



Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift

**Tema**

Fra data til beslutninger

Årgang 14 nr. 26 / 2019

**Titel**

**Matematiktest som prædiktor af ingeniørstuderendes studiesucces**

**Forfattere**

Henrik Skov Midtiby, Nadia Dyrberg Egemose

**Sidetal**

36-50

**Udgivet af**

Dansk Universitetspædagogisk Netværk, DUN

**URL**

› <http://dun-net.dk/>

**Betingelser for  
brug af denne  
artikel**

Denne artikel er omfattet af ophavsretsloven, og der må citeres fra den. Følgende betingelser skal dog være opfyldt:

- Citatet skal være i overensstemmelse med „god skik“
- Der må kun citeres „i det omfang, som betinges af formålet“
- Ophavsmanden til teksten skal krediteres, og kilden skal angives ift. ovenstående bibliografiske oplysninger.

**© Copyright**

DUT og artiklens forfatter

# Matematiktest som prædikator af ingeniørstuderendes studiesucces

Henrik Skov Midtby<sup>a,1</sup>, Nadia Dyrberg Egemose<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Mærsk Mc-Kinney Møller Institut, Syddansk Universitet, <sup>b</sup>SDU Universitetspædagogik, Syddansk Universitet

Faglig artikel, fagfællebedømt

Mangel på ingeniører og andre STEM-uddannede vækker bekymring i Europa. Og Danmark er blandt de lande, som er særligt udfordrede. Internationale studier tyder på, at matematiske evner har prædiktiv værdi i forhold til STEM-studerendes studiesucces – et begreb der omfatter både præstationer og progression på uddannelsen. I dette studie undersøges det, hvorvidt to matematiktests kan forudsige danske ingeniørstuderendes studieprogression; studie gennemførelse og beståelse af førsteårsprøven. De studerende havde ikke forberedt sig på test 1, mens de havde mulighed for at forberede sig på test 2. I forhold til den første test tyder studiets fund på, at det i højere grad er den frivillige deltagelse i undervisningen, hvori testen indgik end selve testscoren, der har sammenhæng med studiesuccesen. Pointscoren i den anden test viste sig at være en middelstærk prædikator af både frafald og beståelse af førsteårsprøven. Studiet bidrager med input til diskussionen om optagelsestests på danske videregående uddannelser samt til ønsket om tidligt at kunne identificere frafaldstruede studerende.

## Introduktion

Forventet mangel på ingeniører og andre STEM-dimittender (science, technology, engineering and mathematics) har vakt bekymring i Europa siden årtusindskiftet (Business Europe, 2011; European Commission, 2004; Harrison, 2012). Alene i Danmark forventer Ministeriet for Børn, Uddannelse og Ligestilling en mangel på 500 kandidater i 2020. Dette gælder særligt inden for studieretningerne fysik, matematik og datalogi (UddannelsesGuiden, 2016). Ingeniørforeningen IDA har på vegne af Engineer the Future udarbejdet en fremskrivning, der forudsiger en endnu større mangel: Her viser analysen, at *der på trods af stigningen i optaget de seneste år samlet vil mangle 10.000 ingeniører og naturvidenskabelige kandidater i 2025. Heraf vil der mangle 6.500 civil- og diplomingeniører, mens der vil mangle 3.500 naturvidenskabelige kandidater* (Engineer the Future, 2018, s. 1).

Principielt kan antallet af STEM-uddannede øges på to måder: I) øget rekruttering til STEM-uddannelserne og II) øget fastholdelse og gennemførelse af STEM-studerende. Med øget rekruttering som mål har regeringen i begyndelsen af 2018 afsat 180 mio. kr. i forbindelse med en ny naturvidenskabsstrategi som i årene 2018-2024 skal udmønte sig i konkrete initiativer, der skal skabe større interesse for naturvidenskabelige uddannelser blandt børn og unge

---

<sup>1</sup> Kontakt: hemi@mmpi.sdu.dk

(Undervisningsministeriet, 2018). Genstandsområdet for dette studie er dog studerende, som allerede er rekrutteret og således allerede er blevet optaget på en STEM-uddannelse.

Optaget af STEM-studerende på danske universiteter er samlet set stigende. Mens det naturvidenskabelige bacheloroptyag har ligget på et stabilt niveau på omkring 5.000 optagne studerende de seneste fem år, så er optaget på civil- og diplomingeniøruddannelserne i samme periode steget stødt fra 4.620 studerende i 2013 til 5.929 studerende i 2017 (Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2017a). Lave gennemførelsesprocenter udfordrer dog endnu det natur- og tekniskvidenskabelige hovedområde. I 2016 var førsteårsfrafaldet hhv. 20 % og 16 % på de naturfaglige og tekniske bacheloruddannelser (Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2017b), og den samlede gennemførelse fire år efter påbegyndelse af en bacheloruddannelse var i 2017 mellem 51 % og 56 % på tværs af de danske universiteter. Eneste undtagelse herfor var IT-Universitetet (ITU) med en gennemførelsesprocent på 67 % (Danske Universiteter, 2018).

I en analyse af en række landes prioriteringer angående studiesucces, bl.a. forstået som studie gennemførelse, kategoriseres Danmark som et af de lande, der sætter studerendes succes særligt højt på den politiske dagsorden (Vossensteyn et al., 2015). Landets universiteter støtter op om denne prioritering og har igangsat både større og mindre frafaldsbegrænsende tiltag. Af større projekter kan bl.a. Københavns Universitet nævnes; her har der siden studieåret 2011/2012 været fokus på datalogistuderende i *Projekt fastholdelse*<sup>2</sup>. På Syddansk Universitet er projekterne *Datadrevet frafaldsminimering og øget studiekvalitet på humaniora*<sup>3</sup> og *STAY*<sup>4</sup> på hhv. Det Humanistiske og Det Naturvidenskabelige Fakultet igangsat. Der er således stor interesse for at implementere frafaldsbegrænsende tiltag for igangværende studerende samt at identificere frafaldstruede studerende tidligt i studiet eller forud for studiestart. I denne artikel præsenteres et studie med sidstnævnte fokus: identifikation af frafaldstruede ingeniørstuderende tidligt i studiet ved brug af en matematiktest. Den anlagte forståelse af studiesucces er her omfattet af studieprogression. Nærmere bestemt benyttes studiestatusserne 'afsluttet', 'aktiv' eller 'afbrudt (studieforløb)' og beståelse af førsteårsprøven som er en række studieelementer, der skal gennemføres inden for studiets første år. De studerendes præstationer i form af karakterer på studiet indgår således ikke i dette studies brug af begrebet studiesucces.

