

Zaytseva, Alla

Sammenhengen mellom elevprestasjoner og klassestørrelse

En komparativ analyse av Russland og USA

Bacheloroppgave i Samfunnsøkonomi
Veileder: Bjarne Strøm
Mai 2020

Bacheloroppgave

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for økonomi
Institutt for samfunnsøkonomi

Sammendrag

Denne bacheloroppgaven er gjennomført som en del av utdannelsen ved Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet. Oppgaven utforsker sammenhengen mellom elevprestasjoner og klassestørrelse i Russland og USA. Vi har studert relevant litteratur og teori for å belyse problemstillingen. Vi har undersøkt tidligere studier omkring faktorer som påvirker elevenes prestasjoner og har tatt utgangspunkt i skoleproduktfunksjonen for å konstruere regresjonsmodeller. I analysen vår har vi brukt Minste Kvadraters Metode for å estimere disse modellene.

Vårt hovedfunn er at det finnes en sammenheng mellom elevprestasjoner og klassestørrelsen i Russland. Vi har konkludert at effekten av å øke klassestørrelser med én elev vil øke testresultater. I USA kan vi ikke trekke en klar konklusjon om sammenhengen mellom elevprestasjoner og klassestørrelse.

Til slutt ser vi at analysen vår har noen begrensninger og derfor et stort potensial for forbedringer og videre arbeid.

Innholdsfortegnelse

1. INNLEDNING	5
1.1 MOTIVERING	5
1.2 VÅRE PROBLEMSTILLINGER	5
2. TEORETISK RAMMEVERK OG TIDLIGERE LITTERATUR.....	5
2.1 INNLEDNING	5
2.2 TEORETISK RAMMEVERK: SKOLEPRODUKTFUNKSJON	6
2.3 LITTERATUR OG TIDLIGERE FUNN	6
2.4 USA OG RUSSLAND.....	7
2.5 OPPSUMMERING	8
3. DATAMATERIALET	8
3.1 INNLEDNING	8
3.2 OM DATAMATERIALET	8
3.3 DATASETTE	8
3.4. DESKRIPTIV STATISTIKK FOR AVHENGIG OG UAVHENGIG VARIABEL	10
3.5 DESKRIPTIV STATISTIKK FOR KONTROLLVARIABLER	12
3.6 KRITIKK AV DATASETTE	12
3.7 OPPSUMMERING	13
KAPITTEL 4: ØKONOMETRISK MODELL OG TEORI.....	13
4.1. INNLEDNING.....	13
4.2 ØKONOMETRISK TEORI.....	13
4.2.1 MINSTE KVADRATERS METODE (OLS).....	13
4.2.2 DETERMINASJONSKOEFFISIENTEN	14
4.2.3 HYPOTSETESTING	14
4.3 EMPIRISK STRATEGI	15
4.4 OPPSUMMERING	16
KAPITTEL 5: REGRESJONSANALYSE OG EMPIRISKE RESULTATER	17
5.1 INNLEDNING	17
5.2 KOMMENTARER.....	17
5.3 ANALYSE AV TILLEGGSSPØRSMÅLET	22
5.4 DISKUSJON.....	25
5.5 OPPSUMMERING	26
6. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON.....	26

6.1 OPPSUMMERING	26
6.2 KONKLUSJON.....	27
6.3 VIDERE ARBEID.....	27
<u>APPENDIX.....</u>	<u>28</u>
APPENDIX 2	29
<u>LITTERATURLISTE:</u>	<u>31</u>

1. Innledning

1.1 Motivering

En av de sentrale oppgavene i utdanningspolitikken har alltid vært å forbedre utdanningssystemet og maksimere kvaliteten på undervisningen. Det har vært en lang rekke undersøkelser og eksperimenter som har hatt som mål å finne ut hvilke faktorer påvirker elevprestasjoner i størst mulig grad. Utdanningsforskere og økonomer har derfor vært lenge opptatt av spørsmålet i hvilken grad klassestørrelsen påvirker læringsutbytte. Et forslag for å øke elevprestasjoner er å redusere antall barn i en klasse på barneskolen: i Norge vedtok Regjeringen i 2018 at det skal være «maksimalt 16 elever per lærer i 1. til 4. klasse» (Kunnskapsdepartementet 2018). Men det finnes mange undersøkelser som viser det motsatte: effekten av redusert klassestørrelse er negativ eller ikke-eksisterende. Derfor vil vi i denne oppgaven prøve å undersøke i hvilken grad læringsutbytte og elevprestasjoner påvirkes av klassestørrelse.

1.2 Våre problemstillinger

- 1) Har klassestørrelse påvirkning på elevprestasjonene, og da eventuelt i hvilken grad?
- 2) Er klassestørrelseeffekten forskjellig mellom Russland og USA?

Tilleggsspørsmål:

Er effekten av klassestørrelsen ikke-lineær?

2. Teoretisk rammeverk og tidligere litteratur

2.1 Innledning

I dette kapitlet skal vi presentere teoretisk rammeverk og tidligere funn som er relevante for analysen vår. Basert på tidligere teori har vi formulert problemstillingen og gjennomført regresjonsanalysen senere i oppgaven. Vi skal også presentere skoleproduktfunksjonen og variablene som skal brukes for i analysen senere i oppgaven. Til slutt skal forklare valget vårt for å begrense analysen vår til Russland og USA.

2.2 Teoretisk rammeverk: skoleproduktfunksjon

Skoleproduktfunksjonen som vi benytter i oppgaven vår, er sporet tilbake til Colemanrapporten i 1966. Sosiologen James Coleman fokuserte forskningen sin på raseforskjellene i amerikanske skoler og brukte pensum, testresultater, ressurs- og lærerkarakteristika som kvalitetsindikatorer (Crampton, Wood, Thompson, 2015).

I sin artikkel «Utforming av utdanningspolitikken – Hva kan økonomene bidra med?» forklarer Hans Bonesrønning denne skoleproduktfunksjonen (Bonesrønning 2004):

$$(1) T = f(F, P, S)$$

Hvor T står for elevprestasjoner;

F = familiekarakteristika (her tillater vi også for elevkarakteristika);

P = medelevkarakteristika (peer group effekter);

S = skoleinnsatsfaktorer (f.eks. klassestørrelse, lærerkarakteristika).

I analysen vår skal vi bruke variablene som representerer familie- og elevkarakteristika som for eksempel kjønn og elevens og foreldrenes innvandrerstatus. Skoleinnsatsfaktorene er presentert i oppgaven vår ved lærerens erfaring, skolens beliggenhet og prosent av barn fra vanskeligstilte hjem på skolen.

2.3 Litteratur og tidligere funn

Viktigheten av å studere effekten av klassestørrelse på elevprestasjoner forklares av enhetskostnader (Bonesrønning 2004). Reduksjonen i antallet elever per lærer vil føre til økning i offentlige utgifter: skolen er nødt til å ansette flere lærere, utstyre flere rom for forelesninger, bygge nye forelesningsrom i tilfelle av overbefolkning.

På den annen side, hvis økt klassestørrelse viser positive resultater i elevprestasjoner kan dette redusere kostnadene. Grover Whitehurst og Matthew Chingos som jobber for The Brown Center on Education Policy i USA, mener at hvis klassestørrelse øker med en elev vil dette spare 12 milliarder dollar per år i lønnskostnader for lærere alene (Whitehurst og Chingos 2011).

Det finnes en lang rekke undersøkelser om hvordan klassestørrelse påvirker elevprestasjoner. Angrist og Lavy analyserte påvirkning av klassestørrelse på elevprestasjoner

blant israelske elever i 1997. De konkluderte at reduksjonen i klassestørrelse førte til en betydelig økning i testresultatene blant elevene i 5.klasse, litt mindre for elevene i 4.klasse, og ingen endring for elevene i 3.klasse (Angrist og Lavy 1997). Et annet studie er STAR-eksperimentet som ble gjennomført i den amerikanske delstaten Tennessee fra 1985-1989. Resultatene tydet på at det fantes en sammenheng mellom redusert klassestørrelse og forbedret testresultater bare for elevene i det første skoleåret (Hanushek 2020). Hans Bonesrønning analyserer flere produksjonsstudier i sin artikkel og konkluderer at det er svake resultater ved styring via ressursinnsatsen. Han mener at resultatstyring gir sterkere insentiver og potensiale for produktivitetsøkning (Bonesrønning 2004). Det er derfor svært interessant å analysere i hvilken grad elevprestasjoner blir påvirket av klassestørrelse og andre relevante faktorer.

