

Eksekutive funksjoner og barns leseferdigheter

En kvantitativ studie om sammenhengen mellom eksekutive funksjoner i barnehagen og førsteklasse og barns lesenøyaktighet og leseflyt i første- og andreklasse

Annie-Anfal Alnasrallah

SPED4094
40 studiepoeng

Institutt for Spesialpedagogikk
Det utdanningsvitenskapelige fakultet



Sammendrag

Lesing er en nødvendig ferdighet. Det er gjennom lesing vi tilegner oss kunnskap. Dessverre er det ikke alle som mestrer denne ferdigheten. Individuelle forskjeller i lesing preger en stor andel barn på skoler rundt om i verden. Å vite om de underliggende faktorene som kan fremme eller hemme lesing er essensielt i spesialpedagogisk arbeid. Vellykket leseoppnåelse krever en lang rekke ferdigheter, evner og strategier. Målet er at elevene på skolen skal kunne lese flytende, uanstrengt og ikke så mye bevissthet om aktiviteten, slik at fokuseringen skal ligge på å konstruere forståelse av teksten. Å lese med flyt anses som et av de primære pedagogiske målene for barn i grunnskolen (National Reading Panel, 2000). Likevel er det fremdeles manglende konsensus om definisjonen på leseflyt og de underliggende komponentene. De siste årene har imidlertid vitnet en større oppmerksomhet rundt sammenhengen mellom eksekutive funksjoner og barns leseferdigheter. Eksekutive funksjoner kan beskrives som et paraplybegrep for en rekke høyere-ordens kognitive prosesser som styrer flere komplekse kognitive oppgaver som gjør det mulig å utføre målrettet arbeid, regulere adferd og emosjoner (Miyake et al., 2000). Det er antatt at eksekutive funksjoner har en avgjørende rolle i orkestrering mellom flere ferdigheter og leseprosesser (Nguyen et al., 2020). Forskere er enige i at eksekutive funksjoner påvirker barns leseforståelse. Sammenhengen mellom eksekutive funksjoner og barns leseflyt er derimot tvetydig. Nylig har en studie rapportert om signifikante assosiasjoner mellom svekket EF og leseflyt, men ikke til lesenøyaktighet, hos barn med dysleksi (Al Dahhan et al., 2022). Lesenøyaktighet er en viktig markør i leseflyt, og funnene reiser derfor viktig spørsmål som er verdt å utforske. Denne masteroppgaven å kaste lys over forholdet mellom disse ferdighetene, og forsøke å finne hva som ligger til grunn for leseflyt. På bakgrunn av dette vil en longitudinell undersøkelse av hvorvidt eksekutive funksjoner målt i barnehage og førsteklasse ha en sammenheng for leseflyt og lesenøyaktighet i første- og andreklasse. Problemstillingen er som følger:

Kan eksekutive funksjoner predikere leseflyt sterkere enn det gjør for lesenøyaktighet?

Metode

Masteroppgaven er basert på datamaterialet fra forskningsprosjektet Development of Numeracy and Literacy in Children (NumLit) ved Institutt for Spesialpedagogikk ved Universitetet i Oslo. Utvalget er norske barn som gikk siste året i barnehage, første klasse elever og andre klasse elever. Utvalgsstørrelsen varierer fra 254 til 142. Problemstillingen skal studeres ved det gjennom kvantitativ metode. Metoden har en fordel ved at det gir data i form av målbare enheter, som omfatter at problemområdet blir operasjonalisert og redusert til spesifikke variabler (Befring, 2019). Studien er deskriptiv ved at den forsøker å beskrive sammenhengen mellom EF og barns leseferdigheter uten å manipulere variablene eller påvirke tingens tilstand, som gir den et ikke-eksperiment design (Lund, 2002). Det ble gjennomført deskriptive statistiske analyser for å undersøke variabelens normalfordeling. Bivariat korrelasjonsanalyser ble benyttet for å undersøke sammenhengen mellom variablene og hierarkisk multippel regresjonsanalyse ble benyttet for å finne variansen EF har på leseferdigheter. Nonverbal intelligens ble inkludert som tredjevariabel.

Resultater

De bivarierte korrelasjonsanalysene viser at enkelte eksekutive funksjoner har signifikant sammenheng med lesenøyaktighet, effektiv ordlesing og leseflyt. De hierarkiske regresjonsanalysene viste at eksekutive funksjoner målt på førstetrinn hadde betydelig effekt på leseflyt og effektiv ordlesing på andretrinn. Eksekutive funksjoner viser også signifikant forklaringsverdi på lesenøyaktighet på både første- og andreklasse. Dette er etter at det ble kontrollert for nonverbal intelligens.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	5
1.1 Bakgrunn og formål	5
1.2 Problemstilling	7
1.3 Oppgavens oppbygging.....	7
2 Teoretisk og empirisk bakgrunn	8
2.1 Eksekutive funksjoner	8
2.1.1 Organisering av eksekutive funksjoner	9
2.1.2 Eksekutive funksjoners kjernekomponenter.....	11
2.1.4 Komplekse eksekutive funksjoner	14
2.1.3 Eksekutive funksjoners utvikling.....	15
2.1.3 Hvordan måles eksekutive funksjoner	16
2.2 Lesing	18
2.2.1 Forutsetninger for vellykket ordlesing.....	20
2.2.1 Ordleseutvikling i henhold til Ehris faseteori	23
2.2.2 Leseflyt.....	24
2.2.3 Lesenøyaktighet.....	26
2.3 Eksekutive funksjoner og leseferdigheter	26
3 Metode.....	30
3.1 Design og Metode.....	30
3.2 Utvalg.....	30
3.3 Datainnsamling.....	31
3.4 Beskrivelse av variabler og kartleggingsverktøy	31
3.4.1 Kartlegging av eksekutive funksjoner	32
3.4.2 Kartlegging av tekstleseflyt	33
3.4.3 Kartlegging av lesenøyaktighet	34
3.4.4 Kartlegging av effektiv ordlesing	34
3.4.3 Kartlegging av kontrollvariabler.....	34
3.5 Analyser	35
3.6 Validitet og Reliabilitet	35
3.7 Forskningsetiske hensyn	37

