

# Digitale læremidlers potentiale til at støtte udviklingen af matematiske kompetencer



Henrik Skov Midtiby, Mærsk Mc-Kinney Møller Institutet, Syddansk Universitet



Linda Ahrenkiel, Laboratorium for Sammenhængende Uddannelse og Læring (LSUL), Syddansk Universitet

**Abstract:** *Repræsentationskompetencen og symbol- og formalismekompetencen er to centrale kompetencer inden for ingeniørvidenskaberne, men en del af de nye studerende behersker ikke kompetencerne tilstrækkeligt. Det gør det svært at følge undervisningen. Denne artikel præsenterer en undersøgelse af at bruge det digitale læremiddel Khan Academy til at støtte udviklingen af disse to matematiske kompetencer blandt førsteårsstuderende på syv ingeniøruddannelser ved Syddansk Universitet hvor matematik A er et indgangskrav. I nærværende artikel anvendes en prætest-posttest-tilgang til at undersøge interventionen. Undersøgelsen viser overordnet positiv fremgang i de studerendes repræsentations- og symbol- og formalismekompetencer efter brugen af Khan Academy.*

## Introduktion og baggrund

I denne artikel vil vi diskutere førsteårsuniversitetsstuderendes præstationer i matematik og hvorledes der kan etableres tiltag via digitale læremidler som understøtter de studerendes matematiske kompetencer. Helt op på universitetsniveau kan der forekomme problemer som kan siges at være overtaget fra gymnasiet eller folkeskolen med elementære regneoperationer med brøker, eksponenter og logaritmer (Skriver et al., 2015). Vi vil især fokusere på forståelsesproblemer som førsteårsstuderende erfaringsmæssigt har. Disse problemer gør det svært at følge med i beregninger og udledninger som følge af mangel på basale matematiske kompetencer.

Siden starten af det nye århundrede har der været et særligt fokus på den gruppe af elever/studerende der har vanskeligheder med at lære matematik og præsterer lavt i faget (Lindenskov & Weng, 2005). I en international undersøgelse præsterer næsten 28 % af de 16-65-årige danske deltagere utilstrækkeligt i de fire regnefærdigheder

og procentregning som anses at være fundamentale færdigheder (Jensen & Holm, 2000). Også i PISA-undersøgelserne der sammenligner 15-årige i en række lande, indgår matematik som et område. I PISA 2003 beskrives præstationen for 16 % af de danske 15-årige som utilstrækkelige for at kunne leve op til morgendagens krav og behov (Lindenskov & Weng, 2005). I PISA 2012 findes at elevernes svageste kompetencer ligger inden for området med at udføre beregninger og anden problembehandling (Egelund, 2012).

Forskning har de seneste år belyst potentialerne i at øge studerendes matematiske og naturvidenskabelige kompetencer via digitale læremidler (Beal et al., 2007). Nærværende artikel har til formål at undersøge effekten af tre ugers brug af *Khan Academy* på de studerendes matematiske kompetencer med særligt fokus på repræsentations- samt symbol- og formalismekompetencerne. Artiklen præsenterer resultater fra en prætest-posttest-tilgang i matematik blandt førsteårsstuderende på ingeniøruddannelserne ved Syddansk Universitet i 2014.

Med udgangspunkt i ovenstående søger artiklen at besvare spørgsmålet: *I hvilket omfang er det muligt at øge førsteårsstuderendes basale matematiske kompetencer ved brug af det digitale læremiddel Khan Academy?* Spørgsmålet forekommer væsentligt at besvare både i forhold til et konkret læremiddel (som *Khan Academy*) og i forhold til andre typer af digitale læremidler. Derfor gøres i nærværende undersøgelse et forsøg på at vurdere dette, vel vidende at der er noget principielt problematisk i opgaven idet det altid er svært at vurdere om et givet resultat er påvirket af andre indsatser der søger at øge de matematiske kompetencer.

## Matematiske kompetencer

I faget matematik i grundskolen og på gymnasiet lægger læseplanerne sig op ad en kompetenceorienteret opfattelse af hvad faglighed er. Der har i de sidste ca. ti år været en bevægelse fra pensumbaserede fagbeskrivelser hen imod mere kompetenceorienterede beskrivelser (Højgaard et al., 2010).