2.4 USA og Russland

Vi har begrenset analysen vår til to land: Russland og USA. Det finnes flere grunner til at vi valgte å studere disse landene. Ved inngangen til 2000-tallet var Russland i en vanskelig politisk og økonomisk situasjon. Mange russere beskriver periode etter oppløsningen av Sovjetunionen i 1991 som en økonomisk katastrofe. BNP falt med 45% i dette tiåret (Blakkisrud, Lundby Gjerde 2015). I 2001, da PIRLS-undersøkelse ble gjennomført, hadde Russland bruttonasjonalprodukt per capita (BNP p.c.) på 2.100 amerikanske dollar, mens USAs BNP p.c. var 37.133 amerikanske dollar (World Bank 2018). Med andre ord, den amerikanske økonomien var mye større enn den russiske, som betyr at statlige utgifter til utdanning var mye større i USA enn i Russland.

De kulturelle forskjellene mellom de to land bør også tas i betraktning. Ifølge Geert Hofstede finnes det fire kulturelle dimensjoner når man sammenligner forskjellige kulturer: maskulinitet vs feminitet, individualisme vs kollektivism, maktavstand og tidsperspektiv (Hofstede 1984). Når vi sammenligner USA og Russland ser vi at landene ligger på motsatte ender av hver dimensjon. Dimensjonen «individualisme vs kollektivism» kan være spesielt relevant for analysen av klassestørrelse. Ifølge Hofstede er Russland på den kollektivistiske siden av dimensjonen, mens USA er på den individualistiske. Vi kan også observere denne kulturelle dimensjonen i utdanningssystemet: kollektivistiske kulturer har en tendens til å undervise hele gruppen og la elevene lære fra hverandre, mens individualistiske kulturer har en tendens til å undervise ved å fokusere på individet (Faitar 2006). Derfor er det interessant å se om vi finner noe som kan være relevant for denne teorien.

2.5 Oppsummering

Vi har presentert skoleproduktfunksjonen som skal estimeres senere i oppgaven ved minste kvadraters metode. Vi har også gått gjennom tidligere litteratur som dreier seg om sammenhengen mellom klassestørrelsen og elevprestasjoner. Basert på de eksisterende studiene kan vi konkludere at effekten av klassestørrelse på elevprestasjoner varierer fra studie til studie. Til slutt har vi forklart hvorfor vi har valgt å begrense analysen vår til USA og Russland.

3. Datamaterialet

3.1 Innledning

I dette kapitlet skal vi presentere datamaterialet som er basert på PIRLS-undersøkelse. Videre vil vi beskrive alle variablene som skal brukes i regresjonsanalyse og presentere deskriptiv statistikk for avhengig variabel *read*, interessevariabel *clsiz* og kontrollvariable. Vi skal også se på kritikk av datasettet.

3.2 Om datamaterialet

Datasettet som skal brukes i denne oppgaven er hentet fra Progress in International Reading Literacy Study. PIRLS er en internasjonal leseundersøkelse om leseferdigheter blant elever i fjerde klasse. Undersøkelsen var gjennomført i 2001 i 35 land og inneholder data om ca.150 000 elever. I oppgaven vår begrenser vi oss til to land: USA og Russland.

Etter at elevene gjennomførte tester, fikk foreldrene og elevene spørreskjemaer som skulle måle familiekarakteristika (f.eks. alder, kjønn, innvandrerstatus, inntekt osv). Lærerne og skolens ledere fikk også spørreskjemaer som hadde spørsmålene rettet mot lærerkarakteristika (f.eks. klassestørrelse, alder, kjønn, utdanningsnivå osv), ressurskarakteristika (f.eks. tilgang på pc) og skolekarakteristika (f.eks. prosentandelen av elevene på skolen fra vanskeligstilte hjem, prosentandelen av elevene på skolen som ikke er født i landet, antall innbyggere i området hvor skolen er lokalisert osv.)

3.3 Datasett

Videre skal vi presentere den avhengige variabelen, den sentrale forklaringsvariabelen og kontrollvariablene.

Den avhengige variabelen *read* beskriver gjennomsnittlig testscore blant elever i fjerde klasse. Den sentrale forklaringsvariabelen *clsize* beskriver klassestørrelse, altså hvor mange elever har lærerne rapportert på spørreskjemaet de har fylt ut.

I datasettet har vi mange kategorivariabler - variabler som er representert ved tall-kode (f.eks. 1,2, 3,4,5,6). For eksempel beskriver variabelen *school_location* et område hvor skolen er lokalisert og har fire kategorier. Kategori 1 beskriver et område med befolkningen mindre eller lik 3,000 mennesker. Kategori 2 beskriver et sted med befolkningen fra 3,001 til 100,000 mennesker. Kategori 3 representerer et sted med befolkningen fra 100,001 til 500,000 mennesker. Til slutt har vi kategori 4 som viser at det bor flere enn 500,000 mennesker i området. Vi kan ikke benytte disse kategorivariablene i den økonometriske modellen. Derfor konstruerer vi en dummyvariabel som tar verdi fra 0 til 1. For eksempel tar variabelen *location_over500* verdi 0 hvis befolkningen i området er mindre enn 500,000 mennesker og verdi 1 hvis befolkningen er større enn 500,000 mennesker.

Vi har transformert følgende kategorivariabler til dummyvariabler: *school_location* til *location_over500*, *pct_disadv* til *pct_vanskelig*, *speak_test* til *speak_home*.

Oversikt over alle variablene er nede i Tabell 3.1.

Tabell 3.1 – Oversikt over variabler

<i>read</i>	gjennomsnittlig testscore blant elever i fjerde klasse
<i>clsize</i>	klassestørrelse
<i>Russia</i>	Nasjonalitet 0=hvis fra USA 1=hvis fra Russland
<i>clsize_Rus</i>	Forskjellen i klassestørrelseeffekten mellom Russland og USA
<i>not_born</i>	0 = om eleven er født i landet hvor han/hun har gjennomført testen 1= hvis eleven ikke er født i landet hvor han/hun har gjennomført testen
<i>speak_home</i>	0 = hvis foreldrene og eleven snakker testspråk hjemme 1 = hvis foreldrene og eleven ikke snakker testspråk hjemme
<i>girl</i>	0 = gutt 1 = jente

<i>teacher_exp</i>	Lærerens erfaring
<i>prosent_vanskelig</i>	0 = hvis prosentandelen av studenter fra vanskeligstilte hjem på skolen er mindre enn 25% 1 = hvis prosentandelen av studenter fra vanskeligstilte hjem på skolen er større enn 25%
<i>Location_over500</i>	0 = hvis skolen er lokalisert i et område med mindre enn 500 000 innbyggere 1 = hvis skolen er lokalisert i et område med flere enn 500 000 innbyggere
<i>schoolsize4</i>	Skolens størrelse, antall elever i 4.klasse på skole)

3.4. Deskriptiv statistikk for avhengig og uavhengig variabel

I tabell 3.2 presenterer vi deskriptiv statistikk for avhengig variabel, *read*, og uavhengig variabel, *clsiz*. Vi ser på disse variablene både i Russland og USA.

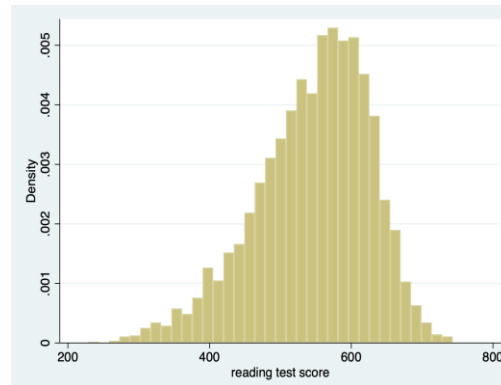
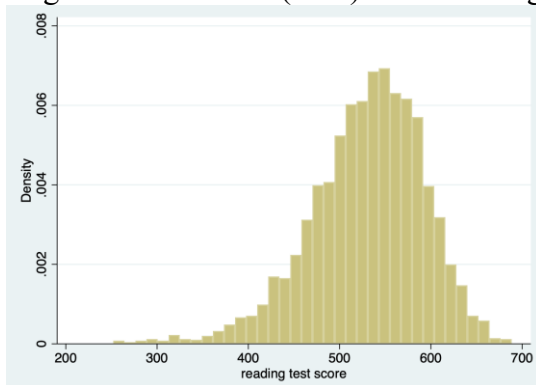
Tabell 3.2 – deskriptiv statistikk for *read* og *clsiz*

	Russland		USA	
	<i>Read</i>	<i>Clsiz</i>	<i>Read</i>	<i>Clsiz</i>
Gjennomsnitt	529.9873	24.34547	545.3549	24.8214
Minimum	252.0807	2	228.6014	8
Maksimum	688.4467	58	743.0122	39
Standardavvik	62.33354	8.231225	80.77085	5.044086
Antall observasjoner	4,093	4,093	3,763	3,757

Kommentarer: Gjennomsnittlig testresultat er ca.15 poeng høyere i USA enn i Russland. Standardavviket til *read* er høyere i USA, som viser at den gjennomsnittlige spredningen i

karakterene er litt større. Klassestørrelse er praktisk talt identisk i disse landene selv om det er en stor forskjell mellom laveste og høyeste klassestørrelse i USA og Russland.

