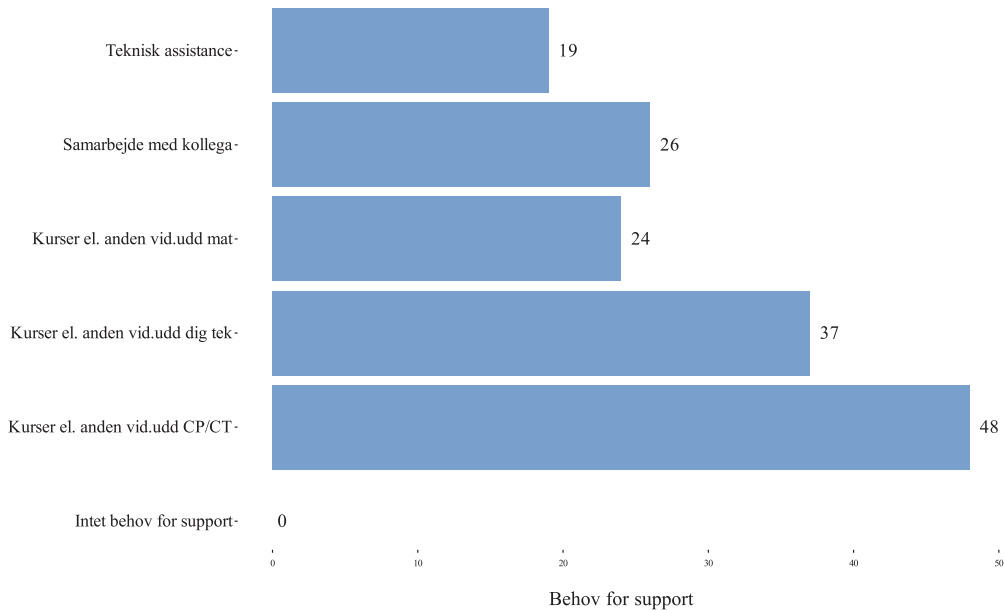
Figur 9 viser ligeledes de adspurgte læreres besvarelser af hvorvidt deres skoler har en strategi for at forbinde computerprogrammering og CT med matematik. 74,0% svarede hertil entydigt "Nej", mens 21,0% svarede "Ved ikke". 5,0% af lærerne svarede "Ja, for begge" til dette spørgsmål. Fordelingen er signifikant ved en  $\chi^2$ -test.



**Figur 9.** Hvorvidt lærernes respektive skoler har en strategi for at forbinde computerprogrammering og CT med matematik.

Figur 10 angiver hvilke former for support lærerne vurderer de har behov for ved implementering af programmering og CT i undervisningen. Her har lærerne haft mulighed for at vælge flere svarmuligheder. Det bemærkes at der særligt ses behov for support gennem kurser eller anden videreuddannelse, herunder i programmering (48 svar), i kompetencer inden for digital teknologi (37 svar) og i matematik (24 svar).

Der ses også behov for support gennem samarbejde med kolleger (26 svar) og gennem teknisk assistance (19 svar). Der er ingen af lærerne der har rapporteret at de ikke har noget behov for support (0 svar). Denne fordeling er signifikant ved en ANOVA-test.



**Figur 10.** Hvilke former for support lærerne vurderer de har behov for ved implementering af programmering og CT i undervisningen.

## Diskussion

Resultaterne i denne artikel viser at en stor andel af de adspurgte lærere underviser i CT som en del af matematik, mens kun 10,5 % tilkendegiver at have de nødvendige tekniske og digitale kompetencer til det. Samtidig efterspørger næsten samtlige respondenter efteruddannelse. Den store andel af lærere der underviser i CT, er overraskende fordi hverken CT eller teknologiforståelse er en obligatorisk del af den nuværende læreplan. Vores empiriske grundlag giver ikke indblik i lærernes bevægrunde for denne praksis, men der er flere mulige forklaringer. Én forklaring kan være populationen der har besvaret vores survey. Respondenterne i vores survey er som angivet rekrutteret blandt lærere fra Facebookgrupper om teknologi og matematik. Surveyen er dermed besvaret af en population som vi kan antage har stor interesse i disse områder, og som af den årsag sandsynligvis vil være mere tilbøjelige til at undervise i CT som en del af deres matematikundervisning end den gennemsnitlige danske matematiklærer. Dette peger også på en begrænsning i denne artikels udsigelseskraft da resultaterne ikke kan antages at afspejle den generelle status af CT i

dansk matematikundervisning. Det er dog værd at hæfte sig ved dette karakteristikum ved populationen i lyset af at omkring hver 10. lærer i vores undersøgelse angiver at føle sig kompetent til at undervise i CT i matematik, og at næsten samtlige respondenter efterspørger efteruddannelse. Eftersom populationen må formodes af have en særinteresse for teknologi i matematikundervisningen, kan vi forvente at den gennemsnitlige danske matematiklærer vil være ringere forberedt til at undervise i CT i matematik end de respondenter der har besvaret vores survey. Disse resultater indikerer et omfattende behov for efteruddannelse hvis CT og/eller teknologiforståelse skal spille en meningsfuld rolle i matematikundervisningen.