I faget matematik i en dansk sammenhæng er det væsentligste bidrag til denne bevægelse rapporten "Kompetencer og matematiklæring" (Jensen & Niss, 2002). I denne rapport beskrives matematisk faglighed ved hjælp af følgende otte kompetencer: 1) tankegangskompetence – at kunne udøve matematisk tankegang, 2) problembehandlingskompetence – at kunne formulere og løse matematiske problemer, 3) modelleringskompetence – at kunne analysere og bygge matematiske modeller vedrørende andre felter, 4) ræsonnementskompetence – at kunne ræsonnere matematisk, 5) repræsentationskompetence – at kunne håndtere forskellige repræsentationer af matematiske sagsforhold, 6) symbol- og formalismekompetence – at kunne håndtere

matematisk symbolsprog og formalisme, 7) kommunikationskompetence – at kunne kommunikere i, med og om matematik, 8) hjælpemiddelkompetence – at kunne betjene sig af og forholde sig til hjælpemidler for matematisk virksomhed, herunder IT. Disse kompetencer beskrives som indbyrdes forbundne uden at det dog er tilfældet at én af kompetencerne kan reduceres til de andre.

I denne artikel fokuseres primært på repræsentations- og symbol- og formalismekompetencerne som fx omfatter grundlæggende talforståelse og simple matematiske operationer med fx brøker, eksponenter og logaritmer. Mange af de matematiske udtryk som anvendes inden for ingeniørvidenskaberne, involverer nogle af de omregningsmetoder og kræver fortrolighed med elementære matematiske kompetencer. Et eksempel kan være at bestemme massestrømme i produktionsanlæg i forbindelse med kemiingeniørstudiet. Problemer med simple matematiske kompetencer kommer her let til at stille sig i vejen for den centrale ingeniørforståelse.

De to matematiske kompetencer repræsentations- og symbol- og formalismekompetencerne skulle gerne etableres allerede i folkeskolen og videreudvikles i gymnasiet (Jensen & Niss, 2002). Kompetencerne er grundlaget for at kunne benytte sig af matematikken som et sprog i andre sammenhænge. Uden disse vil studerende ikke kunne forstå brugen af matematiske modeller eller problemløsning som er central for ingeniørstudierne. I dagligdagen italesættes det som at de ikke kan løse basale matematiske regneopgaver (brøkgregning, potensregning, regneregler for negative tal etc.). Det er svært at vurdere i hvor høj grad studerende besidder en matematisk kompetence. Til grund for vurderingen kommer således til at ligge deres handleparathed. Ifølge Blomhøj & Højgaard Jensen (2007) kan man kun iagttage tegn på kompetencebesiddelse, altså konkrete handlinger der fortolkes af en fagperson som tegn på at den studerende besidder en faglig kompetence (Blomhøj & Højgaard Jensen, 2007). I dette tilfælde vurderes de studerendes matematiske kompetencer således ud fra i hvilket omfang de kan løse en række matematiske opgaver inden for repræsentations- og symbol- og formalismekompetencerne.

## Khan Academy

*Khan Academy* er et videobaseret og gratis undervisningssystem som ved hjælp af korte videoer på internettet og konkrete øvelser gør det muligt at målrette undervisningen efter den enkelte elevs behov. Filosofien bag *Khan Academy* er ret enkel. Eleven ser en kort film der forklarer et emne, og øver sig derefter på nogle opgaver. Går eleven i stå med en øvelse, kan han eller hun se videoen igen og på en enkel måde blive guidet igennem regnestykket i sit eget tempo. Når eleven mestrer stoffet, går han eller hun videre til det næste emne og nye opgaver. *Khan Academy* findes både

i en dansk og en engelsk udgave og er rettet mod alle uddannelsestrin, dog primært folkeskolen (<https://da.khanacademy.org/>).

I *Khan Academy* kan de studerende arbejde med en række matematiske emner og problemstillinger inddelt efter emner. Specielt anses det som en styrke at de studerende bliver guidet til at bruge tid på de opgavetyper som de har sværest ved (Khan, 2011). Når de studerende har demonstreret at de behersker en opgavetype, bliver de sendt videre til den næste opgavetype.

*Khan Academy* er et udbredt undervisningsværktøj og har ti mio. unikke brugere om måneden – primært i USA. Her har undersøgelser bl.a. vist meget positive resultater i forbindelse med matematikundervisningen (Jordan et al., 2012; Murphy et al., 2014).