4 Resultater	39
4.1 Deskriptive analyser	39
4.1.1 Samlet vurdering av undersøkelsens variabler	41
4.2 Reliabilitet	43
4.4 Bivariate korrelasjonsanalyse	44
4.3.1 Resultater av bivariat korrelasjonsanalyse	45
4.4 Hierarkisk multippel regresjonsanalyse	50
4.4.1 Formål.....	50
4.4.2 Forutsetninger for regresjonsanalysen	50
4.4.2 Resultater av hierarkisk multippel regresjonsanalyse	51
5 Diskusjon	58
5.1 Resultater i lys av teori og empiri	58
5.1.2 Utviklingsløpet til eksekutive funksjoner og sammenhengen til barns leseferdigheter	59
5.1.3 Predikerer eksekutive funksjoner sterkere for leseflyt enn det gjør for lesenøyaktighet? ...	62
5.2 Drøfting av resultater i lys av studiens validitet og reliabilitet	65
5.2.1 Begrepsvaliditet	65
5.2.2 Statistisk validitet	67
5.2.3 Ytre validitet	69
5.2.4 Indre validitet.....	70
5.4 Konklusjon og veien videre.....	72
Litteraturliste.....	74

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Å lese skrevne ord er en unik oppnåelse. I motsetning til evnen til å vokalisere, som oppstår som følge av den evolusjonære utviklingen, skjer lesing ikke av seg selv (Wagner et al., 2009). Det må læres gjennom formelle og systematiske instruksjoner (Olsen et al., 2013). Å oppnå vellykket lesing, det vil si transformere skrift automatisk og flytende til meningsfull tale, avhenger av en lang rekke evner, strategier og kunnskaper (Cain, 2010). Lesing er en kompleks ferdighet som krever samtidig og øyeblikkelig koordinert orkestrering av perseptuelle, språklige og kognitive prosesser (Fuchs et al., 2001). Individuelle forskjeller i lesing vises gjennom evnen til å tilegne seg leserelaterte ferdigheter og ved å oppnå et adekvat aldersnivå i leseutviklingen (Befring et al., 2019). I det forrige århundre startet forskere innen psykologi og utdanning å vise interesse for hvordan underliggende faktorer kan påvirke utviklingen av akademiske ferdigheter. Edward Thorndike, ofte sett på som grunnleggeren av det pedagogisk-psykologiske feltet beskrev allerede i 1917 lesing som en svært komplisert prosess som involverer høyere type organisering og analytisk tenkning (Schwanenflugel & Knapp, 2016). På bakgrunn av viktige forskningsressurser vet vi i dag at individuelle forskjeller i lesing er påvirket av flere underliggende faktorer, slik som genetiske, nevrologiske, kognitive og miljømessige faktorer (Hulme & Snowling, 2009).

Eksekutive funksjoner (heretter forkortet EF) og dens relasjon til leseutvikling har fått voksende oppmerksomhet i de siste årene (Altemeier et al., 2008; van der Sluid et al., 2007). Innenfor vitenskapelig forskning blir EF betraktet som et paraplybegrep for en rekke kognitive funksjoner som gjør det mulig for oss å overvåke og utføre målrettede oppgaver, kontrollere atferd, planlegge og håndtere komplekse prosesser (Jurado & Rosselli, 2007). Oppdatering til arbeidsminne, hemming og kognitiv fleksibilitet er de tre mest omtalte kjernekomponentene i EF (Tamnes, 2021). Funn fra forskningslitteraturen indikerer om signifikant sammenheng mellom EF og høyere nivå prosesser i lesing, henholdsvis leseforståelse (Butterfuss & Kendeou, 2018; Sesma et al., 2009). Forholdet mellom EF og grunnleggende ferdigheter i lesing er imidlertid tvetydig (Ober et al., 2020). I National Reading Panel (2000) ble leseflyt betraktet som et kompetansemål på dyktig lesing, og som et av de primære pedagogiske målene på grunnskolen. Leseflyt er spesielt kritisk for elever i høyere klassetrinn da lesingen går fra å ``lære å lese`` til

``lese for å lære``, men utviklingen starter tidlig i interaksjon med utviklingen av ordavkodning og ordgjenkjenning, ved at disse ferdighetene blir automatisert gjennom gjentatt repetering (Ehri, 2013).