Eftersom læreplanen ikke stiller krav om det, skolerne ikke understøtter det, og lærerne ikke oplever at besidde de fornødne kompetencer, er det på mange måder overraskende at respondenterne, til trods for deres formodede interesse for teknologi og matematik, faktisk vælger at undervise i CT. En mulig forklaring er at denne gruppe af lærere oplever et behov for at deres elever møder denne faglighed – også selvom den endnu ikke indgår som et obligatorisk indholds- eller kompetenceområde. Der er dog ikke noget der tyder på at matematiklærerne har opbakning på hverken nationalt eller lokalt niveau. Læreplanen anerkender ikke (endnu) behovet for fagligheden, og som vores resultater viser, har skolerne ikke strategier for hverken teknologiforståelse eller CT og tilbyder ydermere ikke lærerne support. Ansvarer ser derfor ud til at blive båret af de enkelte matematiklærere alene. Konsekvensen af denne situation er en individualiseret indsats der ikke er understøttet af organisatoriske rammer og ressourcer. Dette udgør næppe optimale betingelser for at integrere programmering og CT i matematikundervisningen på hensigtsmæssige måder. I vores resultater ser vi at dette i kombination med ringe efteruddannelsesmuligheder manifesterer sig i at respondenter inddrager programmering og CT i stort set alle matematiske indholdsområder. Denne måde at kombinere de to fagligheder på står i stærk kontrast til indsigterne fra forskning om hvilke indholdsområder der med forskningsbaseret empirisk belæg kan spille sammen. Denne forskning har fundet mulige synergier mellem CT og ganske få matematiske indholdsområder, herunder geometri, talforståelse og proportioner/ratio (Clements & Sarama, 1997). På den måde afviger lærernes undervisning væsentligt fra hvad vi har indsigt om der er hensigtsmæssigt. Det er naturligvis ikke rimeligt at bebrejde lærerne for denne diskrepans, bl.a. pga. den ringe støtte de har til rådighed både lokalt og nationalt. Derudover har danske lærere aktuelt kun i meget begrænset omfang adgang til efteruddannelse.

Som redegjort for i indledningen har vi i denne artikel fokuseret på en definition af CT der er bredere og mere nuanceret og righoldig end hvad tilfældet er for kompetenceområdet computationel tankegang. Ikke desto mindre er CT en central del af søgsfagligheden som international forskningslitteratur har fremført vigtigheden af i matematikdidaktiske kontekster. I den nyligt lancerede digitaliseringsstrategi fremgår

det at regeringen vil indføre teknologiforståelse som faglighed og selvstændigt valgfag i folkeskolen, “[...] så folkeskolens undervisning i højere grad kommer til at afspejle et digitaliseret samfund, som i vid udstrækning baserer sig på teknologi” (Regeringen, 2023, s. 15). Strategien foreslår at dette skal understøttes af indsatser rettet mod at videreudvikle denne faglighed på læreruddannelsen, bl.a. ved at kompetenceudvikle undervisere på læreruddannelsen for at styrke forsknings-, videns- og undervisningsmiljøet (Regeringen, 2023). Det er endnu uklart om CT fortsat vil være en del af det nye fag, men set i lyset af hvor væsentlig CT har været i revisioner af matematikcurricula internationalt, antager vi dette som sandsynligt. Resultaterne i denne artikel indikerer at danske matematiklærere allerede er på forkant med disse strategiske linjer, og at de på egen hånd, uden opbakning, støtte og de fornødne kompetencer, integrerer sådanne elementer fra CT og teknologiforståelse i deres matematikundervisning. Respondenternes næsten enstemmige efterspørgsel på kompetenceudvikling understreger også at efteruddannelse på læreruddannelsen langt fra er tilstrækkeligt hvis indførelsen af teknologiforståelse skal lede til god undervisning. Det er naturligvis vigtigt at forberede kommende lærere til at undervise i teknologiforståelse, men det er afgjort mindst lige så vigtigt at sikre at de nuværende lærere i grundskolen forberedes og efteruddannes til at kunne varetage undervisning i et nyt fag og en ny faglighed.