I forbindelse med undervisningstilgangen *flipped classroom* nævnes *Khan Academy* ofte som et eksempel (Lohmann-Jensen, 2014). Et af kendetegnene ved *flipped classroom* er de studerendes ændrede rolle i undervisningen fra passiv til aktiv og ligeledes lærerens ændrede rolle fra forelæser til vejleder. Karakteristika ved *flipped classroom* og såkaldt traditionel undervisning kan forenkles og opsummeres i tabel 1. I nærværende artikel er *Khan Academy* ikke anvendt som en form for *flipped classroom* idet undervisningen er fastholdt på traditionel vis. Undervisningen tog således udgangspunkt i et pensum der forudsætter og anvender kompetencer fra gymnasieskolen. Undervisningen var struktureret med forelæsninger efterfulgt af opgaveregning. *Khan Academy* blev stillet til rådighed for en gruppe førsteårsstuderende som et digitalt læremiddel hvor de studerende havde mulighed for at opøve deres matematiske kompetencer, med henblik på at gøre dem i stand til at følge med i matematiske beregninger som er centrale for ingeniørvidenskaberne.

	<i>Flipped classroom</i>	Traditionel undervisning
Elevernes rolle	Aktive	Passive
Lærerens rolle	Vejledende	Forelæsende

**Tabel 1.** Karakteristika ved hhv. *flipped classroom* og såkaldt traditionel undervisning.

## Undersøgelserdesign

Datamaterialet i denne undersøgelse er indsamlet på Syddansk Universitet blandt førsteårsstuderende på syv ingeniørretninger (diplomingeniør i kemi- og bioteknologi (KBM), civilingeniør i kemi- og bioteknologi (KBM), diplomingeniør i stærkstrømsteknologi (SDS), diplomingeniør i elektronik og datateknik (SDS), civilingeniør i fysik og

teknologi (SDS), civilingeniør i robotteknologi (GSR) og civilingeniør i energiteknologi (ITI)) der undervises i matematik på fire hold (her benævnt KBM, SDS, GRS og ITI). På SDS og KBM er der en blanding af diplom- og civilingeniørstuderende, mens der på GSR og ITI udelukkende er studerende der læser til civilingeniør.

Der er en række forskellige tilgange man kan anvende når studerendes matematiske kompetencer ønskes belyst. I nærværende artikel anvendes en præ-post-tilgang.

Idéen var at teste studerende ( $n=92$ ) fra to af holdene (SDS og KBM) før og efter brug af *Khan Academy* for at fastlægge hvorledes det digitale læremiddel ændrer deres matematiske kompetencer. For at sikre at de studerende på de to hold var repræsentative i forhold til hele populationen på de fire hold (SDS, KBM, GSR og ITI), gennemførte alle fire hold prætesten. Prætesten tjener således dels den funktion at etablere en form for basislinje for de studerende som indgår i begge tests ( $n=92$ ), dels tjener den det formål at sikre at de respondenter der indgår i præ-post-testen, ikke adskiller sig signifikant fra resten af de studerende på ingeniørretningerne. Det skyldes praktiske forhold at ikke alle fire hold gennemførte begge tests.

Præ-post-testen er typisk god til at verificere om et læremiddel eller et forløb “virker”, dvs. om en del af populationen lærer noget. Til gengæld er det svært at sige om det “virker” bedre eller dårligere end noget andet. En testtilgang til kompetence er typisk udelukkende baseret på en individ- og tilegnelsesorienteret forståelse af læring og kompetencebesiddelse (Kaplan & Saccuzzo, 2012). Målet med prætest-posttest-tilgangen bliver således at give et reelt indtryk af hvilket niveau de studerende behersker kompetencerne på ved start på en ingeniøruddannelse, og efterfølgende se hvordan et digitalt læremiddel kan påvirke disse kompetencer.

Præ- og posttestene indeholdt en række sammenlignelige, men ikke identiske matematiske opgaver. Prætesten blev udviklet med udgangspunkt i personlige erfaringer med hvilke matematiske emner og opgavetyper førsteårsstuderende typisk har problemer med, og som er væsentlige at kunne i forbindelse med ingeniørstudiet. De matematiske emner og opgavetyper studerende generelt har problemer med, understøttes af Skriver et al. (2015) som oplever de samme mangler inden for de matematiske kompetencer hos biokemistuderende. Det er emner som: negative tal, parenteser, eksponenter, brøker og at isolere variable i en ligning. En oversigt med opgavetyperne som er anvendt i denne undersøgelse, er vist i tabel 2. Det anses for rimeligt at forvente at de studerende kan løse disse opgavetyper såfremt de som minimum har matematik på B-niveau på gymnasiet.

Prætesten blev gennemført i løbet af den første uges undervisning i august 2014. Prætesten bestod af 36 delopgaver, og de studerende fik 30 minutter til at løse opgaverne. Derefter blev de rigtige svar gennemgået ved tavlen. Under gennemgangen rettede de studerende deres egne besvarelser der efterfølgende blev samlet ind og registreret digitalt af underviseren.