Elever med underskudd i EF får vanskeligheter med å oppnå et adekvat nivå av leseflyt ifølge nyere forskning (Nguyen & kollegene 2020). En nyere studie har rapportert om signifikante assosiasjoner mellom svekket EF og leseflyt, men ikke til lesenøyaktighet, hos barn med dysleksi (Al Dahhan et al., 2022). Lesenøyaktighet er en viktig markør i leseflyt, og funnene reiser derfor viktig spørsmål som er verdt å utforske. Studier som har tatt for seg sammenhengen mellom EF og barns leseferdigheter har i stor grad gjort det i kombinasjon med andre forstyrrelser, eller lærevansker (Lonergan et al., 2019). Forholdet mellom EF og leseutvikling hos elever med typisk leseevne har derimot fått lite forskningsoppmerksomhet (Altemeier et al., 2008). Selv om enkelte studier rapporterer om signifikant sammenheng mellom enkelte EF og den tekniske delen av lesingen, for eksempel leseflyt (Johann et al., 2018), er det fortsatt flere spørsmål som står ubesvart.

En samlet vurdering av forskningslitteraturen tyder om behovet for å utvide forskningsperspektivet rundt sammenhengen mellom EF og leseflyt, samt ferdighetene som ligger til grunn. Med dette i betraktning undersøker den foreliggende masteroppgaven med ett årig longitudinell prediksjon bidraget EF har på leseferdigheter hos norske første- og andreklasser elever. Mer spesifikt er det ønskelig å undersøke om EF målt siste året i barnehagen kan forutsi lesenøyaktighet og effektiv ordlesing på førstetrinn, og om EF målt på førstetrinn kan forutsi lesenøyaktighet, effektiv ordlesing og tekstleseflyt på andretrinn, hos norske første og andreklasser elever. Videre undersøkes de statistiske resultatene for å analysere hvilken av de inkluderte leseferdighetene er sterkest assosiert med EF. Datagrunnlaget for undersøkelsen er hentet fra det longitudinelle forskningsprosjektet NumLit (Development of Numeracy and Literacy in Children) ved Instituttet for Spesialpedagogikk ved Universitetet i Oslo.

Formålet med denne studien er å bidra til en forståelse av hvilke prediktive sammenheng EF har til leseflyt og lesenøyaktighet i ung alder. Å undersøke dette er med på å skaffe kunnskap om

underliggende faktorer og påvirkninger på de tidlige fasene av leseutviklingen, noe som kan være hensiktsmessig å ha innsikt i ved tilpasset opplæring.

1.2 Problemstilling

Å redegjøre for relasjonene mellom EF og leseferdigheter som trengs for å støtte barns leseutvikling er avgjørende. Denne studien skal ved hjelp av teori og tilgjengelig data fra NumLit svare på følgende problemstilling:

Predikerer eksekutive funksjoner sterkere for leseflyt enn det gjør for lesenøyaktighet?

1.3 Oppgavens oppbygging

I kapittel 1 blir bakgrunn for tema, formål med oppgaven og valg av problemstilling redegjort. Kapittel 2 belyser relevant teori og empiri ut fra masteroppgavens problemstilling. Den første delen tar for seg eksekutive funksjoner, organisering og kjernekomponenter, etterfulgt av eksekutive funksjoners utvikling og måling. I den andre delen av kapitlet beskrives det teoretiske grunnlaget for lesing. Viktig forskningslitteratur blir belyst, i tillegg beskrives leseutvikling, leseflyt og lesenøyaktighet. Til slutt beskrives forholdet mellom eksekutive funksjoner og leseferdigheter. Kapittel 3 beskriver valg av metode og forskningsdesing, utvalg, datainnsamling og forskningsetiske prinsipper. Heretter beskrives kartleggingsverktøy, studiens variabler og undersøkelsens analyseverktøy. I tillegg følger en kort gjennomgang av reliabilitet og validitet. I kapittel 4 blir resultater og analyser presentert. I det siste kapitlet (5) drøftes undersøkelsens resultater i lys av teori og empiri, deretter i lys av validitetsteori. Oppgaven avsluttes med kort konklusjon og spesialpedagogisk relevans med betraktninger om videre forskning.

2 Teoretisk og empirisk bakgrunn

2.1 Eksekutive funksjoner

Eksekutive funksjoner (EF) er et paraplybegrep for en rekke høyere-ordens kognitive kontrollprosesser som styrer lavere-ordens prosesser (Diamond, 2013). De høyere-ordens prosessene referer til kontroll regulerende ferdigheter som gjør det mulig å utføre målrettet arbeid, problemløsning, selvregulere emosjoner og impulser, samt opprettholde motivasjon (Fleischer & From, 2017). Begrepet er assosiert med aktivering av frontale og parietale områder i hjernen, som administrer dynamikken i våre kognitive handlinger, også kalt *prefrontal cortex* (Tamnes, 2021). Flere forskere har forsøkt å beskrive EF. Zelazo et al (2017) utdyper at EF er de oppmerksomhetsregulerende ferdigheter som gjør det mulig å opprettholde oppmerksomhet, holde mål og informasjon i minnet, filtrere responderende informasjon umiddelbart, motstå forstyrrelser, selvregulere atferd, innse konsekvensene av forskjellige adferd, reflektere over tidligere erfaringer og planlegge for fremtiden. Oppmerksomhet og kontroll mekanismene er relevante når vi trenger å konsentrere oss om noe, og når automatisk tenkning eller å stole på instinktet vårt ikke er tilstrekkelig for å løse et problem eller oppnå et mål (Diamond, 2013).