Årsagerne til frafald på STEM-uddannelserne er både mange og komplekse, og de udfordringer, som frafaldne studerende oplever, genkendes i høj grad også af ikke-frafaldne studerende (Holmegaard, Madsen og Ulriksen, 2014; Seymour og Hewitt, 1997). Af Tintos 30 år gamle frafaldsmodel (1987), der endnu hyppigt refereres til (Bonne og Nutt, 2016), fremgår det, at både den sociale og den akademiske (eller faglige) integration er essentielle elementer i studiemotivationen og dermed i beslutningen om enten at fortsætte eller forlade sit studie. Trods et omfattende og veludviklet teoriapparat og adskillige frafaldsstudier er igangværende studerendes motivation for studiet vanskelig at måle. Ofte er der tale om affektive faktorer, der evalueres gennem selvvurderingsspørgeskemaer, hvilket er forbundet med en række usikkerheder. Kognitive faktorer er imidlertid lettere at kvantificere, og en række studier har derfor fokuseret på studerendes kognitive evner til at forudsige studiesucces; bl.a. konklude-

---

<sup>2</sup> <http://www.science.ku.dk/projektfastholdelse/>

<sup>3</sup> [https://www.sdu.dk/da/om\\_sdu/institutter\\_centre/c\\_cifu/projekter/datadrevet+kvalitetsudvikling+og+frafaldsminimering+paa+humaniora](https://www.sdu.dk/da/om_sdu/institutter_centre/c_cifu/projekter/datadrevet+kvalitetsudvikling+og+frafaldsminimering+paa+humaniora)

<sup>4</sup> [https://www.sdu.dk/da/om\\_sdu/fakulteterne/naturvidenskab/nyhedsbrev/2017\\_03\\_30\\_stay](https://www.sdu.dk/da/om_sdu/fakulteterne/naturvidenskab/nyhedsbrev/2017_03_30_stay)

rede McKenzie og Schweitzer (2010) i et australsk studie, at blandt en række faktorer herunder psykologiske, kognitive og demografiske var tidligere faglige præstationer den bedste enkeltstående prædikator af førsteårsstuderendes præstationer på universitetet. Integration på studiet, self-efficacy og forpligtigelser fra studiejob havde dog også en vis forklarende eller forudsigende værdi. Ved integration på studiet henvises til Tintos begreber om akademisk og social integration (se Tinto, 1987 for en detaljeret gennemgang heraf). Trods nuancer i definitionen af begrebet self-efficacy på tværs af studier trækker dette begreb på Banduras arbejde (1986). I det omtalte australske studie forstås self-efficacy som tro på og forventning om akademisk succes (McKenzie og Schweitzer, 2010).

Inden for STEM-uddannelserne tyder studier på, at især tidligere matematikpræstationer er en prædikator for studiesucces i form af både præstationer og gennemførelse (Ackerman et al., 2013; De Winter & Dodou, 2011; Veenstra et al., 2008). Et amerikansk studie med fokus på ingeniørstuderende fandt, at køn og tidligere præstationer (high school-præstation og SAT-score) kunne forklare 18 % af variansen af de ingeniørstuderendes præstationer på universitetet (French et al., 2005). Motivation havde ingen yderligere signifikant forklaringsværdi på de studerendes præstationer eller deres fastholdelse på universitetet, men det havde indflydelse på, hvorvidt de studerende fortsatte med et hovedfag (major) inden for ingeniørfagene. I samme stil benyttede Moses et al. (2011) en matematiktest, Calculus Readiness Exam, som viste sig at være en endnu bedre prædikator end de studerendes tidligere og adgangsgivende præstationer, og i Flandern afprøves en frivillig matematiktest, *Engineering Positioning Test*, der tages af studerende forud for et studievalg inden for ingeniørfagene (Vanderroot et al., 2014). De foreløbige resultater af sidstnævnte studie indikerer, at testen kan forudsige de studerendes akademiske præstation i den første eksamensperiode, men der foreligger endnu ikke resultater omkring senere eksamener eller de studerendes gennemførelsesstatus.

Ingeniørstuderendes matematiske færdigheder og kompetencer er ikke kun i fokus i forhold til overordnet studiesucces. Ofte fremhæves utilstrækkelige færdigheder og kompetencer inden for matematik som en udfordring af undervisere, når studerende påbegynder et STEM-studie. I England har problematikken, kendt som 'the mathematics problem', ført til oprettelsen af adskillige støttecentre i matematik på de videregående uddannelsesinstitutioner. Og flere nationale rapporter har peget på netop matematiske evner som en nøglefaktor for STEM-studerendes progression og gennemførelse (Lawson, 2012).

Der er således international bevågenhed omkring STEM-studerendes matematiske evner samt evidens for, at matematiske evner til en vis grad kan forudsige, hvordan studerende vil klare sig på STEM-uddannelser. Dette studie har til mål at undersøge, hvorvidt sådanne fund også er gældende for danske ingeniørstuderende. Imidlertid er den generelle tendens i fralfaldsforskningen dog gået fra at betragte studerendes succes som et produkt af den enkelte studerendes evner til i højere grad at blive betragtet som et resultat af de studerendes møde med uddannelsen (Tinto, 2016). Derfor inkluderes der i dette studie også adfærdsvariablen 'fremmøde ved første undervisningsgang' som en indikator for motivation. Fremmødet og dermed (frivillig) deltagelse i den første matematiktest, som foregik i forbindelse med undervisningen, betragtes således som en motiveret adfærd i forhold til studiet.

### Studiets fokus

Studiet undersøger sammenhængen mellem danske ingeniørstuderendes succes i form af gennemførelse på studiet og beståelse af førsteårsprøven og deres præstation i to matematiktests. Ydermere sammenholdes undervisningsdeltagelsen med præstationen i de to tests.

Den første matematiktest har tidligere været benyttet til evaluering af læringseffekten af det digitale læringsmiddel *Khan Academy* i et præ-/postdesign (Midtby og Ahrenkiel, 2015). Testen viste sig her nyttig til at synliggøre de studerendes læring og kunne benyttes som et led i underviserens kursusplanlægning. I dette studie undersøges det, hvorvidt testen har prædiktiv værdi i forhold til studerendes overordnede studiesucces. Studiesucces kan operationaliseres på forskellig vis (Vossensteyn et al., 2015), men som beskrevet tidligere er nedenstående indikatorer for studiesucces valgt i dette studie (tabel 1).

*Tabel 1. Studiets afhængige variable: valgte indikatorer for studiesucces.*

Indikator	Mulige udfald
Studiestatus	Afsluttet/aktiv eller afbrudt
Førsteårsprøven	Bestået eller ikke bestået

Grundet tendensen til ikke udelukkende at betragte studerendes succes som personafhængig (dvs. afhængig af personlige karakteristika og forudgående oplevelser/læring) men også kontekstafhængig (hvad den studerende oplever på studiet) undersøges det, hvorvidt tre forskellige variable kan forudsige studiesucces: to kognitive variable, hvoraf den ene er et udtryk for forudgående matematiske evner, mens den anden er modereret af en måneds studieaktivitet samt én adfærdsvariabel. De kognitive variable udgøres af I) forudgående matematikkompetencer vurderet gennem en test udleveret den første undervisningsgang (kaldet test 1) og II) matematikkompetencer efter en måneds studium, vurderet gennem en tilsvarende test, der udgjorde kursets første tællende aktivitet (kaldet test 2). Adfærdsvariablen udgøres af fremmøde ved første undervisningsgang og dermed deltagelse i test 1. Til sammenligning undersøges også den prædiktive værdi af de studerendes adgangsgivende karaktersnit, dvs. de studerendes gymnasiale karaktergennemsnit.