Opgavetype	Eksempel	Antal item	
		Prætest	Posttest
Gange og dividere med negative tal	$3 / (-3)$	2	2
Addition og subtraktion af negative tal	$4 + (-7)$	2	2
Ækvivalente brøker	$\frac{24}{12} = \frac{k}{3}$	2	2
Multiplikation af brøker med hele tal	$\frac{8}{9} * 2$	1	2
Ligninger, der kan løses i et trin	$25 = -9 + k$	2	3
Tal opløftet i heltals eksponenter	$\left(\frac{1}{8}\right)^2$	3	2
Ligninger, der kan løses i to trin	$8x - 1 = 9$	2	3
Gange parenteser sammen, niveau 1	$(x - 9)(x + 10)$	2	2
Gange parenteser sammen, niveau 2	$(10x + 6)(-7x + 8)$	1	2
Forkorte brøker	$56/80$	2	2
Addition og subtraktion af brøker med forskellige nævnere	$\frac{5}{6} = \frac{3}{5}$	2	2
Multiplikation af polynomier	$(-6p^2 + 7p)(p^3 + 6p^2)$	2	2
Positive og nul eksponenter	$(-1)^{197}$	3	2
Division af brøker	$\frac{7}{5} / \frac{9}{4}$	2	2
Faktorisering af udtryk	$2x - 8$	2	2
Løs rationale ligninger 1	$-\frac{5x-7}{5x-9} = \frac{1}{6}$	2	3
Brøker og eksponenter, niveau 1	$\left(\frac{1}{16}\right)^{-1/4}$	2	2
Brøker og eksponenter, niveau 2	$\left(\frac{64}{25}\right)^{-\frac{3}{2}}$	2	3

**Tabel 2.** Spørgsmålstyper listet efter antal opgaver i prætesten. Desuden er der givet et eksempel på en opgave til hver spørgsmålstype.

Efter prætesten er de studerende på to af holdene (KBM og SDS) blevet opfordret til at træne opgavetyperne vha. online opgaver på *Khan Academy*. Motivationen var at der en måned inde i studiet ville være en ny matematikprøve (posttest) i de samme opgavetyper, og at denne test ville tælle med i deres faglige bedømmelse. Til posttesten var der afsat 45 minutter til at besvare 40 opgaver. Denne gang blev besvarelsenerne samlet ind og rettet af en underviser. Hver opgave blev rettet med udfaldet rigtig/forkert. Antallet af rigtige indgår i de videre analyser af resultaterne. De studerendes tests blev analyseret med analyseværktøjer i R (R Development Core Team, 2014). Resultaterne fra posttesten indgik på følgende måde i bedømmelsen af de studerende: For SDS-klassen indgik matematik som en 6-ECTS-blok ud af en samlet blok på 30 ECTS som gives en samlet vurdering hvor posttesten indgik med en vægt på 3,5 %. For KBM-klassen var faget en selvstændig blok på 5 ECTS der blev bedømt ved en skriftlig eksamen hvor posttesten indgik med en vægt på 10 %.

Foruden de studerendes præ-posttest-scores haves adgang til en del af de studerendes profiler på *Khan Academy* hvilket giver mulighed for at undersøge eventuelle sammenhænge mellem de studerendes testresultater og den tid de har benyttet på *Khan Academy*.

## Udvalgte resultater

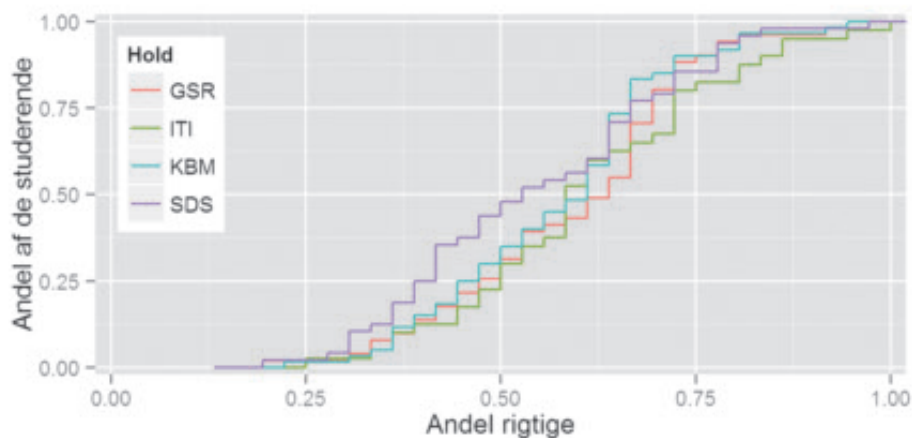
Det antal studerende fra de fire hold der indgår i de forskellige dele af statistikken, er opgjort i tabel 3.