Histogram 1: Testscore (*read*) i Russland og USA

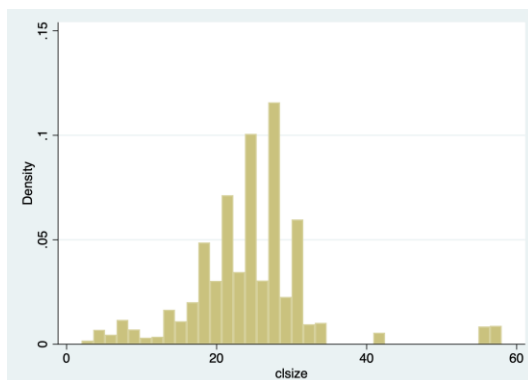


Russland

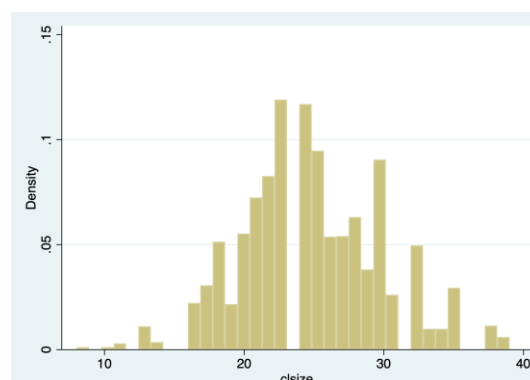
USA

Først ser vi på fordelingen av *read*. Vi ser at i begge land ligger testresultater rundt gjennomsnittlig testscore. I USA er det litt mer spredning, og det er ganske mange testresultater som ligger langt over eller under det gjennomsnittlige *read*. I Russland er spredningen er litt mindre og jevnere enn i USA.

Histogram 2: Klassestørrelse i Russland og USA



Russland



USA

Her ser vi på spredningen i variabelen *clsiz*. Vi ser at spredningen er jevnere i Russland, det finnes nesten ikke klassestørrelser over 33 personer. I USA finnes det forskjellige klassestørrelser, men det er mange som ligger rundt gjennomsnittet.

3.5 Deskriptiv statistikk for kontrollvariabler

Tabell 3.3 – deskriptiv statistikk for kontrollvariabler

	Russland		USA	
	Gjennomsnitt	St.avvik	Gjennomsnitt	St.avvik
Jenter (%)	49.29		50.78	
Fødestedt i utlandet (%)	9.13		20.25	
Snakker ikke testspråket hjemme (%)	4.98		5.12	
Foreldre født i utlandet (%)	9.27		21.07	
Lærerens erfaring	20.35	10.52	14.98	10.88
Skolestørrelse	80.43	44.20	87.89	47.51
Området med 500 000+ innbyggere (%)	56.92		32.07	
Mer enn 25% barn fra vanskeligstilte hjem på skolen (%)	48.76		55.06	

Kommentarer:

- I USA er det en betydelig høyere prosentandel elever og foreldre som er født i utlandet, mens andelen som ikke snakker testspråket hjemme er nesten identisk i USA og Russland.
- Den gjennomsnittlige erfaringen for lærere er høyere i Russland enn i USA.
- Andelen som går på skole i område med mer enn 500 000 innbyggere er mye større i Russland enn i USA.
- Andelen som går på skole med mer enn 25% barn fra vanskeligstilte hjem er 6% høyere i USA enn i Russland.

3.6 Kritikk av datasett

I sin rapport mener Coleman at de mest viktige grunnene til forbedret elevprestasjoner ligger i familiekarakteristika. Sosiologen konkluderer «It's all in the family» (Bonesrønning 2004). Datasettet for USA mangler dessverre flere viktige variabler som kontrollerer for

familiekarakteristika. Av denne grunn måtte vi utelate parameterne som forteller oss om ansettelsesstatus og utdanningsnivå til foreldre, bøkene som elever har hjemme, elevens evne til å skrive og lese, familiens inntekt.

I analysen vår er vi begrenset til observasjoner av elevene i 4.klasse. Det hadde vært interessant å studere effekten av klassestørrelse på elevprestasjoner med datasettet som inkluderer observasjoner gjort over lang tid av elever fra forskjellige klasser. Til slutt, antall observasjoner i datasettet er ca. 7800 som er et veldig lite utvalg for så store land som Russland og USA. Vi skal trenge et utvalg med mye flere observasjoner for at resultatene kan gjenspeile virkeligheten.

3.7 Oppsummering

I dette kapitlet har vi presentert datamaterialet og deskriptiv statistikk for variablene som skal brukes i regresjonsanalysen. Vi har definert den avhengige variabelen, *read*, den interessevariabelen, *clsiz*e, og kontrollvariablene som kan ha påvirkning på testresultatet.

Kapittel 4: Økonometrisk modell og teori

4.1. Innledning

I dette kapitlet skal vi presentere metode og forklare viktige aspekter av regresjonsanalysen. Til slutt, skal det presenteres den økonometriske modellen som vil brukes i analysen. All teorien i denne delen av oppgaven er hentet fra læreboka til Thomas (2005).

4.2 Økonometrisk teori

4.2.1 Minste Kvadraters Metode (OLS)

I oppgaven har vi som mål å finne og analysere en eventuell sammenheng mellom klassestørrelse og elevprestasjoner. For å gjøre det skal vi benytte Minste Kvadraters Metode, eller OLS (ordinary least-squares). Minste kvadraters metode utføres ved å minimere summen av kvadrerte avvik, eller residualer, som man finner ved å trekke de predikerte verdiene fra de observerte verdiene.

Ved hjelp av MKM observerer vi en lineær sammenheng mellom forklaringsvariabler og en avhengig variabel i en modell, denne sammenhengen presenteres av regresjonslinjen. Denne regresjonslinjen viser hvordan den avhengige variabelen endrer seg når den uavhengige variabelen skifter verdien.

Først har vi en enkel modell:

$$y = \alpha + \beta x$$

hvor β er stigningstallet, den viser hvor mye y endrer seg når x endrer seg med én enhet, α er et konstantledd og et skjæringspunkt. Den estimerte regresjonslinjen kan beskrives på følgende måte:

$$\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x$$

En enkel regresjonslikning kan skrives: $Y = \alpha + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_i x_i + \varepsilon$, hvor ε er et restledd.

MKM krever følgende forutsetninger om restleddet:

- 1) Forventningen til restleddet er lik null
- 2) Variansen til restleddet er konstant
- 3) Det er ingen korrelasjon mellom restleddene.
- 4) Restleddet er normalfordelt

4.2.2 Determinasjonskoeffisienten

Determinasjonskoeffisienten, R^2 , kan forstås ved å se på den forklarte variansen. Modellens forklaringskraft viser hvor mye av variansen i den avhengige variabelen forklares av forklaringsvariablene i modellen. R^2 ligger mellom 0 og 1. Hvis korrelasjonen er lik 0 kan vi si at det er ingen korrelasjon. Hvis modellens forklaringskraft er lik 1 kan vi si at variasjonen forklares av de uavhengige variablene.

Determinasjonskoeffisienten:

$$R^2 = 1 - \frac{SSR}{SST}$$

4.2.3 Hypotesetesting

Hypotesetesting er en metode i økonometri for å undersøke om resultatene til regresjonsanalyse er statistisk signifikante. Vi tester forskjellige hypoteser med noen grad av usikkerhet som heter et signifikansnivå. Signifikansnivået uttrykker sannsynligheten at vi forkaster en nullhypotese når den er sann (dette kalles også å gjøre en Type I feil). Man oppretter en nullhypotese, H_0 , og en alternativhypotese, H_1 . Videre utfører man en test ved hjelp av kritisk verdi og testobservatoren (TS). Nullhypotesen må forkastes hvis T-verdien er større en kritisk verdi.

I oppgaven vår vil vi gjennomføre tester om hypoteser med både én og flere parametere. Når vi tester en hypotese om én parameter, bruker vi en t-test. Vi bruker t-testen når vi ikke kjenner populasjonsvariansen for å finne ut om virkningen av kontrollvariabler på den avhengige variabelen er signifikant. Når vi tester en hypotese om flere parametere samtidig benytter vi en f-test som sammenligner variansene i flere populasjoner.