Opsummerende udgøres studiets uafhængige variable således af gymnasialt karaktersnit, pointscoren i 'test 1' og 'test 2' samt 'deltagelse i test 1', mens de afhængige variable udgøres af 'status på studiet' og 'førsteårsprøven'. En førsteårsprøve består af en række prøver, som bachelorstuderende skal bestå inden udgangen af første eller andet studieår, afhængig af det enkelte universitets udmøntning af bekendtgørelsen. De konkrete kursuselementer forbundet med førsteårsprøven varierer mellem studieretningerne. Studerende, der ikke har bestået førsteårsprøven inden for den fastsatte tid, kan med henvisning til særlige forhold søge om udsættelse for at fortsætte på studiet.

## Metode

### *Kontekst og udformning af test 1 og test 2*

Matematiktestene test 1 og test 2 blev gennemført som en del af to førsteårskurser i matematik (her kaldet SDS og KBM) i efteråret 2014. De studerende på yderligere to førsteårs matematikkurser (her kaldet GSR og ITI) deltog ligeledes i test 1. Test 1 blev gennemført af de studerende i første undervisningsuge, og test 2, der var SDS- og KBM-kursernes første tællende aktivitet, blev gennemført efter en måneds undervisning. På alle fire hold blev test 1 gennemført som følge af underviserens ønske om indsigt i de studerendes matematiske færdigheder ved kursusstart. På SDS og KBM benyttedes testen også som forberedelse til

kursernes tællende aktiviteter. En grundlæggende forskel på de to tests er, at de studerende ikke havde mulighed for at forberede sig til test 1, mens de havde mulighed for at forberede sig forud for test 2. Hvorvidt denne mulighed blev udnyttet, var op til de studerende og behandles ikke videre her, men indgår i Midtby og Ahrenkiel (2015). En anden forskel på test 1 og test 2 er, at pointgivning blev foretaget af hhv. medstuderende og underviseren. Den maksimale pointscore i de to tests var 36 point for test 1 og 40 point for test 2. I Midtby og Ahrenkiel (2015) udgjorde test 1 og test 2 hhv. præ- og posttest til måling af læring efter en måneds forløb med det digitale læringsmiddel Khan Academy med henblik på at teste effekten af læremidlet.

Testene bestod af korte matematikopgaver på elementært niveau (heraf nogle på grundskoleniveau), som studerende erfaringsmæssigt har udfordringer med. Indhold, form og distribution af test 1 er beskrevet i detaljer i Midtby og Ahrenkiel (2015). Af opgavetyper kan nævnes: 'gange og dividere med negative tal', 'ligninger, der kan løses i to trin', 'gange parenteser sammen' og 'division af brøker'. De studerende forventes som udgangspunkt at kunne besvare opgaverne, da matematik på A-niveau er et adgangskrav på uddannelserne, og det derfor som beskrevet af Midtby og Ahrenkiel må *anses for rimeligt at forvente at de studerende kan løse disse opgavetyper såfremt de som minimum har matematik på B-niveau på gymnasiet* (2015, s. 33).

#### *Studiets deltagere*

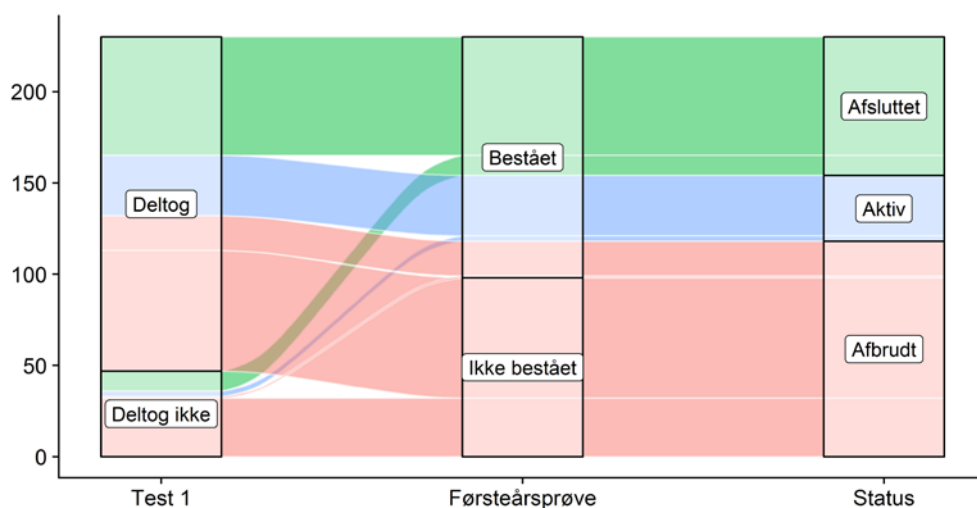
De studerende var indskrevet på syv forskellige ingeniørretninger på Syddansk Universitet (deres kursus angives i parentes): diplomingeniør i kemi- og bioteknologi (KBM), civilingeniør i kemi- og bioteknologi (KBM), diplomingeniør i stærkstrømsteknologi (SDS), diplomingeniør i elektronik og datateknik (SDS), civilingeniør i fysik og teknologi (SDS), civilingeniør i robotteknologi (GSR) og civilingeniør i energiteknologi (ITI). KBM- og SDS-holdene bestod således af kommende diplom- og civilingeniører, mens GSR- og ITI-holdene udelukkende udgjordes af civilingeniørstuderende.

Studerende med studiestart i efteråret 2014 er valgt, idet en stor del af disse studerende, såfremt de har fulgt det anbefalede studieforløb, opnåede deres bachelorgrad i sommeren 2017. Undtagelsen herfor er de diplomingeniørstuderende, som har en normeret studietid på 3,5 år. Disse studerende bør afslutte deres studier i vinteren 2017/2018. Der er således en unik mulighed for netop nu (opgjort i efteråret 2017) at undersøge en årgang, hvor en gruppe studerende vil have gennemført deres bacheloruddannelse eller endnu være aktive studerende, mens en anden gruppe vil være droppet ud af studiet. De KBM-studerendes adgangsgivende karakterer er brugt til sammenligning mellem årgang 2014 og 2015 for at sikre, at den undersøgte årgang ikke skiller sig signifikant ud fra andre årgange.

Tabel 2. Studerende inkluderet i dette studie fordelt på studieretning. Endvidere angives antallet af studerende, der hhv. deltog i test 1, deltog i test 2, har bestået førsteårsprøven og har afbrudt deres studie. \*angiver samlet deltagelsesprocent blandt KBM- og SDS-studerende.