Prætesten havde til formål at etablere en form for basislinje i de førsteårsstuderendes matematiske kompetencer ved studiestart på ingeniøruddannelserne ved Syddansk Universitet, dels tjener den det formål at sikre at de respondenter der indgår i præ-post-testen ( $n=92$ ), ikke adskiller sig signifikant fra resten af de studerende på ingeniørretningerne som har matematik på deres første år ( $n=199$ ).

Fordelingen af andel rigtige på de fire matematikhold er vist i figur 1. Et punkt  $(x, y)$  på kurven fortæller hvor stor en andel af de studerende ( $y$ ) der ikke har opnået scoren ( $x$ ). Har et hold klaret sig godt, vil kurven ligge tæt ved nederste højre hjørne af grafen. Ud fra kurven ses det at der ikke er nogen væsentlig forskel mellem holdene. De fire hold er sammenlignet parvis i en tosidet Kolmogorov-Smirnov-test hvor den laveste  $p$ -værdi er fundet til 0,2. Værdien på 0,2 er fra sammenligningen af SDS og ITI. Det ses af grafen (figur 1) at det er disse hold som indbyrdes er mest forskellige og dermed mest interessante at sammenligne. Det konkluderes således at de respondenter der indgår i præ-post-testen ( $n=92$ ), ikke adskiller sig signifikant fra resten af de studerende på ingeniørretningerne generelt ( $n=199$ ).

Hold	# stud	Præ	Post	Præ + Post	Khan	PPK
KBM	69	60	56	52	41	39
SDS	72	48	48	40	-	-
ITI	53	40	-	-	-	-
GSR	71	51	-	-	-	-
I alt	264	199	104	92	41	39

**Tabel 3.** Oversigt over antal studerende fra hvert hold der bidrager i de forskellige statistikker. Antal studerende tilmeldt kurset ved prætesten er vist i kolonne # stud. Kolonnerne Præ, Post og Præ + Post viser antal studerende der tog præ-, post- eller begge tests. Khan viser antallet af studerende med kendte profiler på Khan Academy, og PPK er antal studerende der har deltaget i begge tests, og hvor der også er tilknyttede konti på Khan Academy. Et minus indikerer at studerende fra holdet ikke deltog i aktiviteten.

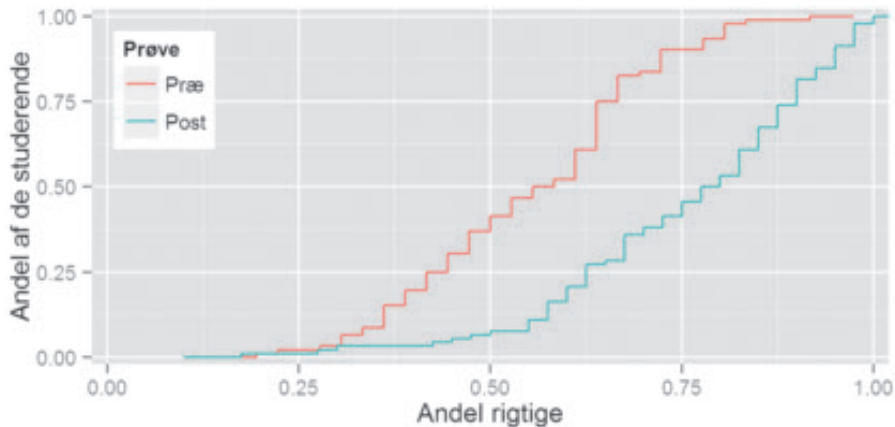


**Figur 1.** Fordelingen af andel rigtige på de fire matematikhold ved prætesten. Et punkt  $(x, y)$  på kurven fortæller hvor stor andel af de studerende ( $y$ ) der ikke har opnået scoren ( $x$ ). Ud fra kurven ses det at der ikke er nogen væsentlig forskel mellem de fire hold. Kun studerende fra KBM og SDS klasserne havde mulighed for at deltage i posttesten.