4.3 Empirisk strategi

Vi tar først for oss skoleproduktfunksjonen som vi har diskutert om i teorikapitlet, og utvider den ledd for ledd for å vise hvordan hver enkel variabel påvirker elevprestasjonene og klassestørrelseeffekten.

Grunnmodellen med bakgrunn i skoleproduktfunksjonen:

$$(1) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsize} + \beta_3 \text{Russland} + \beta_4 \text{clsize_Rus} + \beta_i x_i + \varepsilon_i$$

Her ser vi på den avhengige variabelen *read* (leseresultat), konstantleddet β_1 , variabelen *clsize* (klassestørrelse), x_i som uttrykker alle kontrollvariablene med tilhørende koeffisienter β_i , og restleddet ε_i som representerer hvordan den avhengige variabelen påvirkes av variablene vi ikke har inkludert i modellen. I utgangspunktet vil vi se hvilken effekt klassestørrelsen har på elevprestasjoner i to land. Derfor inkluderer vi et ledd som representerer et av de landene (*Russia*) og et interaksjonsledd mellom klassestørrelse og land (*clsize_Rus*).

Oversikt over modell og modellens varianter:

$$(1) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsize} + \beta_3 \text{Russland} + \beta_4 \text{clsize_Rus} + \varepsilon_i$$

$$\text{For USA: } \text{read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsize} + \varepsilon_i$$

$$\text{For Russland: } \text{read} = \beta_1 + \beta_3 + (\beta_2 + \beta_4) \text{clsize} + \varepsilon_i$$

$$(2) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsize} + \beta_3 \text{Russland} + \beta_4 \text{clsize_Rus} + \beta_5 \text{girl} + \varepsilon_i$$

$$(3) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsize} + \beta_3 \text{Russland} + \beta_4 \text{clsize_Rus} + \beta_5 \text{girl} + \beta_6 \text{not_born} + \beta_7 \text{speak_home} + \beta_8 \text{par_not_born} + \varepsilon_i$$

$$(4) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsize} + \beta_3 \text{Russland} + \beta_4 \text{clsize_Rus} + \beta_5 \text{girl} + \beta_6 \text{not_born} + \beta_7 \text{speak_home} + \beta_8 \text{par_not_born} + \beta_9 \text{teacher_exp} + \varepsilon_i$$

$$(5) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsize} + \beta_3 \text{Russland} + \beta_4 \text{clsize_Rus} + \beta_5 \text{girl} + \beta_6 \text{not_born} + \beta_7 \text{speak_home} + \beta_8 \text{teacher_exp} + \beta_{10} \text{pct_vanskelig} + \beta_{11} \text{location_over500} + \beta_{12} \text{schoolsize4} + \varepsilon_i$$

(1) Den første modellvarianten viser bare en tilnærmet estimering av klassestørrelseeffekten på elevprestasjoner i Russland og USA. Første ledd (β_1) er konstantledd som viser den gjennomsnittlige verdien til *read* når *clsize* og *Russland* er lik null. Ledd to (*clsize*) er klassestørrelseeffekten i USA. Ledd tre (*Russland*) forteller oss hvordan leseresultatet endres når eleven er fra Russland. Koeffisienten foran *Russland* vil tolkes som forskjellen i konstantleddet for Russland sammenlignet med referansegruppe USA. Ledd fire kontrollerer for endringen i klassestørrelseeffekten på elevprestasjoner i Russland. For å finne ut endringen i elevprestasjoner som resultat av endringen i klassestørrelsen i Russland må vi plusse *clsize_Rus* med *clsize*. Modellen kontrollerer derfor hvordan klassestørrelseeffekten i USA og Russland, samt å være fra Russland, påvirker elevprestasjoner.

Videre utvider vi modellen i samsvar med skoleproduktfunksjonen hvor vi skal inkludere variablene som kontrollerer for elevkarakteristika, lærerkarakteristika og skolekarakteristika.

(2) Kontrollerer for kjønn. Vi skal analysere hvor stor effekt har kjønn på elevprestasjoner.

(3) Kontrollerer for innvandrersstatus, som kombinerer både elevkarakteristika og familiekarakteristikk.

(4) Kontrollerer for lærerkarakteristika. Vi skal se på i hvilken grad lærerens erfaring er viktig for elevprestasjoner.

(5) Kontrollerer for skolekarakteristika. Her inkluderer vi tre variabler: prosent av elever fra vanskeligstilte hjem på skolen, området hvor skolen er lokalisert og skolestørrelse.

4.4 Oppsummering

I dette kapitlet har vi redegjort for metodevalg og forklart viktige elementer. Vi har til slutt presentert den økonometriske modellen. Vi har fem modeller som vi har bygget opp steg ved steg og forklarte hvilken effekt hver modell kontrollerer for.

Kapittel 5: Regresjonsanalyse og empiriske resultater

5.1 Innledning

I dette kapitlet skal vi utføre regresjonsanalysen. Vi skal ta for oss forskjeller i elevprestasjoner i USA og Russland, samt se hvordan klassestørrelse påvirker elevprestasjoner i disse landene.

Regresjonsresultater er presentert i Tabell 5.1. Fullstendige estimeringsresultater finnes i Appendix: Tabell A1. Vi skal videre kommentere regresjonsresultater for hver eneste modell.

Tabell 5.1 Regresjonsresultater

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Variable	read	read	read	read	read
clsize	-1.293 (0.231)	-1.343 (0.230)	-0.732 (0.230)	-0.869 (0.234)	-0.433 (0.251)
Russia	-69.49 (6.807)	-70.35 (6.771)	-61.70 (6.691)	-64.28 (6.766)	-56.07 (7.252)
clsize_Rus	2.191 (0.268)	2.225 (0.266)	1.549 (0.265)	1.552 (0.268)	1.277 (0.281)
Kontrollerer for kjønn	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja
Kontrollerer for familie-og elevkarakteristika	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja
Kontrollerer for lærerkarakteristika	Nei	Nei	Nei	Ja	Ja
Kontrollerer for skolekarakteristika	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja
_cons	577.6 (5.848)	571.7 (5.864)	574.3 (5.813)	571.2 (5.926)	585.9 (6.264)
<i>N</i>	7850	7843	7205	7093	6864
<i>R</i> ²	0.021	0.032	0.111	0.114	0.151

5.2 Kommentarer

$$(1) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsize} + \beta_3 \text{Russland} + \beta_4 \text{clsize_Rus} + \varepsilon_i$$

Vi ser av regresjonen gjort av *modellens variant 1* at når klassestørrelsen øker med én elev, reduseres leseresultatet i USA med 1.293 poeng. Samtidig viser koeffisienten foran *clsize_Russia*, β_4 , at når det samme skjer i Russland er leseresultatet 2.191 poeng høyere.

Vi regner ut endringen i leseresultatet for Russland:

$$2.191 + (-1.293) = 0.898.$$

Det vil si at når klassestørrelsen øker med én elev i Russland, øker leseresultatet med 0.898 poeng. For å se om resultatene er statistisk signifikante må vi gjennomføre en rekke hypotesetester. Først skal vi teste sannsynligheten at klassestørrelseeffekten er lik i Russland og USA. Dersom effekten var lik disse landene ville $\beta_4 = 0$. Vi formulerer derfor hypotesen:

$$H_0: \beta_4 = 0 \text{ mot } H_1: \beta_4 \neq 0$$

$$TS = \frac{b_4 - \beta_4}{s_{b_4}} \sim t_{n-k} \text{ under } H_0$$

Ved 5% - signifikansnivå er kritisk verdi $t_{7846, 0.025} = 1.960$.

$$TS = \frac{2.190 - 0}{0.267} = 8.18$$

Vi må forkaste nullhypotesen dersom testobservator er større enn kritisk verdi: $8.18 > 1.96$. Vi forkaster nullhypotesen ved 5%-signifikansnivå. P-verdien til β_4 fra regresjonen i STATA er 0.000. Vi kan derfor avvise nullhypotesen både ved 5%-signifikansnivå og ved 1%-signifikansnivå. Dette gir et grunnlag for å si at klassestørrelseeffekten i Russland og USA er ulik.

Videre skal vi teste om klassestørrelse har betydning for leseresultater. Vi setter opp en nullhypotese om at klassestørrelse ikke har noen påvirkning på elevprestasjoner: **$H_0: \beta_2 = 0$, $H_1: \beta_2 \neq 0$** . T-verdien til *clsize* er -5.60 som er lavere enn -1.96, vi må forkaste nullhypotesen og konkludere at klassestørrelsen har betydning for elevprestasjoner.

Dermed viser *modell (1)* at klassestørrelseeffekten påvirker elevprestasjoner negativt i USA og positivt i Russland.