Studieretning (antal)	Deltagelse i test 1		Deltagelse i test 2		Bestået førsteårsprøve		Afbrudt studiet	
	n	%	n	%	n	%	n	%
GSR (n=57)	45	79 %	-	-	28	62 %	30	53 %
ITI (n=53)	40	75 %	-	-	43	81 %	15	28 %
KBM (n=60)	53	88 %	50	83 %	32	53 %	37	62 %
SDS (n=60)	45	75 %	47	78 %	29	48 %	36	60 %
I alt (n=230)	183	80 %	97	81 %*	132	72 %	118	51 %

Data angående de studerendes studieprogression er opnået fra Syddansk Universitets afdeling for 'Analyse & Kvalitet'. Tabel 2 giver et overblik over antallet af studerende, der er studiedata på, og hvor mange af disse der deltog i hhv. test 1 og test 2, mens figur 1 giver et visuelt overblik over de studerendes studieforløb. Den grønne farve repræsenterer studerende, som har afsluttet deres studier, blå repræsenterer endnu aktive studerende, og rød repræsenterer studerende, som har afbrudt deres studier. Det bemærkes bl.a., at mens ca. halvdelen af de afbrudte studerende deltog i kurssets første undervisningsgang og dermed i test 1, så er det kun få af disse studerende, der har bestået førsteårsprøven. Dette indikerer, at størstedelen af de afbrudte studerende enten selv har valgt at droppe ud i løbet af første studieår eller har haft faglige vanskeligheder, der har umuliggjort beståelse af førsteårsprøven.



Figur 1. Visuelt overblik over studerendes studieforløb i forhold til deltagelse i test 1, beståelsesstatus på førsteårsprøven og studiestatus.

### Statistiske analyser

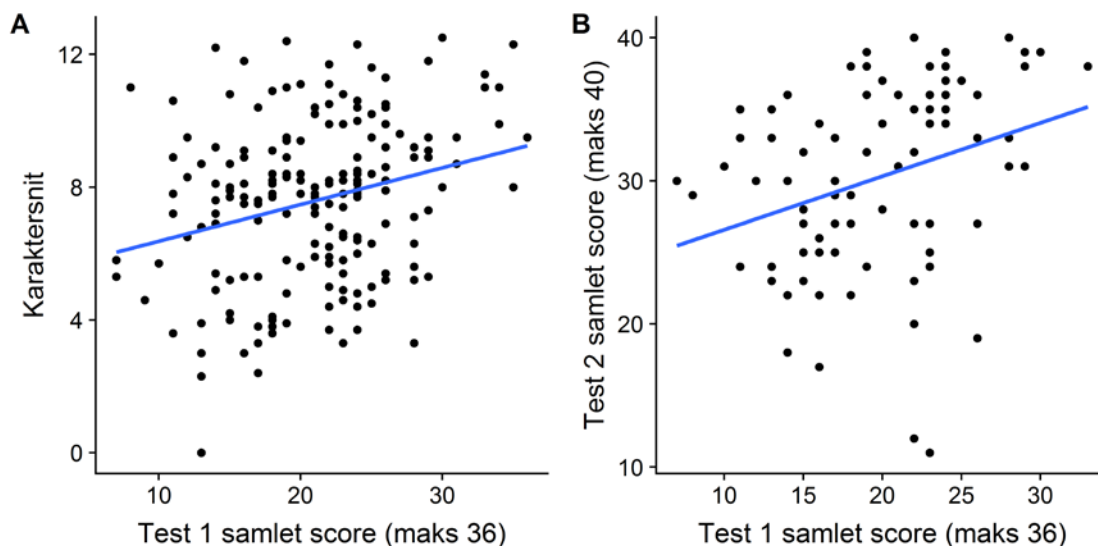
Data blev analyseret i statistikprogrammet R. Følgende statistiske tests blev benyttet: tosidet uafhængig  $t$ -test og ANOVA til sammenligning af middelværdier mellem grupper af studerende, beregning af korrelationskoefficient til test af sammenhænge mellem kontinuerte variable og  $\chi^2$ -test til test af fordeling af grupper på nominale variable. Da statistisk signifikans ikke indikerer, hvor betydningsfuld en påvist forskel eller sammenhæng er, benyttes Cohen's  $d$  som mål for effektstørrelse (Field, 2013).

### Resultater

Med en gennemsnitlig adgangsgivende karakter for studerende fra årgang 2014 og 2015 på hhv. 7,63 (SD=2,213) og 7,52 (SD=2,368) er der ingen statistisk signifikant forskel på de to årganges faglige præstation forud for optagelse på ingeniørstudiet ( $t=0,249$ ,  $p=0,804$ ). Data omkring årgang 2015 er udelukkende benyttet til denne sammenligning, og de følgende statistiske analyser foretages alene for studerende på årgang 2014 - studerende med studiestart i september 2014. Årgang 2015 er ikke medtaget i analyserne, da disse studerende ikke kan forventes af have gennemført studiet på tidspunktet for dataudtrækket.

#### Adgangsgivende karakterer og testscorer

Der er en svag positiv lineær sammenhæng mellem de studerendes adgangsgivende karakterer og scoren i test 1 ( $r=0,069$ ,  $p<0,001$ ), men der kunne ikke påvises en signifikant sammenhæng mellem adgangsgivende karakterer og test 2-scoren ( $r=0,036$ ,  $p=0,085$ ). Der er en svag positiv lineær sammenhæng mellem pointscoren i test 1 og test 2 ( $r=0,191$ ,  $p<0,001$ ).



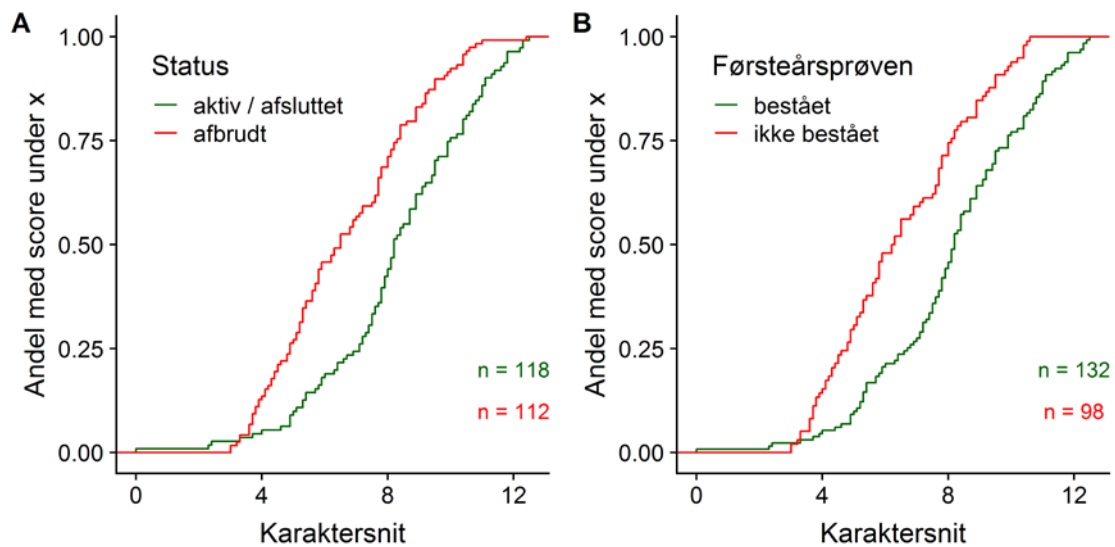
Figur 2 A. Scatterplot med test 1-score på X-aksen og adgangsgivende karaktersnit på Y-aksen ( $r=0,069$ ). B: Scatterplot med test 1-score på X-aksen og test 2-score på Y-aksen ( $r=0,191$ ).