I det følgende præsenteres resultater for respondenterne som deltog i både præ- og posttesten ( $n=92$ ). Blandt den gruppe af respondenter der deltog i præ-post-testen, var der en signifikant fremgang i de studerendes matematiske kompetencer fra præ-



testen (55,2 % rigtige) til posttesten. (75,5 % rigtige). Dette er testet ved hjælp af en parret Wilcoxon-test hvorved en p-værdi på  $3 \times 10^{-13}$  indikerer en signifikant fremgang.



**Figur 2.** De studerendes udvikling fra prætesten til posttesten. Der ses en signifikant fremgang i testscorene.

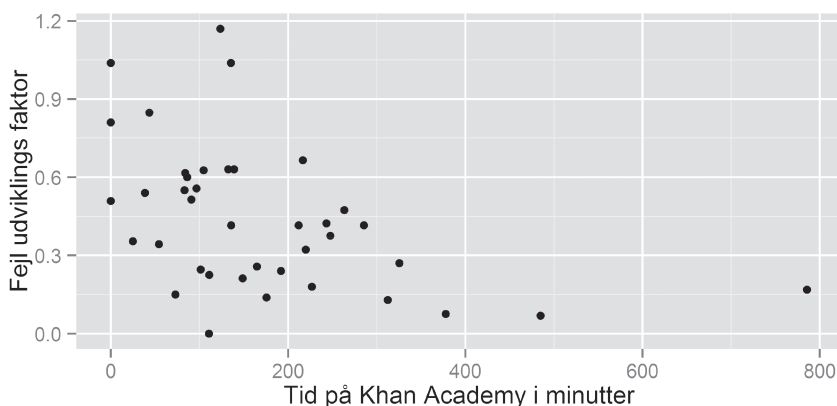
For at undersøge de studerendes ændringer i de enkelte opgavetyper er resultaterne fra prætesten og posttesten angivet i tabel 4. Der iagttages en tydelig samlet forbedring af de studerendes evner inden for de matematiske kompetencer som er i fokus (figur 2). Tabel 4 nuancerer dette billede en smule ved at se på hvilke opgavetyper de studerende viser fremgang i.

Foruden de studerendes præ-posttest-scores haves adgang til en del af de studerendes profiler ( $n = 41$ , alle fra KBM-klassen) på *Khan Academy* hvilket giver mulighed for at undersøge eventuelle sammenhænge mellem de studerendes testresultater og den tid de har benyttet på *Khan Academy*. På figur 3 ses sammenhængen mellem andelen i fejl i posttesten delt med andelen af fejl i prætesten og den tid den studerende har anvendt på *Khan Academy*, for de studerende hvor begge informationer er tilgængelige ( $n = 39$ ).

Det relativt lave antal respondenter skyldes at sammenhængen mellem testresultater og tiden på *Khan Academy* ikke indgik i det oprindelige undersøgelsesdesign. Der ses en vis tendens til at jo længere tid der anvendes på *Khan Academy*, jo større fremskridt i testresultatet viser den studerende.

Opgavetype	% rigtige		P-værdi
	Prætest	Posttest	
Gange og dividere med negative tal	95	91	0,4495
Addition og subtraktion af negative tal	94	94	1,000
Ækvivalente brøker	91	91	0,8896
Multiplikation af brøker med hele tal	89	93	0,3014
Ligninger, der kan løses i et trin	80	95	0,0003
Tal opløftet i heltals eksponenter	78	91	0,0027
Ligninger, der kan løses i to trin	72	90	0,0001
Gange parenteser sammen, niveau 1	71	73	0,7290
Forkorte brøker	63	85	0,0000
Gange parenteser sammen, niveau 2	60	65	0,3086
Addition og subtraktion af brøker med forskellige nævnere	52	70	0,0001
Multiplikation af polynomier	44	61	0,0045
Positive og nul eksponenter	40	86	0,0000
Division af brøker	33	51	0,0049
Faktorisering af udtryk	22	71	0,0000
Løs rationale ligninger 1	13	37	0,0000
Brøker og eksponenter, niveau 1	6	70	0,0000
Brøker og eksponenter, niveau 2	7	57	0,0000

**Tabel 4.** Ændringer i andel rigtige for de enkelte opgavetyper fra prætesten og posttesten. Grøn markerer en positiv, signifikant ændring i de studerendes matematiske kompetencer, hvid markerer ingen eller en ikke signifikant ændring i de studerendes matematiske kompetencer. De beregnede p-værdier er fundet ved en parret Wilcoxon-test.