Samtidig viser modellen at leseresultatet er 69.49 poeng lavere i Russland enn i USA. Vi må teste om resultatene er statistisk signifikante og utfører derfor enda en t-test hvor nullhypotesen er at leseresultatene er like i de to landene, mens alternativhypotesen sier at resultatene er ulike: **H_0** :

$\beta_3 = 0$, $H_A: \beta_3 \neq 0$. T-verdien (-10.39) er lavere enn kritisk verdi (-1.96), vi må forkaste nullhypotesen. Vi kan dermed konkludere at USA har høyere gjennomsnittlig leseresultat enn Russland.

Modellens forklaringskraft er 2,1%. Det vil si at modellen forklarer 2,1% av variasjonen i leseresultater. Vi skal nå utvide modellen med flere kontrollvariabler for å se om forklaringskraften øker.

$$(2) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsize} + \beta_3 \text{Russland} + \beta_4 \text{clsize_Rus} + \beta_5 \text{girl} + \varepsilon_i$$

Vi utvider modellen med variabel *girl* for å kontrollere for kjønn. Vi ser av Tabell 5.1. at jenter scorer 14 poeng bedre enn gutter som samsvarer teori i kapittel 2. Tester om resultatet er statistisk signifikant. Gjennomfører derfor en t-test: $H_0: \beta_5 = 0$, $H_1: \beta_5 \neq 0$. Velger et signifikansnivå på 5% som i analysen over. Det gir oss kritisk verdi 1.96 som før. Får en t-verdi på 9.14, det er høyere enn kritisk verdi. Det betyr at vi må forkaste nullhypotesen om at kjønn ikke har betydning for elevprestasjoner.

Vi ser at leseresultatet i USA endres fra -1.293 til -1.343, og forskjellen i leseresultat mellom USA og Russland har endret seg fra 2.191 til 2.225. Forklaringskraft har økt fra 2.1% til 3.18%. Det er likevel en veldig liten økning, og vi vil derfor utvide modellen ytterligere for å se om forklaringskraften øker med tilsettelse av flere variabler.

$$(3) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsize} + \beta_3 \text{Russland} + \beta_4 \text{clsize_Rus} + \beta_5 \text{girl} + \beta_6 \text{not_born} + \beta_7 \text{speak_home} + \beta_8 \text{par_not_born} + \varepsilon_i$$

Videre inkluderer vi tre kontrollvariabler som kombinerer elevkarakteristika og familiekarakteristika: *not_born*, *speak_home* og *par_not_born*. Med det vil vi teste en hypotese om at det eksisterer forskjeller i leseresultater mellom innvandrere og øvrige elever.

Vi ser av regresjonen at koeffisienten foran *not_born* er -40.474, det vil si at dersom eleven ikke er født i i landet hvor han/hun gikk på skole på test-tidspunktet, reduseres leseresultatet med 40.474 poeng. Koeffisienten foran *speak_home* er -41.499, som viser at elever som aldri snakker samme språk som testspråket i hjemmet skårer 41.499 poeng lavere enn de som gjør det. Til slutt ser vi at koeffisienten foran *par_not_born* er -15.444, som forteller oss at foreldrenes innvandrerstatus

trekker elevprestasjoner ned med 15.444 poeng. For å teste om disse resultatene statistisk signifikante må vi gjennomføre en hypotesetest om at ingen av disse variablene har påvirkning på elevprestasjoner. Vi må derfor teste: $H_0: \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = 0$ mot $H_1: \beta_6 \neq 0$ eller $\beta_7 \neq 0$ eller $\beta_8 \neq 0$. I dette tilfellet benytter vi en F-test fordi vi tester en hypotese om flere koeffisienter samtidig.

Testobservatoren er:

$$TS = \frac{(R_U^2 - R_R^2)/h}{(1 - R_U^2)/(n - k)} \sim F_{h, n-k} \text{ under } H_0$$

Kritisk verdi ved 5%-signifikansnivå er 2.604.

Vi har 3 restriksjoner under H_0 (h), 8 parametere (k), 7205 observasjoner (n). $R_U^2 = 0.1109$, $R_R^2 = 0.0318$. Vi har 7197 frihetsgrader.

$$TS = \frac{(0.1109 - 0.0318)/3}{(1 - 0.1109)/(7205 - 8)} = 213.4303$$

Vi får $F(3, 7197) = 213.43$.

Testobservatoren er lik 213.43, som er langt over kritisk verdi på 2.604. Vi forkaster nullhypotesen. Følgelig kan vi konkludere at barna som ikke er født i landet hvor lesetesten er gjennomført, som har foreldre med innvandrersstatus og som ikke snakker testspråk hjemme, har lavere gjennomsnittlige leseresultater.

Samtidig ser vi at koeffisienten foran *clsiz*, β_2 , er nå lik -0.731, som er nesten dobbelt så lite som i forrige modell (-1.343). Forskjellen i klassestørrelseseffekten på elevprestasjoner mellom Russland og USA har sunket fra 2.225 i modell (2) til 1.549 i modell (3). Følgelig er klassestørrelseseffekten i Russland er nå lik:

$$1.548 + (-0.732) = 0.816.$$

Når vi sammenligner modell (2) og (3) ser vi at inkludering av variabler *not_born*, *par_not_born* og *speak_home* har mer påvirkning på elevprestasjoner i USA enn i Russland. Grunnen til det kan være at det er ca. 21% av elevene som har innvandrersstatus i USA, mens i Russland er det ca. 9% av elevene som har innvandrersstatus.

Vi ser også at forklaringskraft har økt fra 3.18% til 11.09% som er nesten fire ganger så stor som før. Nå har vi at variablene i modellen vår forklarer 11.09% av variasjonen i leseresultatet.

Intuisjonen bak det er at når vi tilsetter mange relevante forklaringsvariabler, styrker vi modellen og minimerer sjansen for et utelatt variabelproblem. Problemer som oppstår ved utelatte forklaringsvariabler er et spesielt viktig tema. Dersom vi utelater en svært relevant forklaringsvariabel vil en enkel regresjon mellom leseresultat og klassestørrelse gi et skjevt koeffisientestimat på klassestørrelseeffekten. Dette vil føre til ukorrekt tolkning av resultater. Når vi inkluderer relevante forklaringsvariabler får vi mer presise verdier og stoler mer på resultatene av testene vi gjennomfører (Brooks 2014).

$$(4) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsiz} + \beta_3 \text{Russland} + \beta_4 \text{clsiz}_{\text{Rus}} + \beta_5 \text{girl} + \beta_6 \text{not_born} + \beta_7 \text{spea_home} + \beta_8 \text{par_not_born} + \beta_9 \text{teacher_exp} + \varepsilon_i$$

Vi utvider modellen ytterligere for å se om forklaringskraften øker enda mer. Derfor legger vi til variabelen *teacher_exp* som kontrollerer for lærerens erfaring, altså lærerkarakteristika. Den estimerte verdien på β_9 er 0.416. Det vil si at ett års ekstra lærerens erfaring øker leseresultatet hos elevene med 0.416 poeng. Dersom lærerens erfaring var ubetydelig for elevprestasjoner ville $\beta_9 = 0$. Tester derfor: **$H_0: \beta_9 = 0$, $H_1: \beta_9 \neq 0$** . T-verdien er 5.60, det er høyere enn kritisk verdi. Forkaster derfor nullhypotesen ved 5%-signifikansnivå.

Vi ser i modell (4) at klassestørrelseeffekten i USA nå er estimert til -0.869. Koeffisienten foran *clsiz_Rus* er nå 1.552 som betyr at klassestørrelseeffekten i Russland er 0.683 i modell (4). Forklaringskraften har økt fra 11.09% til 11.42%, som er en veldig liten økning.

$$(5) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsiz} + \beta_3 \text{Russland} + \beta_4 \text{clsiz}_{\text{Rus}} + \beta_5 \text{girl} + \beta_6 \text{not_born} + \beta_7 \text{spea_home} + \beta_8 \text{teacher_exp} + \beta_{10} \text{pct_vanskelig} + \beta_{11} \text{location_over500} + \beta_{12} \text{schoolsize4} + \varepsilon_i$$

Vi skal nå teste om skolekarakteristika har betydning for elevprestasjoner. Vi utvider modellen vår med to kontrollvariabler: *pct_vanskelig* og *location_over500*. Koeffisienten foran β_{10} er -26.067. Dette innebærer at når det er mer enn 25% av barn fra vanskeligstilte hjem på skolen vil dette redusere elevprestasjoner med 26.6 poeng. Koeffisienten foran β_{11} er -6.567, det vil si at elevene får 6.567 poeng mindre på lesetesten når skolen er lokalisert i område med flere enn 500

000 innbyggere. Koeffisienten foran β_{12} er -0.101, det vil si at med én ekstra elev på skole skal testresultat gå ned med 0.101 poeng.