Figur 2 illustrerer forholdet mellem de studerendes adgangsgivende karaktersnit og scoren i test 1 samt mellem scoren i test 1 og test 2. Der er ikke påvist en effekt af typen af adgangsgivende eksamen på testscoren af hverken test 1 ( $F=1,975$ ,  $p=0,085$ ) eller test 2 ( $F=0,364$ ,  $p=0,833$ ).



### Studiesucces og adgangsgivende karakterer

De studerendes adgangsgivende karaktergennemsnit har prædiktiv værdi i forhold til både studiestatus ( $p < 0,001$ ) og beståelse af førsteårsprøven ( $p < 0,001$ ). Effektstørrelserne på hhv.  $d = 0,695$  og  $d = 0,719$  svarer til en moderat til stor effekt. Figur 3 illustrerer sammenhænge mellem karaktersnit og studiesucces.



Figur 3. Gymnasiale karaktergennemsnit for studerende, som A) har gennemført deres uddannelse eller stadig er aktive [aktiv/afsluttet], eller som er droppet ud [afbrudt] og B) studerende som har bestået [bestået] eller dumpet deres førsteårsprøve [ikke bestået].

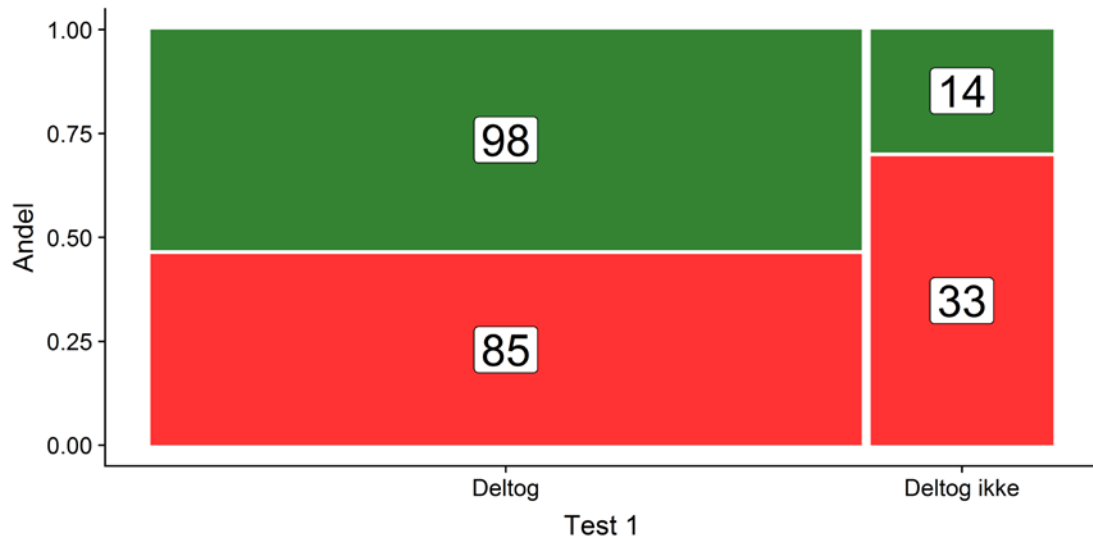
I figuren angives karaktersnittet på X-aksen, mens andelen af studerende, der har opnået dette karaktersnit under en given X-værdi aflæses på Y-aksen. En graf, der ligger længere mod højre, illustrerer således højere gymnasiale karakterer for den repræsenterede gruppe.

### Studiestatus, testdeltagelse og testscore

Studerende, der deltog i test 1 ( $n = 183$ ), har generelt klaret sig bedre i deres studie end de studerende, som ikke deltog i testen ( $n = 47$ ) (tabel 3). Der er således signifikant forskel på andelen af deltagende og ikke-deltagende studerende, der har gennemført deres uddannelse/endnu er aktive studerende eller er droppet ud ( $\chi^2 = 7,529$ ,  $p = 0,006$ ). Figur 4 visualiserer denne sammenhæng.

Tabel 3. Studiestatus på studerende som hhv. deltog og ikke deltog i test 1.

Studiestatus	Deltagende	Ikke-deltagende
	( $n = 183$ )	( $n = 47$ )
Afsluttet/Aktiv	53,6 %	29,8 %
Afbrudt	46,4 %	70,2 %



Figur 4. Studiestatus på studerende som hhv. deltog og ikke deltog i test 1. Grøn repræsenterer studerende, som har afsluttet deres studie eller endnu er aktive, mens rød repræsenterer studerende, som har afbrudt deres studie.

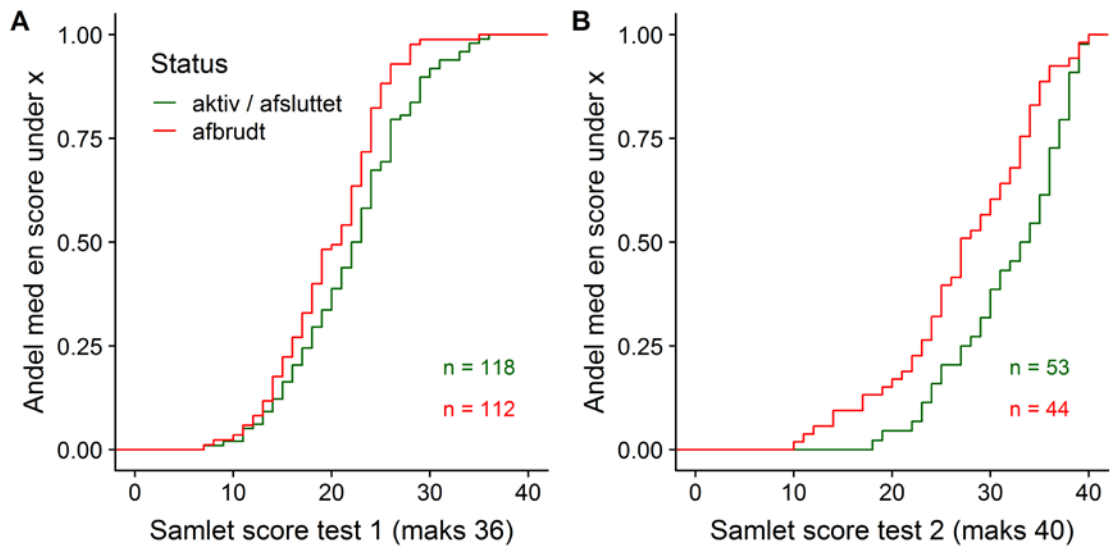
De følgende analyser er foretaget på studerende, som deltog i de undersøgte tests.

### Test 1

Studerende, der har afsluttet deres bacheloruddannelse eller endnu er aktive studerende, opnåede højere test 1-scorer ( $M=22,03$ ,  $SD=6,18$ ) end studerende, der har afbrudt deres uddannelse ( $M=19,91$ ,  $SD=5,28$ ) ( $t=2,507$ ,  $p=0,013$ ). Denne forskel svarer til en lille til middel effekt ( $d=0,368$ ).