På trods af denne artikels begrænsede empiriske grundlag peger resultaterne på en række forhold der kan have indflydelse på praksis fremadrettet. For det første at en eventuel integration af teknologiforståelse i matematik ikke alene stiller krav til udvikling af undervisning på læreruddannelsen, men at der også med al sandsynlighed vil være behov for efteruddannelse af eksisterende lærere. For det andet peger diskrepansen mellem indsigt fra forskningslitteraturen og praksisserne blandt lærerne der har besvaret vores survey, på at der er behov for kortere afstand mellem forskning og undervisning. Især i matematikkens didaktik er der internationalt gennemført en lang række forskningsprojekter med indsigter om hvordan matematikundervisning kan inddrage CT. Den faglighed der blev afprøvet i forsøget med teknologiforståelse i folkeskolen, er dog markant anderledes end de tilgange vi har set i andre lande. Der foreligger derfor en opgave for især læreruddannere og forskere i at afsøge hvordan internationale erfaringer og indsigter kan bringes i anvendelse under hensyntagen til den målsætning vi arbejder mod i en dansk kontekst.

## Konklusion

Vi har i denne artikel undersøgt omfanget af CT i teknologiinteresserede danske matematiklæreres undervisning i grundskolen samt hvilke faglige og organisatoriske forudsætninger de har for denne praksis. Dette har vi gjort med en kvantitativ metodisk tilgang med udgangspunkt i spørgeskemaer sendt ud til danske matematiklærere i

2022. Analysen viser at en del teknologiinteresserede danske matematiklærere allerede nu arbejder med CT i deres matematikundervisning selvom de hverken føler sig fagligt klædt på til det eller oplever at have de nødvendige organisatoriske forudsætninger for at udføre arbejdet med CT. Det er væsentligt at pointere at resultaterne af vores undersøgelse ikke er repræsentative for den samlede population af danske matematiklærere, men kun en udvalgt gruppe der må antages at have en særlig interesse for teknologi i matematikundervisningen. Ikke desto mindre er denne diskrepans mellem vores respondents aktuelle praksis og de ressourcer der står til rådighed for dem, en understregning af behovet for en mere robust og målrettet strategi som også omfavner de lærere der allerede nu underviser i grundskolen. Lærernes besvarelser demonstrerer at integrationen af programmering og CT i matematikundervisningen på nuværende tidspunkt sker i en kontekst præget af mangel på klar kapacitetsopbygning.

Selvom den nyligt lancerede digitaliseringsstrategi fra regeringen er et skridt i den rigtige retning, indikerer artiklens resultater at lærernes behov strækker sig ud over de foreslåede tiltag. Undersøgelsen viser en klar efterspørgsel efter mere omfattende efteruddannelse der går ud over det der aktuelt tilbydes, hvilket også underbygger nødvendigheden af en mere målrettet indsats så de danske lærere er tilstrækkeligt forberedte til at undervise i et stadig mere "digitaliseret samfund" (Regeringen, 2023, s. 15). En sådan målrettet indsats bør fra vores perspektiv baseres på systematiske undersøgelser af eksisterende praksisser og behov i skolerne. Her kunne surveyen og analysetilgangene udviklet i denne artikel udgøre et potentielt bidrag til at tilvejebringe et databaseret grundlag der kan præge målrettede, strategiske indsatser på et mere repræsentativt grundlag end hvad tilfældet er i denne artikel.

## Referencer

- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kampylis, P., Dagienė, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M., Jasutė, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V. & Stupurienė, G. (2022). *Reviewing computational thinking in compulsory education: State of play and practices from computing education*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/126955>
- Bower, M., & Falkner, K. (2015). Computational thinking, the notional machine, pre-service teachers, and research opportunities. In *Proceedings of the 17th Australasian computing education conference (ACE 2015)* (Vol. 27, p. 30). Australian Computer Society.
- Bråting, K. & Kilhamn, C. (2021). The integration of programming in Swedish school mathematics: Investigating elementary mathematics textbooks. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66(4), 594-609. <https://doi.org/10.1080/00313831.2021.1897879>
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2021). *Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning – slutevaluering*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf21/okt/211004-slutevaluering-teknologoforstaelse.pdf>