Vi må teste om resultatene er signifikante. Utfører derfor en F-test: $H_0: \beta_{10} = \beta_{11} = \beta_{12} = 0$, $H_1: \beta_{10} \neq 0$ eller $\beta_{11} \neq 0$ eller $\beta_{12} \neq 0$. Får at $F(3, 6852) = 100.404$. Dette er langt over kritisk verdi 2.60. Derfor forkaster vi nullhypotesen og konkluderer at skolekarakteristika har virkning på elevprestasjoner.

Samtidig ser vi at klassestørrelseeffekten i USA er nå -0.433, og forskjellen i klassestørrelseeffekten mellom USA og Russland er nå estimert til å være 1.277. Dette gjør at med én ekstra elev i klassen i Russland øker testresultatet med 0.844 poeng. Forklaringskraften har økt fra 11.42% til 15.15%, som betyr at familie-, elev- og skolekarakteristika som er inkludert i modellen forklarer 15% av variasjonen i elevprestasjonene. Vi tester igjen om klassestørrelseeffekten fremdeles er statistisk signifikant i begge land. Vi benytter derfor en F-test, gjør det i STATA:

```
. test clsize_Rus clsize

( 1)  clsize_Rus = 0
( 2)  clsize = 0

      F( 2, 6852) =    20.76
      Prob > F =    0.0000
```

Vi ser at *clsize* og *clsize_Rus* er signifikante ved 5% og 1% signifikansnivå.

Fra Tabell 5.1. ser vi at forskjellen i klassestørrelseeffekten mellom USA og Russland varierer fra 1.276 til 2.225 poeng fra modell (1) til (5). Klassestørrelseeffekten i USA varierer fra -1.343 til -0.433 poeng. Klassestørrelseeffekten i Russland varierer fra 0.605 til 0.898 poeng.

5.3 Analyse av tilleggsspørsmålet

I denne delen av oppgaven skal vi prøve å besvare tilleggsspørsmålet om det finnes en ikke-lineær sammenheng mellom klassestørrelse og elevprestasjoner i USA og Russland. Resultatene fra modellene vi har estimert tidligere tyder på at klassestørrelseeffekten er forskjellig i disse landene:

effekten er positiv i Russland og negativ i USA. Derfor skal vi ta for oss tilleggsspørsmålet i to forskjellige datasett.

Vi inkluderer et kvadratisk ledd for klassestørrelse, *clsize_sq*, i modellen for USA:

$$(6) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsize} + \beta_3 \text{girl} + \beta_4 \text{not_born} + \beta_5 \text{speak_home} + \beta_6 \text{teacher_exp} + \beta_7 \text{pct_vanskelig} + \beta_8 \text{location_over500} + \beta_9 \text{schoolsize4} + \beta_{10} \text{clsize_sq} + \varepsilon_i$$

Vi estimerer modellen I STATA og får følgende resultater:

```
. reg read clsize girl not_born speak_home par_not_born teacher_exp schoolsize4 pct_vanskelig location_over500
> clsize_sq
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	3,071
Model	4767582.48	10	476758.248	F(10, 3060)	=	99.55
Residual	14655036.3	3,060	4789.22755	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.2455
				Adj R-squared	=	0.2430
Total	19422618.8	3,070	6326.58592	Root MSE	=	69.204

read	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
clsize	-2.175044	1.978664	-1.10	0.272	-6.054689 1.7046
girl	15.42429	2.503484	6.16	0.000	10.51561 20.33297
not_born	-44.41947	3.358509	-13.23	0.000	-51.00463 -37.83431
speak_home	-34.89964	6.230339	-5.60	0.000	-47.11571 -22.68357
par_not_born	-3.491904	3.356309	-1.04	0.298	-10.07275 3.088943
teacher_exp	.2066883	.1187128	1.74	0.082	-.0260766 .4394532
schoolsize4	-.1101496	.0285671	-3.86	0.000	-.1661623 -.054137
pct_vanskelig	-53.21713	2.606185	-20.42	0.000	-58.32718 -48.10708
location_over500	-7.608375	2.960607	-2.57	0.010	-13.41335 -1.803397
clsize_sq	.0379536	.0382235	0.99	0.321	-.0369927 .1128999
_cons	619.5025	24.89753	24.88	0.000	570.6849 668.3201

Dersom klassestørrelseeffekten var lineær, ville $\beta_{10} = 0$. Vi setter opp en hypotese: $H_0: \beta_{10} = 0$, $H_1: \beta_{10} \neq 0$. T-verdien er lik 0.99, vi kan ikke forkaste nullhypotesen. Vi konkluderer derfor at klassestørrelseeffekten er lineær i USA.

Samtidig ser vi at T-verdien til *clsize* er lav. Vi tester derfor en hypotese om klassestørrelseeffekten fremdeles er signifikant: $H_0: \beta_2 = 0$, $H_1: \beta_2 \neq 0$. T-verdien er -1.10, dette er høyere enn kritisk verdi -1.96. Vi kan ikke forkaste nullhypotesen og konkluderer at klassestørrelsen ikke er betydelig for elevprestasjoner. Vi får også et ikke-signifikant resultat når vi estimerer modellen uten det kvadratiske leddet (regresjonen uten

det kvadratiske leddet er i Appendix 2). Vi skal forsøke å forklare disse resultatene senere i kap.5.4.

Videre estimerer vi samme modell for Russland:

$$(7) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsiz} + \beta_3 \text{girl} + \beta_4 \text{not_born} + \beta_5 \text{spea} + \beta_6 \text{teacher_exp} + \beta_7 \text{pct_vanskelig} + \beta_8 \text{location_over} + \beta_9 \text{schoolsize4} + \beta_{10} \text{clsiz_sq} + \varepsilon_i$$

```
. reg read clsiz girl not_born spea par_not_born teacher_exp schoolsize4 pct_vanskelig location_over500
> clsiz_sq
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	3,793
Model	1110262.03	10	111026.203	F(10, 3782)	=	32.54
Residual	12904799.4	3,782	3412.16272	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.0792
				Adj R-squared	=	0.0768
Total	14015061.4	3,792	3695.95501	Root MSE	=	58.414

read	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
clsiz	1.294005	.4235486	3.06	0.002	.4635992 2.124411
girl	12.65082	1.899667	6.66	0.000	8.926345 16.37529
not_born	-14.51806	3.710607	-3.91	0.000	-21.79305 -7.243079
spea	-37.79144	4.624323	-8.17	0.000	-46.85785 -28.72503
par_not_born	-26.33765	3.630303	-7.25	0.000	-33.45519 -19.22011
teacher_exp	.3205661	.0926122	3.46	0.001	.1389915 .5021407
schoolsize4	.0193936	.0291972	0.66	0.507	-.0378503 .0766375
pct_vanskelig	-3.251887	1.944611	-1.67	0.095	-7.064475 .5607018
location_over500	-2.880814	2.214036	-1.30	0.193	-7.221635 1.460007
clsiz_sq	-.0111749	.0064825	-1.72	0.085	-.0238844 .0015345
_cons	501.9453	6.318412	79.44	0.000	489.5574 514.3331

Dersom klassestørrelseeffekten var lineær, ville $\beta_{10} = 0$. Vi setter opp en hypotese: $H_0: \beta_{10} = 0$ mot $H_1: \beta_{10} \neq 0$. T-verdien er -1.72, og vi ser av STATA at det laveste signifikansnivået der vi kan forkaste nullhypotesen er 8.5%, noe som indikerer at nullhypotesen står sterkt. Dette betyr at klassestørrelseeffekten er lineær. Koeffisienten foran *clsiz* er 1.294, T-verdien er 3.06, som viser at klassestørrelsen er fortsatt signifikant for elevprestasjoner.

Vi ser av regresjonen at forklaringskraften i estimert modellen i Russland er veldig forskjellig fra modellen i USA selv om variablene er de samme. R^2 er estimert til å være 7.92% i modellen for Russland og 24.55% i modellen for USA.

Mest sannsynlig har vi et utelatt variabelproblem, som medfører svake resultater. For å se om det stemmer skal vi tilsette variablene som mangler i datasettet i USA og som kontrollerer for familiekarakteristika. Vi konstruerer dummy variabler som kontrollerer for effekten av å kunne

lese og skrive før skolen (*early_ability*) og foreldrenes utdanning (*par_edu*). *Early_ability3* tar verdi 1 hvis elevens evne til å lese og skrive før skolen er tilfredsstillende og 0 hvis ikke. *Par_edu1* tar verdi 1 om foreldrene ikke har en universitetsgrad og 0 hvis de har en universitetsgrad.