### Test 2

For test 2 gælder det ligeledes, at studerende, der har afsluttet deres studier eller stadig er aktive, opnåede højere test-scorer ( $M=31,91$ ,  $SD=5,97$ ) end studerende, der har afbrudt deres studier ( $M=27,38$ ,  $SD=7,54$ ). Her var p-værdien=0,001 ( $t=3,302$ ) og effektstørrelsen  $d=0,659$ , hvilket indikerer til en middel til stor effekt.

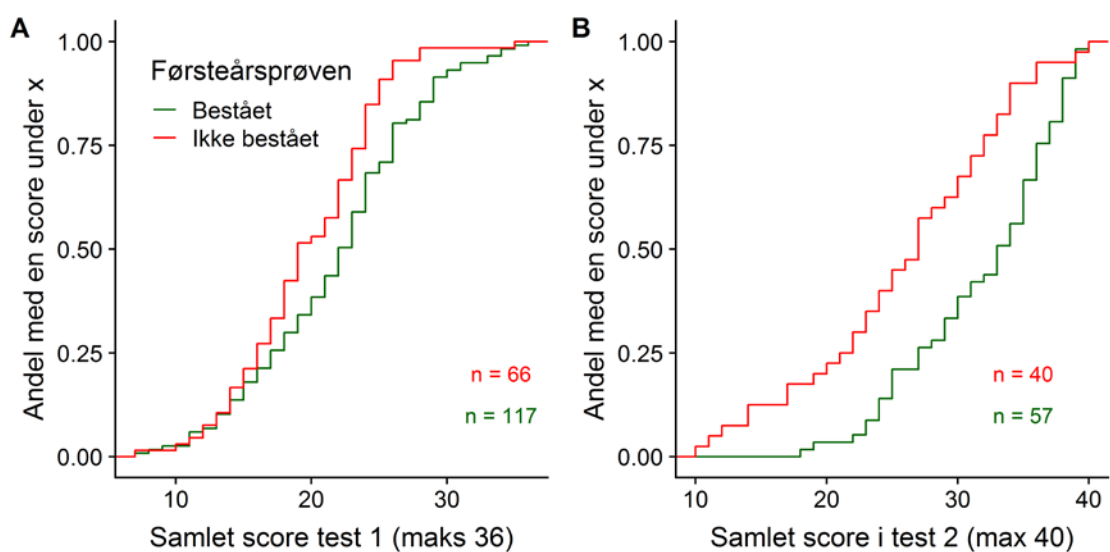


Figur 5. Score i test 1 (A) og test 2 (B) fordelt på studerende, som har gennemført deres uddannelse eller stadig er aktive [aktiv/afsluttet], eller som er droppet ud [afbrudt].

Figur 5 illustrerer de opnåede testscorer i test 1 og test 2 for de to grupper studerende: 'aktiv/afsluttet' og 'afbrudt'. I figuren angives matematiktestscoren på X-aksen, mens andelen af studerende, der har opnået en testscore under en given X-værdi aflæses på Y-aksen. En graf, der ligger længere mod højre, illustrerer således højere testscorer for den repræsenterede gruppe.

#### Førsteårsprøven og testscorer

Studerende, der har bestået førsteårsprøven, opnåede højere scorer i test 1 end studerende, der ikke har bestået førsteårsprøven ( $t=2,496$ ,  $p=0,014$ ). Denne forskel er illustreret i figur 6. Forskellen i den gennemsnitlige test 1-score repræsenterer dog kun en lille til middel effekt ( $d=0,364$ ). Samme tendens med højere pointscorer for beståede studerende ses også for test 2 ( $t=4,092$ ,  $p>0,001$ ), hvor effektstørrelsen ( $d=0,888$ ) indikerer en stor effekt.



Figur 6. Score i test 1 (A) og test 2 (B) fordelt på studerende, der har bestået eller ikke bestået førsteårsprøven.

## Diskussion

Et stort behov for flere STEM-dimitterende i fremtiden sætter fokus på både rekruttering og fastholdelse af studerende til de natur- og ingeniørvidenskabelige uddannelser. En del af dette fokus består i et ønske om at kunne forudsige hvilke studerende, der har øget risiko for at droppe ud af deres påbegyndte studier. En sådan identifikation af igangværende studerende vil muliggøre tidlige frafaldsbegrænsende interventioner, mens identifikation af risikofaktorer forud for studiestart vil kunne give anledning til en ekstra refleksion om, hvorvidt ansøgning til netop dette studie er det rigtige for den kommende studerende eller give input til optagelsesproceduren fra uddannelsesinstitutionens side. Internationale studier peger på bl.a. matematikkompetencer som afgørende for studerendes succes på STEM-studier, og studiet her undersøger, hvorvidt dette også gælder for danske ingeniørstuderendes studie-succes i form af deres progression; gennemførelse og beståelse af førsteårsprøven. I nærværende studie er studerendes karaktermæssige præstationer ikke medtaget i forståelsen af og fokus på studiesucces, selvom dette element bestemt er relevant i en generel diskussion af studiesucces.

Resultaterne viser, at ingeniørstuderende, som falder fra studierne inden udgangen af deres tredje studieår, opnår signifikant lavere karaktersnit i deres gymnasiale uddannelse og signifikant lavere testscore i både den første uforberedte og anden forberedte matematiktest end medstuderende, som enten endnu er aktive eller har gennemført uddannelsen. Den mest markante forskel mellem de to grupper studerendes testscore ses ved test 2, som var de studerendes første tællende aktivitet og var den test, hvor de studerende havde mulighed for at forberede sig. Samme mønster ses i forhold til beståelse af førsteårsprøven. Der må da også formodes at være et større overlap af studerende, som er faldet fra studiet og ikke har bestået førsteårsprøven, idet studerende, der falder fra i løbet af første studieår, ikke kan have bestået førsteårsprøven, ligesom ikke-beståelse af studieprøven automatisk vil føre til udskrivning af studiet, medmindre den studerende opnår dispensation. I dette studie består overlappet af 98 personer, svarende til, at 83 % af de frafaldne studerende ikke har bestået førsteårsprøven.

Adfærdsvariablen, fremmøde ved første undervisningsgang, viste sig også signifikant. En markant større andel af de ikke-fremmødte studerende har afbrudt deres studie (70,2 %) end de fremmødte studerende (46,4 %). Idet fremmøde til undervisningen i det kursus, hvor matematiktesten indgik, var frivillig, og denne blev udført i en undervisningsgang, var deltagelse i matematiktesten også principielt frivillig. Derfor kan deltagelse i testen ses som et udtryk for den enkelte studerendes villighed til at deltage i kursusaktiviteter og et indirekte mål for engagement. Forfatterne er bevidste om, at flere indikatorer sammen vil give et mere retvisende og samlet billede af de studerendes studieengagement og motivation. Den enkelte studerende har ikke nødvendigvis bevidst fravalgt matematiktesten, men kan have været ufrivilligt forhindret af fx sygdom på testdagen. Til en vurdering af engagement på gruppeniveau, vurderedes det dog, at et enkelt målepunkt, deltagelse i testen, var tilstrækkelig. Det bemærkes dog også, at enkelte studerende, som ikke mødte op til matematiktesten sandsynligvis aldrig har været mødt op på studiet.