De omfattende beskrivelsene av hva EF er, gir ikke en konkret definisjon på begrepet, men en rekke adferds konstruksjoner der EF er godt synlig. Denne problematikken er gjenspeilet i manglende felles konsensus i forskningen rundt definisjonen på begrepet (Jurado & Rosselli, 2007). Forvirringen rundt definisjonen er direkte knyttet EFs komplekse natur som gjør det vanskelig å måle uten å involvere tilsvarende komplekse oppgaver som aktiverer andre kognitive ferdigheter, dermed blir det vanskelig å vite hva som blir målt (Lezak, 1982). Fleischer og From (2017) sammenligner EF med begrepet intelligens som er vanskelig å definere eller forklare, men at vi har en klar fornemmelse av hva det er og hva det ikke er. Det er likevel viktig å presisere at EF er ikke det samme som intelligens, men begrepene har en nærliggende relasjon i både beskrivelse og funksjonsområder. EF kan forstås som et dynamisk begrep innen nevropsykologisk vitenskap, der både problemløsningsevne og etablering av rutinehandling er involvert. Selv om EF har en nevrologisk basis, skal den likevel forstås og trenes i en pedagogisk og sosial praksis (Fleischer og From, 2017).

2.1.1 Organisering av eksekutive funksjoner

På linje med kompleksiteten rundt definisjonen av samlebegrepet har tilnærmingen til å forstå EFs struktur og organisering bydd på utfordringer. Sentralt i forskningen var det viktig å vite om EF skal betraktes som en enhet, eller et mangfold av uavhengige isolerte deler. Flere teorier har, og fortsatt forsøker å beskrive hvor mange EF som finnes, og hvilken rolle de har til hverandre. En anerkjent undersøkelse i litteraturen som har bidratt til å kartlegge strukturen i EF er *enhet og diversitet* studien til Miyake et al. (2000). De valgte å studere tre postulerte EF i litteraturen. Disse er: a) *inhibisjon*, som er evnen til å undertrykke distraherende informasjon eller motsto en automatisk eller en dominerende og eller uønsket respons, b) oppdatering av *arbeidsminne*, som er evnen til å holde og manipulere informasjon i minnet mens vi utfører kognitive oppgaver, og c) *skiftning*, som er evnen til kognitiv fleksibilitet og kunne flytte oppmerksomheten mellom forskjellige oppgaver, eller mentale tilstander (Miyake et al., 2000). Hensikten med undersøkelsen var å klargjøre om de tre funksjonene var separate distinkte EF eller om de var et enhetlig kognitivt konstrukt (Miyake et al., 2000). For å finne ut av dette benyttet de en statistisk faktoranalyse ved å bruke unge voksnes manifesterte skårer på flere enkle tester til å lage latente mål på de tre postulerte EF-ene. En faktoranalyse er en statistisk analyse utviklet innen psykologifeltet, som søker å identifisere underliggende faktorer, for å si noe om fellesvariasjonen på tvers av flere andre manifesterte mål (Bollen, 2002). På denne måten kunne man få ``renere`` mål, og undersøke grundigere om de tre EF-ene operer under et enhetlig system der de er avhengige av hverandre, eller om de opererer mest som tre uavhengige funksjoner.

Resultatene fra studien viste dissosierte korrelasjoner mellom faktorene, noe som tyder på at de tre EF-ene kan betraktes som tre distinkte, delvis uavhengige, men beslektede funksjoner (Miyake et al., 2000). Forfatterne understreket at selv om denne type undersøkelsen ikke gir samme bevis som man ville fått av nevropsykologiske studier av hjernelesjoner, kan resultatene fra den statistiske faktoranalysen tolke de tre funksjonene som separerbare komponenter som har sensoriske fellestrekk, og er lokalisert i samme lesjon i hjernen (Friedman og Miyake, 2017). I en senere gjennomgang konkluderte Miyake og Friedman (2017) at inhibisjon ikke kan identifiseres som uavhengig latent variabel, siden inhibisjon aktiveres under aktiviteten av alle de andre EF-ene. Generelt i forskningen i dag anses Inhibisjon som en primær funksjon i EF (Tamnes, 2021).

Andre studier som har undersøkt utviklingen til EF har funnet at EF kan betraktes som en enhet i de tidlige stadiene av utviklingen før de blir mer separate med alderen (Best & Miller, 2010). Litteraturen har imidlertid i stor grad tatt utgangspunkt i Miyake og Friedman- modellen (2000) ved at EF kan konseptualiseres som en enhetlig overordnet funksjon for flere underordnede spesifikke funksjoner, som er delvis uavhengige, men korrelerer funksjonelt med hverandre (Tamnes, 2021). Denne tilnærmingen til EFs struktur ble kalt 3-faktormodellen og har vært en banebrytende inngang til flere lignende studier. Selv om andre studier har foreslått en 2-faktormodell med kun skiftning og oppdatering, har langt flere studier tatt utgangspunkt i 3-faktormodellen. Dette er på tross av at ulike studier ikke har kunnet bevise separerbare faktorer (Klauer et al., 2010; Hull et al., 2008, van der Sluis et al., 2007; i Friedman & Miyake 2017). En begrensning i Miyake og kollegene (2000) sin studie er at den har tatt utgangspunkt i ferdig utviklede eksekutive funksjoner da skårene de brukte stammet fra unge voksne, dermed kunne de ikke si noe om hvordan de utviklet seg. En annen viktig begrensning er at studien ikke har tatt hensyn til spesifikke EF og deres sammenheng til de andre funksjonene (Tamnes, 2021).