**Figur 3.** Sammenhæng mellem fejludviklingsfaktoren og den tid de studerende har anvendt på Khan Academy. Der ses en tendens til at jo længere tid der anvendes på Khan Academy, jo færre fejl har den studerende i posttesten.

## Diskussion

Undersøgelsen havde fokus på førsteårsstuderendes matematiske kompetenceudvikling gennem brug af det digitale læremiddel *Khan Academy*. Et centralt spørgsmål er hvorvidt de studerendes kompetenceudvikling sætter sig spor, og hvorvidt disse spor er situerede spor eller blivende spor i både korttidshukommelsen og langtidshukommelsen.

Med udgangspunkt i at forbedre de studerendes kompetencer i løbet af første semester på ingeniøruddannelserne på Syddansk Universitet blev det digitale læremiddel *Khan Academy* afprøvet. Fokus på at øge niveauet af de studerendes kompetencer har ikke taget væsentlig tid fra undervisningen idet træning med *Khan Academy* var hjemmearbejde for de studerende. Tests foretaget før og efter brug af *Khan Academy* viser at de studerendes regnefærdigheder er signifikant forbedret, og at andelen af fejl i besvarelsene er næsten halveret, fra 44,8 % til 24,5 %. Undersøgelserne viser således overordnet en række synlige tegn på at studerende der anvender *Khan Academy*, udvikler det niveau de behersker matematiske kompetencer på i en positiv retning.

På trods af en overordnet positiv fremgang i repræsentations- og symbol- og formalismekompetencerne blandt de studerende er der alligevel forskel på i hvilke opgavetyper der observeres en signifikant fremgang (jf. tabel 2). Yderligere undersøgelser af fx den tid de studerende har anvendt på *Khan Academy* på disse opgavetyper, kontra den tid de har anvendt på de opgavetyper hvor der ses en signifikant fremgang, kunne her være interessante. Det positive i en "ikke fremgang eller stagnation" er at dette ikke er signifikant og således kan tilskrives tilfældigheder.

Undersøgelserdesignt blev anlagt med en prætest-posttest-tilgang og giver således

anledning til etablering af en basislinje og undersøgelse af hvorledes de studerende gennem brug af *Khan Academy* rykker sig i forhold til den etablerede basislinje. Det er naturligvis altid usikkert hvorvidt et sådant resultat udelukkende er et resultat af brugen af *Khan Academy* eller af helt andre årsager. I forbindelse med denne undersøgelse kan der dog argumenteres for at de studerende i det pågældende tidsinterval ikke blev påvirket af andre indsatser der søgte at øge deres matematiske kompetencer inden for undersøgelsens fokusområde (de studerende modtog fx ikke undervisning i test-emnerne). Internationale undersøgelser viser dog at studerende kan vise fremgang i deres testscore hvis de udsættes for en test to gange idet den første test muligvis giver anledning til at de studerende bliver bekendte med opgavetyperne (Beal et al., 2007).

Da ingen andre digitale læremidler eller undervisningssituationer er undersøgt på samme måde, er det ikke muligt at vurdere om det betyder at *Khan Academy* er lige så godt eller bedre end andre læremidler der er til rådighed. Men resultaterne giver dog pejling af at læremidlet understøtter udvikling af matematisk kompetence.

Der ses næsten en halvering i andelen af fejl begået af de studerende. Brugen af digitale læremidler lige såvel som andre typer af læremidler giver selvfølgelig anledning til refleksioner over hvorvidt den observerede fremgang er tilfredsstillende. I denne undersøgelse er en væsentlig pointe at de studerende foruden en faglig fremgang er blevet bekendte med et digitalt læremiddel som gør dem i stand til at handle såfremt de fremadrettet oplever huller i deres matematiske kompetencer. *Khan Academy* er ikke længere et ukendt værktøj for disse studerende hvilket giver dem handlekompetencer i forhold til deres egen udvikling inden for det matematiske område, men forhåbentlig også inden for andre faglige områder som *Khan Academy* understøtter.

Adgangskravet til de undersøgte ingeniørretninger er matematik på A-niveau. Her viser prætesten at en stor del af de studerende (n=199) der starter på ingeniøruddannelserne har svært ved at gennemføre simple matematiske operationer uden brug af digitale hjælpemidler i form af lommeregner eller tilsvarende CAS-værktøjer. Hvorvidt det overhovedet er rimeligt at de studerende ikke behersker disse kompetencer tilstrækkeligt, er uden for denne artikels fokusområde.

## Perspektivering og konklusion

På baggrund af nærværende undersøgelse kan det konkluderes at det digitale læremiddel *Khan Academy* støtter udviklingen af førsteårsstuderendes repræsentations- og symbol- og formalismekompetencer i matematik.