I studiet valgte forfatterne at udelukke studerende, som ikke havde deltaget i testene, fra analyser, hvori testscorene indgik. Hvis ikke-deltagende studerende i stedet var blevet givet en score på nul i de pågældende tests, ville et tydeligere billede kunne tegnes. I så fald ville studerende, som allerede var droppet ud af studiet på testtidspunktet og derfor tillagt en

testscore på nul, sænke gennemsnittet betydeligt. Velvidende at det kunne betyde et mindre tydeligt billede, mente forfatterne det dog mere retvisende kun at medtage reelt opnåede testscorer.

Nærværende studie har ikke fokuseret på forsinkede studerende. Blandt gruppen af endnu aktive studerende vil nogle være forsinkede, mens andre vil være diplomingeniørstuderende, som ved at følge det normerede studieforløb endnu er aktive uden af være forsinkede. Opdelingen afsluttet/aktiv versus afbrudt blev valgt ud fra den betragtning, at de endnu ikke-afsluttede studerende ikke nødvendigvis er forsinkede i deres studieforløb. Fremtidige studier vil med fordel kunne inkludere 'afsluttet', 'forsinket' og 'afbrudt' som tre forskellige mulige udfald af en studiestatusvariabel. Det vil være interessant at undersøge, om gruppen af forsinkede studerende skiller sig ud fra enten de afsluttede, de afbrudte eller begge grupper studerende. Ved et længerevarende studie kan graden af forsinkelse i forhold til normeret studietid for de afsluttede studerende også inkluderes. Ligeledes er karaktersnit på universitetet en relevant studiesuccesindikator, som kan inkluderes.

Studiet inkluderede syddanske ingeniørstuderende fra fire hold i introducerende matematikkurser. Der vil være brug for yderligere studier for at klarlægge studiets resultaters overførbarehed fx til naturvidenskabelige uddannelser og til andre danske geografiske regioner. Der argumenteres dog for en vis gyldighed i andre kontekster, idet andre europæiske og amerikanske studier har fundet lignende indikationer af matematikkompetencer som prædiktor for studiesucces (Ackerman et al., 2013; De Winter & Dodou, 2011; Veenstra et al., 2008). Dette studie fandt imidlertid, at forudgående matematikkompetencer (målt ved test 1) havde en mindre effekt på studiesuccesen end de opøvede matematikkompetencer efter en måneds studieaktivitet (målt ved test 2). Her kan muligheden for forberedelse forud for test 2 have været udslagsgivende og have kompenseret for nogle studerendes 'manglende' præstation i test 1. Det er dog stadig bemærkelsesværdigt, at der kun er en svag sammenhæng mellem pointscoren i test 1 og test 2. At have deltaget i test 1 har givet de studerende en forventning om og forsmag på kursets første tællende aktivitet, test 2, og har dermed reelt fungeret som en form for træning, som de ikke-deltagende studerende har været foruden. Udover de forskellige vilkår i forhold til forberedelse var der også forskel i hvem der rettede test 1 (rettet af andre studerende) og test 2 (rettet af underviseren), som kan have påvirket pointgivningen. Dette er dog ikke undersøgt nærmere her, men må betragtes som en mulig bias. Fremtidige studier bør sikre ensartet tildeling af pointscore på tværs af tests.

De matematiktests som benyttedes af Moses et al. (2011) og Vanderoost et al. (2014) er fagligt bredere end den matematiktest, der indgik i dette studie, og som testede basale matematikfærdigheder. Testen i Moses et al. (2011) vurderer, hvorvidt de kommende studerende er klar til matematik på college-niveau – hvis ikke, kan de studerende ikke tage disse kurser. Testen i Vanderoost et al. (2014) er frivillig og benyttes forud for studievalget. Testen betragtes som en hjælp til kommende studerendes afklaring af studievalg og evt. behov for opkvalificering i matematiske kompetencer. Testen omfatter flere forskellige matematiske kompetencer, bl.a. ræsonnementskompetence, rumlig visualiseringskompetence og matematiske færdigheder. Kun sidstnævnte er inkluderet i dette studie, som alligevel identificerer signifikante forskelle i de studerende testscorer. Dette peger på, at der er potentiale for at udvikle en bredere test specifik til den danske kontekst med en betydelig prædiktiv værdi i forhold til studiesucces. Det kan diskuteres om en sådan test bør være obligatorisk eller frivillig, og om testen bør have konsekvenser i forhold til optagelse og adgang til kurser, som i Moses et al. (2011), eller være en guide for kommende studerende, som i Vanderoost et al. (2014). En

tredje mulighed er, at igangværende studerende benytter en matematiktest til at afklare evt. behov for at opsøge faglig støtte. Denne mulighed ligger tæt op ad den måde, testen i praksis blev benyttet i forbindelse med dette studie. En sådan brug af matematiktesten af de deltagende studerende kan være en del af forklaringen på, hvorfor test 2-scoren bedre forudsiger frafald end test 1-scoren. For nogle studerende vil testscoren i test 1 have givet anledning til at gøre en ekstra faglig indsats forud for test 2, og dermed har disse studerende også udvist en særlig vilje til at forblive på studiet.

I diskussionen om frafald hører også en skelnen mellem studieskifte og frafald fra uddannelsessystemet. I dette studie omfatter kategorien 'afbrudt' alle studerende, som er faldet fra den uddannelse, de var indskrevet på, da de tog det undersøgte kursus. En del frafaldne studerende vil sandsynligvis være begyndt på en anden uddannelse sidenhen og således være blevet i uddannelsessystemet som studieskifttere. Uddannelsesinstitutioner vil naturligvis være mest interesserede i, at studerende optages på deres rette uddannelse ved første optagelse på en uddannelse, men en matematiktest, som er aktuell i dette studie, vil ikke kunne skelne 'faglig egnethed' mellem uddannelser, der fagligt har store overlap. Dette være sig fagligt overlappende studier både internt på uddannelsesinstitutionen og på tværs af institutioner. I forbindelse med studieskift vil det være relevant at inddrage faktorer, som ikke er medtaget i dette studie, fx studie- og læringsmiljøet på den pågældende uddannelse. Et eksempel herpå er en overvejende gruppebaseret undervisningstilgang versus en mere individualiseret tilgang til læring. Sådanne forskelle kan mindske generaliserbarheden af dette studies fund. Sådanne forskelle vil også være tæt relateret til mere affektive faktorer for den enkelte studerende, faktorer som blev fravalgt i dette studie grundet deres vanskelige kvantificerbarhed. Studiets fokus har været identifikation af let målbare variable med betydning for ingeniørstuderendes studiesucces.