I senere tid har forskere via longitudinelle studier undersøkt EF på tvers av forskjellige alder, og med alternative faktormodeller, via for eksempel *Delis Kaplan Executive Function System* (D-KEFS) og *NESPY 2*, som er to anerkjente måleinstrumenter på EF i forskning (Delis et al., 2001; Karr et al., 2018; Korkman et al., 2007). Ved å benytte seg av flere enkle mål økte de variansen knyttet EF ytelse og ikke-ytelse, og kunne de sikre renere mål (Karr et al., 2018). Funnene viste at inhibisjon og skiftning ikke er så uavhengige, og at under D-KEFS deltestene opererer disse ved å oppdatere arbeidsminne til strategisk henting av informasjon fra langtidsmindet (Friedman & Miyake, 2017; Karr et al., 2018). Forskning som har benyttet seg av nevroavbildningsmetoder med funksjonell MRI (fMRI) til å undersøke aktivering i hjerneregioner under utførelsen av en rekke utfordrende kognitive oppgaver har også gitt fremtredende bidrag i forskningen på EF. En studie som har fått særlig innflytelse i feltet er nevroavbildningsarbeidet av Duncan og kollegene (Duncan & Miller, 2002, Duncan & Owen, 2000), hvor de foreslo enhetlig modell der de hevdet at EF er en enhetlig domenegenerell konstruksjon.

Generelt i forskningslitteraturen er det konsensus om at eksekutive funksjoner består av delvis adskilte, men relaterte kognitive prosesser (Spaniol & Danielsson, 2022). Diskusjonen i

forskningsfeltet om samlebegrepet eksisterer frem til dag, og det er imidlertid ingen konsensus mellom forskerne om hvilke underfunksjoner som bør inkluderes under paraplybegrepet EF (Starcke et al., 2016).

2.1.2 Eksekutive funksjoners kjernekomponenter

Arbeidsminne

Et enkelt søk på google Scholar ga over 5 millioner treff på begrepet *working memory*. Forskere har i over 60 år viet det kognitive systemet stor plass i forskningsfeltet. Begrepet ble videreutviklet av Baddeley og Hitch (1974) fra korttidshukommelse med begrenset mengde- og tidskapasitet (Atkinson & Shiffrin, 1968) til et system som involverer bearbeiding og manipulering av midlertidig lagret informasjon i minnet samtidig som man utførte pågående komplekse oppgaver, slik som resonnering, forståelse og læring (Baddeley og Hitch, 1974). Baddeley og Hitch (1974) undersøkte i sin daværende studie, korttidshukommelsens kapasitet i forhold til typiske individers utførelse av komplekse kognitive oppgaver. De fant ut at utførelsen av de komplekse oppgavene forutsetter forskjellige prosesser av underordnede systemer og et overordnet system. Basert på funnene fra studien delte de heretter systemet inn i to kapasitetsbegrensede komponenter, og et styre komponent, som ble kalt multikomponentmodellen (Baddeley & Hitch, 1974). Disse er den fonologiske løkken, og den visuo-spatiale skisseblokken som er tidsbegrensede og underordnet et styresystem kalt den sentrale eksekutive modulen (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000). Det visuo-spatiale representerer lagring og bearbeiding for visuelt materiale, mens den fonologiske løkken representerer lagring og bearbeiding av verbalt- materiale. Begge komponentene er kritisk nødvendig under språkutvikling og senere skoleprestasjoner. Den tredje komponenten er den sentrale eksekutive modulen og var ansett som et overordnet oppmerksomhetskontrollsystem (Baddeley, 2009; 2012; Tamnes, 2021). Forfatterne bak modellen har i senere tid lagt til enda en komponent, den episodiske bufferen, som hadde til oppgave å integrere representasjoner mellom systemene, inkludert fra langtidsminne (Baddeley, 2000).

Arbeidsminne er et eget forskningsfelt med økende debatt om hvorvidt det kan anses som et selvstendig kognitivsystem eller som en av kjernekomponentene i EF. Nyere forskning har imidlertid rapportert om arbeidsminneaktivitet i begge hjernehalvdelen, og at

arbeidsminnesystemet er involvert i front-parietalt nettverket i hjernen (Tamnes, 2021). Dette nettverket har ikke bare en styrende og koordinerende rolle i arbeidsminne, men anses også i å være mer som et generelt system for toppstyring (D'Esposito & Postle, 2015). Imidlertid samsvarer dette med empiriske modeller som inkluderer oppdateringsfunksjon av informasjon til arbeidsminne (Friedman & Miyake, 2017), og som er en av kjernekomponentene i EF. Oppdateringsfunksjonen overvåker og koder innkommende relevant informasjon, gjenoppretter informasjonen i arbeidsminne ved å erstatte irrelevant responser med nyere mer relevant informasjon for den aktuelle oppgaven (Miyake et al., 2000). Krav for å dynamisk manipulere og holde relevant informasjon i arbeidsminne forutsetter derfor denne oppdateringsfunksjonen (Tamnes, 2021).