Vi fjerner også variablene som ikke er statistisk signifikante i modellen med forklaringskraften på 7.92%. Vi inkluderer et kvadratisk ledd *clsize_sq* og estimerer modellen:

$$(8) \text{ read} = \beta_1 + \beta_2 \text{clsize} + \beta_3 \text{girl} + \beta_4 \text{not_born} + \beta_5 \text{speak_home} + \beta_6 \text{par_not_born} + \beta_7 \text{early_ability3} + \beta_8 \text{par_edu1} + \beta_{10} \text{clsize_sq} + \varepsilon_i$$

Koeffisienten foran *clsize_sq* er lik -0.005. Tester en hypotese om at klassestørrelseeffekten er ikke-lineær. T-verdien er lik -0.96, det er langt over kritisk verdi -1.96. Vi må derfor beholde nullhypotesen og konkludere at effekten av klassestørrelse er fremdeles lineær. Forklaringskraften har økt fra 7.92% til 16.55% ved tilsettelse av bare to variabler. Det betyr at vi har hatt utelatt relevante variablene tidligere. De estimerte resultatene kan finnes i Appendix 2.

Vi vil vite om koeffisientene foran *clsize* og *clsize_sq* er statistisk signifikante og tester en hypotese om at klassestørrelser har betydning for elevprestasjoner med en F-test. Vi gjør det i STATA og konkluderer at klassestørrelse har betydning for elevprestasjoner.

```
. test clsize clsize_sq

( 1)  clsize = 0
( 2)  clsize_sq = 0

      F( 2, 3824) =    4.82
      Prob > F =    0.0081
```

5.4 Diskusjon

Hovedspørsmålet i oppgaven vår er i hvilken grad klassestørrelse påvirker elevprestasjoner. Av de estimerte modellene ser vi at effekten er negativ i USA og positiv i Russland. Dette betyr, med andre ord, at med én ekstra elev i klassen øker leseresultatene i Russland og reduseres i USA. De estimerte resultatene er statistisk signifikante i begge land. Fra modell (1) til (5) har vi observert at forskjellen mellom landene og de estimerte resultatene for hvert land er stabile. Den gjennomsnittlige klassestørrelseeffekten er 0.824 i Russland og -0.934 i USA. Det virker ikke som en stor endring i leseresultatet ved første øyekast. Men hvis klassestørrelsen øker med 5-10 elever kan dette ha stor betydning for elevprestasjoner.

Når vi estimerer modellene i to forskjellige datasett ser vi at klassestørrelseeffekten er fortsatt positiv og signifikant i Russland, men effekten er ikke signifikant i USA. Dette resultatet samsvarer ikke med våre tidligere funn fra den felles modellen for to land. Denne forskjellen i resultater kan forklares av at vi kanskje ikke har inkludert alle relevante variabler i den felles modellen og har derfor observert et utelat variabelproblem med skjeve koeffisientestimerer. For eksempel har vi ikke inkludert variablene som estimerer effekten av foreldrenes utdanningsnivå, foreldrenes ansettelsesstatus, bøkene som eleven har hjemme, familiens inntekt.

Det er også mulig at vi har inkludert noen irrelevante variabler i modellen for USA. Konsekvensen av å inkludere en irrelevant variabel er at standardfeilene til koeffisientene skal være forstørret i forhold til verdiene de ville ha tatt hvis den irrelevante variabelen ikke hadde blitt inkludert (Brooks 2014).

5.5 Oppsummering

I dette kapitlet har vi sett på resultatene av de gjennomførte regresjonsanalysene. Vi har estimert fem modellens varianter med variablene som kontrollerer for familiekarakteristika, elevkarakteristika, lærerkarakteristikk og skolekarakteristika. Vi har også beskrevet resultatene av regresjonen av tilleggsspørsmålet. Til slutt har vi tatt for oss tolkningen av resultater.

6. Oppsummering og konklusjon

6.1 Oppsummering

I denne oppgaven har vi forsøkt å besvare spørsmålet om det finnes en sammenheng mellom klassestørrelse og elevprestasjoner. Tilleggsspørsmålet handlet om det var en ikke-lineær sammenheng mellom klassestørrelse og elevprestasjoner. Vi har begrenset analysen til to land: USA og Russland. I analysen vår har vi brukt et datasett hentet fra PIRLS – en internasjonal undersøkelse som måler leseferdigheter blant elever i 4.klasse. Vi har videre konstruert 5 modeller med bakgrunnen i skoleproduktfunksjonen med variablene som kontrollerer for elevkarakteristika, familiekarakteristika, lærerkarakteristika og skolekarakteristika. Vi har estimert modellene våre ved bruk av OLS, eller Minste Kvadraters Metode. Vi har til slutt analysert tilleggsspørsmålet i to forskjellige datasett.

6.2 Konklusjon

Resultatene til regresjonsanalyse viser at det finnes en sammenheng mellom elevprestasjoner og klassestørrelse i begge land. Av regresjonen av den felles modellen for to land ser vi at sammenhengen er negativ og signifikant i USA og positiv og signifikant i Russland. Av regresjonen vi har gjort for to land i to forskjellige datasett ser vi at det positive testresultatet av økt klassestørrelse fremdeles står sterkt i Russland. Vi har også konkludert at effekten av klassestørrelse er lineær. I USA er det estimerte resultatet ikke signifikant, derfor kan vi ikke trekke en klar konklusjon om sammenhengen mellom elevprestasjoner og klassestørrelse i USA. Vi har diskutert mulige årsaker til dette i kap 5.4.

6.3 Videre arbeid

Analysen vår har et stort potensial for forbedringer og videre arbeid:

- Resultatet av regresjonen av modellen for USA var uklar, og en mulig årsak til dette kan være et utelat variabelproblem. Derfor må flere variabler inkluderes i datasettet både for USA og Russland.
- Ved tilsettelse av flere relevante variabler kan vi unngå et problem med irrelevante variabler i modellen og få mer presise estimater. Det hadde vært interessant å undersøke om klassestørrelseseffekten kan være ikke-lineær i USA.
- I modellen vår har vi inkludert bare én variabel som kontrollerer for lærerkarakteristika. Dette kan forbedres ved tilsettelse av flere relevante variabler som forteller oss om lærerkvalitet.

Appendix
Appendix: Tabell A1

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Variabler	<i>read</i>	<i>read</i>	<i>read</i>	<i>read</i>	<i>read</i>
<i>clsiz</i>	-1.293 (0.231)	-1.343 (0.230)	-0.732 (0.230)	-0.869 (0.234)	-0.433 (0.251)
<i>Russia</i>	-69.49 (6.807)	-70.35 (6.771)	-61.70 (6.691)	-64.28 (6.766)	-56.07 (7.252)
<i>clsiz_Rus</i>	2.191 (0.268)	2.225 (0.266)	1.549 (0.265)	1.552 (0.268)	1.277 (0.281)
<i>girl</i>		14.64 (1.602)	13.06 (1.570)	13.03 (1.576)	13.53 (1.568)
<i>not_born</i>			-40.47 (2.450)	-40.01 (2.456)	-36.31 (2.483)
<i>speak_home</i>			-41.50 (3.824)	-39.70 (3.851)	-36.92 (3.846)
<i>par_not_born</i>			-15.44 (2.420)	-14.82 (2.437)	-12.72 (2.449)
<i>teacher_exp</i>				0.416 (0.0743)	0.257 (0.0748)
<i>pct_vanskelig</i>					-26.07 (1.590)
<i>location_ove r500</i>					-6.567 (1.760)
<i>schoolsize4</i>					-0.102 (0.0191)
<i>_cons</i>	577.6 (5.848)	571.7 (5.864)	574.3 (5.813)	571.2 (5.926)	585.9 (6.264)
<i>N</i>	7850	7843	7205	7093	6864
<i>R²</i>	0.021	0.032	0.111	0.114	0.151