Nærværende studie bidrager med en konkret handlemulighed i forhold til uddannelsesinstitutioners ønske om tidligt at kunne identificere studerende, som er i risiko for at droppe ud. Endvidere indikerer studiet, at matematiktests kan inkluderes i optagelsesproceduren på relevante studier eller i afklaringen af et STEM-studievalg. De foreliggende resultater er dog endnu ikke klare nok til at udmønte sig i konkrete anbefalinger omkring udformning af en sådan test eller at konkludere på testens prædiktive værdi og overførbarhed til andre kontekster. Yderligere studier er nødvendige for at afklare den optimale udformning af en matematiktest, og hvorvidt en sådan test vil kunne stå alene, ligesom yderligere variable i forhold til forsinkelse, studieskift m.m. vil være relevante at undersøge nærmere.

### Konklusion

Internationale forskere har peget på, at matematikkompetencer er centrale for studiesucces på STEM-uddannelser, dette studie undersøgte, om samme konklusion kan drages omkring danske ingeniørstuderende. Fundene indikerer, at der er en signifikant sammenhæng mellem både forudgående (forud for studiestart) og opøvede (efter en måneds studieaktivitet) matematikkompetencer og studerendes studiesucces (fracfald og beståelse af førsteårsprøven) – den største effekt identificeres dog af de opøvede kompetencer. Der er således basis for at arbejde videre med perspektivet for brug af faglige tests i optagelse af STEM-studerende, og studiet lægger op til en diskussion heraf samt til yderligere studier herom i dansk kontekst. Endvidere inkluderede studiet en adfærdsvariabel, fremmøde ved første undervisningsgang, som også viste sig er være forbundet med lavere frafald. Hvis sådanne enkle adfærdsmarkører kan identificere frafaldstruede studerende tidligt i studiet, skaber

dette også mulighed for at sætte ind overfor den enkelte studerende *før det er for sent*. Begrænsning af frafald ved at optage de *rigtige* studerende og ved at fastholde igangværende studerende er højt på både uddannelsesinstitutionernes og den politiske dagsorden, og gør studiet højaktuelt.

## Referencer

- Ackerman, P.L., Kanfer, R. & Beier, M.E. (2013). Trait complex, cognitive ability, and domain-knowledge predictors of baccalaureate success, STEM persistence, and gender differences. *Journal of Educational Psychology*, 105: 3, 911-927.
- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bonne, P. & Nutt, D. (2016) (Eds.). *Ten Times the First Year: Reflections on ten years of the European First Year Experience conference*. Leuven: Lannoo Campus.
- Business Europe (2011). *Plugging the Skills Gap: The clock is ticking*. Hentet fra <https://www.buinessurope.eu/sites/buseur/files/media/imported/2011-00855-E.pdf>
- Danske Universiteter (2018). *Universiteternes Statistiske Beredskab*. Tabel G: Gennemførelse. Hentet fra <https://dkuni.dk/tal-og-fakta/beredskab/>
- De Winter, J.C.F. & Dodou, D. (2011). Predicting academic performances in engineering using high school exam scores. *International Journal of Engineering Education*, 27: 6, 1343-1351.
- European Commission (2004). *Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe: Europe needs more scientists* (Report of the High Level Group on Human Resources for Science and Technology in Europe). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Hentet fra European Commission [http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/final\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/final_en.pdf)
- Engineer the future (2018). *Prognose for STEM-mangel 2015*. Hentet fra [https://engineerthefuture.dk/sites/default/files/prognose\\_for\\_stem-mangel\\_2025\\_endelig\\_med\\_forside.pdf](https://engineerthefuture.dk/sites/default/files/prognose_for_stem-mangel_2025_endelig_med_forside.pdf)
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (fourth edition). London: SAGE Publications.
- French, B. F, Immekus, J. C. & Oakes, W. C. (2005). An Examination of Indicators of Engineering Students' Success and Persistence. *Journal of Engineering Education*, 94: 4, 419-425.
- Harrison, M. (2012). *Jobs and Growth: The Importance of engineering skills to the UK economy* (Royal Academy of Engineering econometrics of engineering skills project). London: Royal Academy of Engineering. Hentet fra <http://www.raeng.org.uk/publications/reports/jobs-and-growth>
- Holmegaard, H.T., Madsen, L.M. & Ulriksen, L. (2014). A journey of negotiation and belonging: understanding students' transition to science and engineering in higher education. *Cultural Studies of Science Education*, 9, 755-786. doi:10.1007/s11422-013-9542-3

- Lawson, D., Croft, T. & Waller, D. (2012). Mathematics support past, present and future. Paper præsenteret ved *International Conference on Innovation, Practice and Research in Engineering Education*, September 18–20, Coventry University, UK.
- McKenzie, K. & Schweitzer, R. (2010). Who succeed at University? Factors predicting academic performance in first year Australian university students. *Higher Education Research & Development*, 20:1, 21-33.
- Midtby, H.S. & Ahrenkiel, L. (2015). Digitale læremidlers potentiale til at støtte udviklingen af matematiske kompetencer. *Matematik- og Naturfagsdidaktik (MONA)*, 3, 29-42.
- Moses, L., Hall, C., Wuensch, K. et al. (2011). Are Math Readiness and Personality Predictive of First-Year Retention in Engineering? *The Journal of Psychology*, 145:3, 229-245, doi:10.1080/00223980.2011.557749
- Seymour, E., & Hewitt, N.M. (1997). *Talking about leaving: Why undergraduates leave the sciences*. Boulder: Westview Press.
- Tinto, V. (1987). *Leaving College: Rethinking the causes and cures of student attrition* (first edition). Chicago: University of Chicago Press.
- Tinto, V. (2016). Student success does not arise by change. In P. Bonne & D. Nutt (eds.). *Ten times the first year – Reflections on ten years of the European First Year Experience Conference* (pp. 151-160). Leuven: Lannoo Campus.
- Uddannelses- og Forskningsministeriet (2017a). *Optag 2017: Oversigt, uddannelsesgrupper og institutioner*. Optaget 2017, nr. 1. Notat hentet fra <https://ufm.dk/uddannelse/statistik-og-analyser/sogning-og-optag-pa-videregaende-uddannelser/2017/notat-1-overblik-udvikling-uddannelsesgrupper-og-institutioner.pdf>
- Uddannelses- og Forskningsministeriet (2017b). *Frafald, Studietid og Fuldførelse: Tal om studerende på ordinære videregående uddannelser*. Hentet fra <https://ufm.dk/uddannelse/statistik-og-analyser/frafald-studietid-fuldforelse>
- Undervisningsministeriet (2018). 180 millioner kroner til ny naturvidenskabsstrategi. Hentet fra <https://uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2018/mar/180313-180-millioner-kroner-til-ny-naturvidenskabsstrategi>
- Vanderoost, J., Callens, R., Vandewalla, J.P.L. & De Laet, T. (2014). Engineering Positioning Test in Flanders: A powerful predictor for study success? *SEFI2014: 42<sup>nd</sup> Annual Conference*, Birmingham, UK.
- Veenstra, C.P., Dey, E. L. & Herrin, G. D. (2008). Is modeling of freshman engineering success different from modeling non-engineering success? *Journal of Engineering Education*, 97: 4, 467-479.
- Vossensteyn, H., Kottmann, A., Jongbloed, B., Kaiser, F., Cremonini, L., Stensaker, B. et al. (2015). *Dropout and Completion in Higher Education in Europe: Main report*. European Commission: Education and Culture. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2766/82696