Til tross for at den multikomponentmodellen har vært et innflytelsesrikt rammeverk i forskningslitteraturen de siste 40 årene, har den likevel blitt kritisert av andre forskere for å være basert på teoretiske og klassiske tolkninger (D'Esposito & Postle, 2015; Tamnes, 2021). Nyere forskning har foreslått tilstandsbaserte modeller, fordi oppmerksomhet på interne sensoriske, motoriske og langtidsminnerepresentasjoner ender opp i forskjellige tilstander av informasjonsprosessering (Larocque et al., 2014). Andre nyere studier har stilt spørsmål rundt den tradisjonelle antakelsen om at arbeidsminne er et eksplisitt minnesystem som bearbeider og manipulerer kun bevisst oppfattet og pågående informasjon (Persuh et al., 2018). Ifølge Persuh og kollegene (2018) er arbeidsminne det som overlapper mellom vår oppmerksomhet og indre bevissthet.

I en eksperimentell studie indikerte D'Esposito og Postle (2015) at arbeidsminne er et produkt av nervesystemets bearbeiding av informasjon og evnen til fleksibel oppmerksomhet, som støtter den tilstandsbaserte modellen, hvor tidligere antatt spesialiserte buffere som integrer informasjon fra systemene ikke gir mening. De nye funnene tyder på at arbeidsminne ikke er et uavhengig kognitivt system som man tidligere antok (Postle, 2006; Tamnes, 2021). Tamnes (2021) understreker at den nye konseptualiseringen av arbeidsminne som en allokering av oppmerksomhet til indre representasjoner passer bedre med nye studier av arbeidsminne-utvikling og studier av fMRI korrelater til arbeidsminne.

Inhibisjon

Inhibisjon eller hemming er oppmerksomhet- og kontrollprosesser, som er ens evne til å bevisst hemme og overstyre upassende responser, regulere oppgavetilpasset atferd, filtrere ut irrelevant informasjon og kontrollere oppmerksomhet for å fokusere på mer relevant og hensiktsmessig informasjon (Diamond, 2013; Miyake & Friedman, 2012). Flere forskere anser inhibisjon som den primære EF-en som går foran å støtte utviklingen av andre EF komponenter, inkludert komplekse elementer som planlegging og måldannelse (Blair et al., 2005; Carlson & Moses, 2001).

For å måle inhibisjon hos barn brukes vanligvis *NESPY-2-inhibition subtest*, en serie svarte og hvite former og piler, hvor barnets oppgave er å navngi enten formen eller retningen på pilen, avhengig av fargen på pilen eller formen. Testen forutsetter at barnet hele tiden undertrykke den automatiske distraherende responsen for å rette oppmerksomheten mot en annen relevant oppgave, avhengig av det testlederen ber barnet om å navngi. Ifølge Diamond (2016) inkluderer inhiberende kontroll undertrykking av motoriske og verbale impulsive handlinger til fordel for en annen mye viktigere, og klokere handling. Dette gjenspeiles i NESPY- 2 testen som krever verbal og visuell styrtoppmerksomhet, som er underbygd av selvkontroll og hemming av impulser. En annen aspekt ved hemmendekontroll ifølge Diamond (2016) er disiplin, som er ens evne til å fullføre arbeidet, motstå fristelser og opprettholde fokuset over lang tid. Et klassisk eksempel fra det dagliglivet er når vi kontrollerer fristelsen fra å spise sjokolade, i fordel for sunn mat som vi vet er bra for oss på sikt. Kanskje er det vår innebygde evne til å opprettholde fokuset for å gjennomføre langsiktige mål. En longitudinell studie som strakk seg gjennom 32 år rapporterte at hemmende kontroll hos 3 til 11-årige barn kunne forutsi senere akademisk suksess, økonomisk velstand, fysisk helse og utfall av risikable handlinger slik som rusavhengighet og kriminelle overgrep i voksen alder (Moffitt et al., 2011).

Mens *oppdateringsfunksjonen* er avgjørende for å opprettholde informasjonsrepresentasjoner til arbeidsminne, slik som å opprettholde en sammenhengende tekstrepresentasjon, er hemmendekontrollfunksjon en nøkkelfaktor for å overstyre og undertrykke forstyrrende responser (Cirino et al., 2019). I en nyere studie av Miyake og Friedman (2012), fant de at

inhibisjonskomponenten korrelerer sterkt med de andre EF-ene og etterlater ingen spesifikk varians. Funnene styrker antakelsen som peker på inhibisjon som en nøkkelfaktor i alle EF, og spiller en viktig rolle i ens utførelse av de kognitive prosessene.