Appendix 2

Analyse av tilleggsspørsmålet

1. Estimerer modellen for USA:

$$read = \beta_1 + \beta_2 csize + \beta_3 girl + \beta_4 not_born + \beta_5 speak_home + \beta_6 teacher_exp + \beta_7 pct_vanskelig + \beta_8 location_over500 + \beta_9 schoolsz4 + \beta_{10} csize_sq + \epsilon_i$$

```
. reg read csize girl not_born speak_home par_not_born teacher_exp schoolsz4 pct_vanskelig location_over500
> csize_sq
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	3,071
Model	4767582.48	10	476758.248	F(10, 3060)	=	99.55
Residual	14655036.3	3,060	4789.22755	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.2455
				Adj R-squared	=	0.2430
Total	19422618.8	3,070	6326.58592	Root MSE	=	69.204

read	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
csz4	-2.175044	1.978664	-1.10	0.272	-6.054689 1.7046
girl	15.42429	2.503484	6.16	0.000	10.51561 20.33297
not_born	-44.41947	3.358509	-13.23	0.000	-51.00463 -37.83431
speak_home	-34.89964	6.230339	-5.60	0.000	-47.11571 -22.68357
par_not_born	-3.491904	3.356309	-1.04	0.298	-10.07275 3.088943
teacher_exp	.2066883	.1187128	1.74	0.082	-.0260766 .4394532
schoolsiz4	-.1101496	.0285671	-3.86	0.000	-.1661623 -.054137
pct_vanskelig	-53.21713	2.606185	-20.42	0.000	-58.32718 -48.10708
location_over500	-7.608375	2.960607	-2.57	0.010	-13.41335 -1.803397
csz4_sq	.0379536	.0382235	0.99	0.321	-.0369927 .1128999
_cons	619.5025	24.89753	24.88	0.000	570.6849 668.3201

Estimerer modellen uten det kvadratiske leddet:

$$read = \beta_1 + \beta_2 csize + \beta_3 girl + \beta_4 not_born + \beta_5 speak_home + \beta_6 teacher_exp + \beta_7 pct_vanskelig + \beta_8 location_over500 + \beta_9 schoolsz4$$

```
. eststo: reg read csize girl not_born speak_home par_not_born teacher_exp pct_vanskelig location_over500 schoolsz4
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	3,071
Model	4762860.64	9	529206.737	F(9, 3061)	=	110.50
Residual	14659758.1	3,061	4789.20553	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.2452
				Adj R-squared	=	0.2430
Total	19422618.8	3,070	6326.58592	Root MSE	=	69.204

read	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
csz4	-.230282	.2811295	-0.82	0.413	-.7815036 .3209396
girl	15.38359	2.503143	6.15	0.000	10.47558 20.2916
not_born	-44.39741	3.358428	-13.22	0.000	-50.98241 -37.81241
speak_home	-35.03961	6.22873	-5.63	0.000	-47.25253 -22.82669
par_not_born	-3.313393	3.351483	-0.99	0.323	-9.884777 3.25799
teacher_exp	.2220878	.1176951	1.89	0.059	-.0086816 .4528572
pct_vanskelig	-52.88942	2.585197	-20.46	0.000	-57.95832 -47.82052
location_over500	-7.525797	2.959432	-2.54	0.011	-13.32847 -1.723123
schoolsiz4	-.1179536	.0274646	-4.29	0.000	-.1718045 -.0641027
_cons	595.7764	6.994654	85.18	0.000	582.0617 609.4911

2. Estimerer modellen for Russland:

$$read = \beta_1 + \beta_2 clsize + \beta_3 girl + \beta_4 not_born + \beta_5 speak_home + \beta_6 teacher_exp + \beta_7 pct_vanskelig + \beta_8 location_over500 + \beta_9 schoolsize4 + \beta_{10} clsize_sq + \epsilon_i$$

```
. reg read clsize girl not_born speak_home par_not_born teacher_exp schoolsize4 pct_vanskelig location_over500
> clsize_sq
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	3,793
Model	1110262.03	10	111026.203	F(10, 3782)	=	32.54
Residual	12904799.4	3,782	3412.16272	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.0792
				Adj R-squared	=	0.0768
Total	14015061.4	3,792	3695.95501	Root MSE	=	58.414

read	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
clsize	1.294005	.4235486	3.06	0.002	.4635992 2.124411
girl	12.65082	1.899667	6.66	0.000	8.926345 16.37529
not_born	-14.51806	3.710607	-3.91	0.000	-21.79305 -7.243079
speak_home	-37.79144	4.624323	-8.17	0.000	-46.85785 -28.72503
par_not_born	-26.33765	3.630303	-7.25	0.000	-33.45519 -19.22011
teacher_exp	.3205661	.0926122	3.46	0.001	.1389915 .5021407
schoolsize4	.0193936	.0291972	0.66	0.507	-.0378503 .0766375
pct_vanskelig	-3.251887	1.944611	-1.67	0.095	-7.064475 .5607018
location_over500	-2.880814	2.214036	-1.30	0.193	-7.221635 1.460007
clsize_sq	-.0111749	.0064825	-1.72	0.085	-.0238844 .0015345
_cons	501.9453	6.318412	79.44	0.000	489.5574 514.3331

Estimerer modellen for Russland med de inkluderte variablene *edu_par 1* og *early_ability3* og variablene som vi har fjernet:

$$read = \beta_1 + \beta_2 clsize + \beta_3 girl + \beta_4 not_born + \beta_5 speak_home + \beta_6 early_ability3 + \beta_7 par_edu1 + \beta_8 clsize_sq + \epsilon_i$$

```
. reg read clsize girl not_born speak_home par_not_born early_ability3 par_edu1 clsize_sq
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	3,833
Model	2354899.4	8	294362.425	F(8, 3824)	=	94.77
Residual	11878211.1	3,824	3106.22675	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.1655
				Adj R-squared	=	0.1637
Total	14233110.5	3,832	3714.27727	Root MSE	=	55.734

read	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
clsize	.6439597	.3421293	1.88	0.060	-.0268137 1.314733
girl	10.19092	1.81055	5.63	0.000	6.641184 13.74066
not_born	-13.88031	3.535831	-3.93	0.000	-20.81261 -6.948016
speak_home	-30.67866	4.414049	-6.95	0.000	-39.33278 -22.02454
par_not_born	-24.33502	3.441953	-7.07	0.000	-31.08326 -17.58678
early_ability3	29.68358	1.913152	15.52	0.000	25.93269 33.43448
par_edu1	-20.31537	2.03427	-9.99	0.000	-24.30373 -16.32701
clsize_sq	-.0053231	.005545	-0.96	0.337	-.0161945 .0055483
_cons	517.9075	5.54082	93.47	0.000	507.0443 528.7708

Litteraturliste:

1. Angrist, J.d. & Lavy, V. (1997). Using maimonides' rule to estimate the effect of class size on scholastic achievements. *Working Paper*. Hentet fra: <https://www.nber.org/papers/w5888.pdf>
2. Blakkisrud, H. & Lundby Gjerde, K. (2015, 23.august) Putins Russland. Hentet fra: <https://www.nupi.no/Skole/HHD-Artikler/2015/Putins-Russland>
3. Bonesrønning, H. (2004): Utforming av utdanningspolitikken - hva kan økonomene bidra med?. *Økonomisk forum* 58 (3), 14-23. Hentet fra: <https://samfunnsokonomene.no/wp-content/uploads/2019/05/Trykkutgave-4-2012.pdf4>
4. Brooks, C. (2014) *Introductory econometrics for finance* (3rd edition). The ICMA Centre, Henley Business School, University of Reading. Reading.
5. Chingos, M.M. & Whitehurst, G.J. (2011. 11.mai). *Class Size: What Research Says and What it Means for State Policy*. Brown Center on Education Policy. Hentet fra: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/0511_class_size_whitehurst_chingos.pdf
6. Crampton, F. E., Thompson, D. C. & Wood, R.G. (2015). *Money and Schools*. (6th edition). Routledge, New York.
7. Faitar, G. M. (2006) Individualism versus collectivism in schools. *College Quarterly*. Volume 9 Number 4. Hentet fra: <http://collegequarterly.ca/2006-vol09-num04-fall/faitar.html>
8. Hanushek, E. A. (2020): Education production functions. I Bradley, S. og Green, C. (red): *Economics of Education*, 2nd Edition, London: *Academic Press*, 161-170. Hentet fra: <http://hanushek.stanford.edu/sites/default/files/publications/Hanushek%202020%20Education%20Production%20Functions.pdf>

9. Hofstede, G. (1984). Cultural dimensions in management and planning. *Asia Pacific J Manage*, 1, 81–99. <https://doi.org/10.1007/BF01733682>
10. Krueger, A.B. & Whitmore, D.M. (2000). The Effect of Attending a Small Class in the Early Grades on College-Test Taking and Middle School Test Results: Evidence from Project STAR. *Working Paper*. Hentet fra: <https://www.nber.org/papers/w7656.pdf>
11. Kunnskapsdepartementet. (2018). *Nye regler: Innføring av lærernorm i grunnskolen*. Nr.133-18. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/nye-regler-innforing-av-larernorm-i-grunnskolen/id2606134/>
12. Thomas, R. L. (2005). *Using Statistics in Economics*. (1.utg.) McGraw Hill Higher Education.
13. World Bank (2018).
Hentet fra: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?locations=RU-US>