På baggrund af de erfaringer og resultater der rapporteres om i artiklen, er der igangsat et nyt studiestartsforløb på ingeniøruddannelserne ved Syddansk Universitet der bl.a. inddrager *Khan Academy*. I nærværende artikel har det været svært at følge

de studerendes brug af *Khan Academy*. Dette har givet anledning til iværksættelse af et projekt hvor der udvikles en platform hvor det er muligt at følge de studerende i højere grad.

Resultaterne viser en fordel ved at benytte digitale læremidler, eksempelvis *Khan Academy*, som supplement til undervisningen i matematik. Resultaterne kan ikke umiddelbart overføres til andre sammenhænge, men de kan forhåbentlig inspirere til videre didaktiske analyser og til refleksion over mulige læringsmæssige udbytter ved brugen af digitale læremidler, herunder *Khan Academy*.

## Referencer:

- Beal, C.R., Waller, R., Arroyo, I. & Woolf, B.P. (2007). On-line Tutoring for Math Achievement Testing: A Controlled Evaluation. *Journal of Interactive Online Learning*, 6(1), s. 43-55.
- Blomhøj, M. & Højgaard Jensen, T. (2007). SOS-projektet-didaktisk modellering af et sammenhængsproblem. *MONA: Matematik og Naturfagsdidaktik*, 2007(3), s. 25-53.
- Egelund, N. (red.) (2012). *PISA 2012: Danske unge i en international sammenligning*, UVM. Lokaliseret marts 2015 på: <http://www.uvm.dk/~media/UVM/Filer/Udd/Folke/PDF13/Dec/131203%20PISA%20Rapport%20WEB.PDF>.
- Højgaard, T., Sølberg, J., Bundsgaard, J. & Elmose, S. (2010). Kompetencemål i praksis: Foranalysen bag projektet KOMPIS. *MONA: Matematik og Naturfagsdidaktik*, 2010(3), s. 7-29
- Jensen, T. & Niss, M. (2002). Kompetencer og matematiklæring. Undervisningsministeriet.
- Jensen, T.P. & Holm, A. (2000). *Danskerne læse-regne-færdigheder i et internationalt lys*. AKF Forlaget.
- Jordan, C., Loch, B., Lowe, T., Mestel, B. & Wilkins, C. (2012). Do Short Screencasts Improve Student Learning of Mathematics? *MSOR Connections*, 12(1), s. 11-14.
- Kaplan, R. & Saccuzzo, D. (2012). *Psychological Testing: Principles, Applications, and Issues*. Cengage Learning.
- Khan, Salman. 2011. TED-talk: "Let's Use Video to Reinvent Education". Lokaliseret februar 2014 på: [http://www.ted.com/talks/salman\\_khan\\_let\\_s\\_use\\_video\\_to\\_reinvent\\_education](http://www.ted.com/talks/salman_khan_let_s_use_video_to_reinvent_education).
- Lindenskov, L. & Weng, P. (2005). Matematikvanskeligheder og lavt præsterende elever i Danmark. *MONA: Matematik og Naturfagsdidaktik*, 2005(2), s. 56-75.
- Lohmann-Jensen, M. (2014). *Flipped Classroom: Andet end blot en strukturel ændring af undervisningen?* IND's studenterserie 37. Lokaliseret 6. juli 2015 på [http://www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/studenterserie37/Opgave\\_MarieLJensen.pdf](http://www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/studenterserie37/Opgave_MarieLJensen.pdf)
- Murphy, R., Gallagher, L., Krumm, A., Mislavy, J. & Hafter, A. (2014). Research on the Use of Khan Academy in Schools. *SRI Education, Menlo Park, CA*.
- R Development Core Team, 2014.

Skriver, K., Dandanell, G., von Stemann, J.H. & May, M. (2015). Udfordringer ved undervisning i enzymer: Bidrag fra det virtuelle laboratorium. *MONA: Matematik og Naturfagsdidaktik*, 2015(1), s. 49-65

### English abstract

*Representation competence and symbol and formalism competence are two core competences in the engineering sciences that many new students struggle with. This hinders students to follow calculations in lectures. This paper presents an investigation of the use of the digital teaching aid Khan Academy to support development of these two mathematical competences among first year students enrolled in one of seven engineering educations at the University of Southern Denmark. The present paper uses a pre-test post-test approach to study the intervention. The study shows a positive development in the students' representation and symbol and formalism competences after having used Khan Academy.*