Veksling (Kognitiv fleksibilitet)

I det dagliglivet kan vi veksle mellom flere oppgaver, som når vi går fra å lage mat til å sjekke hvem som nettopp ringte i ringeklokken på døren, eller når vi prøver å løse en oppgave og bytter strategi for å komme til den beste løsningen. Veksling, også referert til som kognitiv fleksibilitet er en av de postulerte kjernekomponentene i EF og er definert av Monsell (1996) som evnen til å skifte fokuset mellom to eller flere oppgaver til tross for en motsatt intensjon, for å velge den mest fornuftige løsningen (Monsell, 2003). Veksling utvikler seg senere enn *hemmendekontroll* og *oppdateringsfunksjonen* til arbeidsminne, og er avhengig av at de to førnevnte funksjonene er utviklet, derfor ligger veksling utenfor førskolebarns evne (Diamond, 2016). Funksjonen aktiveres under komplekse oppgaver som resonnering, problemløsning og planlegging (Diamond, 2016). Kognitive fleksibiliteten inkluderer hemming av tidligere aktive handlinger i arbeidsminne i tjeneste for en ny handling som fortsatt krever videre aktivering av arbeidsminne. En standard måte klinkere har brukt for å teste kognitiv fleksibilitet er ved å bruke Stroop-effekten, der personer blir bedt om å nevne fargenavn som er trykt i en motstridende farge (f.eks: RØD, trykt i blått) (Monsell, 2003). På denne måten får man undersøkt ytelse eller hjerneaktivitet i forhold til behovet for å rekonfigurere oppgaven.

2.1.4 Komplekse eksekutive funksjoner

Komplekse EF er høyere-ordens prosesser som er underbygget de postulerte kjernekomponentene (Diamond, 2016). Prosesser som regnes som komplekse EF er planleggingsevne, resonnering og problemløsning. Det kan tenkes at selvregulering av impulser og tanker, bearbeiding av informasjon og kognitiv fleksibilitet er nødvendige i utførelsen av komplekse aktiviteter som involverer planlegging og problemløsning. Planleggingsevne innebærer evnen til å planlegge og gjennomføre målrettede aktiviteter, og er en indikator på EF-ytelse fordi den som nevnt, involverer flere av de kognitive prosessene som karakteriserer EF kjernekomponenter (Diamond, 2016; Miyake et al., 2000). Vanlig måte å måle planleggingsevne på er gjennom Tower of London deltesten, som innebærer planlegging og konstruering for å få oppgavene gjennomført.

2.1.3 Eksekutive funksjoners utvikling

De langvarige funksjonelle og strukturelle utviklingsendringene i EF skjer i takt med utviklingen av de fremre hjerneområder og resten av hjernen (Best & Miller, 2010). Påbegynnende former for EF viser seg allerede i den andre halvdel av barns første leveår (Fiske & Holmboe, 2019). Hos barn i alderen 2-4 år kan EF vise seg blant annet i evnen til å vente på sin tur, og forholde seg til andres glede eller ubehag ved å lese andres ansiktsuttrykk (Fleischer og From, 2017). Hos de som er enda mindre (6-12 måneder) kan det være evnen til å skjelne mellom døde og levende gjenstander. Gjennom barnehageårene forbedres EF gradvis, og rundt 4 års alderen skjer hos de fleste barna et markant utviklingssprang i styringsprosessene av EF, hemming og oppmerksomhet, over lengre tid (Carlson et al., 2004; Friedman & Miyake 2004). Denne raske utviklingen forbedrer på sin side en rekke kognitive ferdigheter, slik som språk, resonnering og problemløsning. Samtidig ser man en betraktelig økning i arbeidsminne i alderen 5 til 8 år (Tamnes, 2021). Det er i denne perioden man ser en påbegynnende modning i at barn kan holde flere tanker i minne samtidig som de utfører komplekse oppgaver, samt produsere ideer og løsninger. En gradvis forbedring i EF, samt faktum at hukommelsesrekkevidde og arbeidsminne øker, utvikles kognitiv fleksibilitet og begrepsdannelse (Tamnes, 2021). I sammenheng med økende alder viser skårene fra EF tester mer differensierte funksjoner (Wiebe et al., 2011).

Generelt sett er utvikling av EF, i høy grad genetisk bestemt, med moderate arvbarhetsestimater for spesifikke underordnede EF (T. Lee et al., 2012), og svært høyt arvbarhetsestimater i de overordnede EF-er hos barn, ungdom og unge voksne (Friedman et al., 2008; 2016). Forskning som studerer utvikling av EF rapporterer om udifferensierte EF i barneskole alder, med testskårer som viser kun en underliggende faktor, med et merkbart utviklingssprang mellom 3 og 6 års alderen (Carlson et al., 2004; Wiebe et al., 2011; K. Lee, 2013; Souissi et al., 2022). Funn på differensierte EF fra testskårer er derimot vist hos ungdommer (15 år) og unge voksne (K. Lee, 2013; Tamnes, 2021). Generelt i forskningen viser funn at barns ferdigheter i tidlig skolealder i stor grad er involvert av en 2-faktormodell med komponentene arbeidsminne og en felleskomponent for inhibering og kognitiv fleksibilitet (van der Ven et al., 2013), mens mer spesialiserte EF-ferdigheter forbedrer seg gradvis i ungdomsårene og ung voksen alder (K. Lee, 2013; Tamnes, 2021). Skårer fra ihiberingsoppgaver ser ut til å utvikle seg raskt frem til 11-års

alderen, mens skårer på skiftning viser at kognitiv fleksibilitet fortsetter å utvikle seg utover ungdomsårene (Huizinga et al., 2006; Tamnes, 2021). Arbeidsminne derimot fortsetter å utvikle seg helt frem til tidlig voksen alder. Heretter støtter dette utviklingsmønstrer ideen om delvis distinkte funksjoner (Miyake et al., 2000).