- Cabrera, L. (2019). Teacher preconceptions of computational thinking: A systematic literature review. *Journal of Technology and Teacher Education*, 27(3), 305-333.
- Clements, D.H., & Sarama, J. (1997). Research on Logo: A decade of progress. *Computers in the Schools*, 14(1-2), 9-46. [https://doi.org/10.1300/J025v14n01\\_02](https://doi.org/10.1300/J025v14n01_02)
- Elicer, R., Tamborg, A.L., Bråting, K. & Kilhamn, C. (2023). Comparing the integration of programming and computational thinking into Danish and Swedish elementary mathematics curriculum resources. *International Journal on Math, Science and Technology Education*, 11(3), 77-102. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.3.1940>
- Gadanidis, G., Hughes, J., Minniti, L. & White, B. (2017). Computational thinking, grade 1 students and the binomial theorem. *Digital Experience in Mathematics Education*, 3(2), 77-96. <https://doi.org/10.1007/s40751-016-0019-3>
- Kallia, M., van Borkulo, S.P., Drijvers, P., Barendsen, E. & Tolboom, J. (2021). Characterising computational thinking in mathematics education: A literature-informed Delphi study. *Research in Mathematics Education*, 23(2), 159-187. <https://doi.org/10.1080/14794802.2020.1852104>
- Misfeldt, M., Szabo, A., & Helenius, O. (2019). Surveying teachers' conception of programming as a mathematics topic following the implementation of a new mathematics curriculum. *Proceedings the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, 2713-2720, Freudenthal Group, Freudenthal Institute, ERME.
- Niss, M. & Højgaard, T. (2019). Mathematical competencies revisited. *Educational Studies in Mathematics*, 102(1), 9-28. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09903-9>
- Noss, R. (1986). Constructing a conceptual framework for elementary algebra through Logo programming. *Educational Studies in Mathematics*, 17(4), 335-357. <https://doi.org/10.1007/BF00311324>
- Noss, R. (1987). How do children do mathematics with LOGO? *Journal of Computer Assisted Learning*, 3(1), 2-12. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1987.tb00303.x>
- Noss, R. & Hoyles, C. (1996). *Windows on mathematical meanings: Learning cultures and computers*. Kluwer.
- OECD. (2018). *PISA 2022 Mathematics framework (draft)*. <https://pisa2022-maths.oecd.org/files/PISA%202022%20Mathematics%20Framework%20Draft.pdf>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Pérez, A. (2018). A framework for computational thinking dispositions in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(4), 424-461. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.49.4.0424>
- Regeringen. (2023). *Danmarks Digitaliseringsstrategi – ansvar for den digitale udvikling*. [https://digmin.dk/Media/638357207253210400/SVM%20regeringen\\_Danmarks%20digitaliseringsstrategi\\_2023\\_V9\\_Online\\_Final%20\(1\)-a.pdf](https://digmin.dk/Media/638357207253210400/SVM%20regeringen_Danmarks%20digitaliseringsstrategi_2023_V9_Online_Final%20(1)-a.pdf)
- Tamborg, A.L., Elicer, R., Bråting, K., Geraniou, E., Jankvist, U.T. & Misfeldt, M. (2023). The politics of computational thinking and programming in mathematics education: Comparing curricula and resources in England, Sweden and Denmark. I B. Pepin, G. Gueudet & J. Choppin

- (red.), *Handbook of digital resources in mathematics education* (s.1-27). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-95060-6\\_55-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-95060-6_55-1)
- Tamborg, A.L., Nøhr, L. & Misfeldt, M. (2022). Towards designing a comparative survey for implementing PCT in Danish, Swedish, and English K-9 mathematics education. I J. Hodgen, E. Geraniou, G. Bolondi & F. Federica (red.), *Proceedings of the Twelfth Congress of European Research Society in Mathematics Education (CERME12)* (s. 4197-4204). Free University of Bozen-Bolzano. <https://hal.science/CERME12/hal-03766214v1>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Wing, J.M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J.T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(1), 1-16. <http://dx.doi.org/10.1145/2576872>

### English abstract

*In a survey, we document that a large proportion of Danish mathematics teachers with an interest in technology who answered our survey already are working with programming and computational thinking in their mathematics teaching, despite feeling that they do not have the professional or organizational prerequisites to carry out the work. The empirical data includes answers from 73 Danish teachers, collected in January-April 2022. Nearly two-thirds of the population reports teaching CT-practices, while almost unequivocally also requesting further training in relation to CT. As we find that the surveyed population most likely are the ones with the biggest interest, we are not surprised that they report both a will and an experience of meaningfulness in working with CT in mathematics teaching. We do however find, that the lack of competences and structured approach to capacity building that they identify, will be even bigger among the general population.*