Det genetiske grunnlaget får imidlertid ytre påvirkninger fra miljøet barnet vokser i, for eksempel om barnet blir utsatt for omsorgssvikt, hjerneskader, lite stimuli, og lignende (Diamond, 2016). Det er uklart i hvor stor grad miljøet kan påvirke utviklingen, men det regnes med at 40-90 % av EF utviklingen er knyttet arv og gener (Friedman et al., 2008; Fleischer & From, 2017). Det store spennet i variasjonen skyldes individuelle forskjeller. Imidlertid viser funn fra en longitudinell studie at individuelle forskjeller i EF virker å være mer stabile blant individer i alderen mellom 13 og 23 år (Friedman et al., 2016). Ungdomsalderen innebærer en rekke biologiske og sosiale endringer, og konsekvensene dette medfører for hjerneutviklingen virker også inn på EF-utvikling. Det er i denne perioden tidligere skjulte mentale funksjonsnedsettelse og andre psykiske lidelser blir mer synlige. I takt med disse langvarige endringene sammenfaller også utviklingen av EF (Tamnes, 2021).

2.1.3 Hvordan måles eksekutive funksjoner

Et hovedproblem i psykologisk forskning er utfordringen knyttet måling av abstrakte begreper som ikke lar seg måle direkte uten å involvere andre kognitive prosesser og adferd (Lund, 2002). For å undersøke det abstrakte i psykologien, måler vi de observerbare ferdighetene og indikatorene *det* abstrakte uttrykkes i (Lund, 2002). Det forutsetter valide forbindelser mellom de teoretiske begrepene og de observerbare prosessene som måles. I tillegg må vi ha reliable målingsinstrumenter som måler det vi faktisk undersøker. Uten denne prosessen vil estimeringen og tolkningen av måleresultater være meningsløs.

EF er bredt diskutert i litteraturen, men med manglende konseptuell klarhet og konsensus mellom forskerne om hva EF er og gjør (Baggetta & Alexander, 2016; Souissi et al., 2022).

Kompleksiteten og sammensettingen av funksjonene gjør definisjonen og forskningen på EF både forvirrende og til tider motstridende (Baggetta & Alexander, 2016). De mange forskjellige ideene om hva EF er gjør begrepet svært utfordrende å måle. Mye av uenigheten i forskningslitteraturen

er drevet av utfordringene knyttet målingen av EF som en integrert konstruksjon (Lezak, 1982). Dette skyldes at EF observeres gjennom involvering av andre individuelle kognitive prosesser. Eksempel på dette er deltester som er ment å måle EF, men involverer verbale og visuelle ferdigheter. Denne utfordringen med å måle og å tolke måleresultater av EF kalles forurensingsproblemet (*task impurity problem*).

Test forurensingsproblemet betyr at ettersom komplekse oppgaver som er ment å måle komplekse EF er avhengig av andre forskjellige kognitive prosesser, blir det vanskelig å tolke hvilke funksjoner den aktuelle testen måler (Lund, 2002). I metodologisk sammenheng har forskere forsøkt å dempe test forurensningsproblemet ved å bruke en lang rekke enkle tester med hensikt i å måle den samme eksekutive funksjonen. Med hjelp av statistiske metoder kan forskeren bruke latente variabler for å få tak i fellesvariansen som uttrykker EF i en rekke ulike oppgaver (Miyake et al., 2000). En latent variabel er en underliggende fellesfaktor som blir brukt for å skille mellom de spesifikke EF og skårene fra testene som inkluderer andre kognitive prosesser (Tamens, 2021). Tester med enkle oppgaver som ikke involverer høy grad av komplekse kognitive ferdigheter utover EF er også en måte forskere benytter for å dempe forurensningsproblemet. En annen viktig ting forskere også må gjøre er å ha et grundig teoretisk grunnlag i operasjonaliseringen av det uobserverbare begrepet (Lund, 2002). Det forutsetter en konsistent og eksplisitt definisjon og beskrivelse på forskjellen mellom EF som konstrukt og prosessene og ferdighetene som utgjør disse EF-ene, samt være åpen om påvirkningen av andre kognitive prosesser.

I de siste årene har det vært en stor etterspørsel om pålitelige mål for EF, noe som har ført til utvikling- og økt bruk av prestasjonsbaserte tester og vurderingsskjemaer (Souissi et al., 2022). Prestasjonsbaserte tester, også refereres til som psykometrisktest er tester som er utviklet på bakgrunn av teori og psykometriske teknikker for å måle psykologiske fenomener. Utfallet er vanligvis antall feil og mangler, samt tidsbruk. Et problem er at mange av disse testene krever kunnskaper og ferdigheter utover det som er ment å måle. For eksempel testen *inhibition-test* fra testbatteriet NEPSY II krever at barnet har kunnskaper om fargenavn og orienteringssans (Korkman, Kirk & Kemp, 2007). Andre oppgaver krever prosesseringshastighet og sensoriske ferdigheter, og kan være preget av deltakerens motoriske evne og rask respons. Dette kan være

ulempe dersom deltakeren er vant til å bruke god tid i samsvarende prosesser. En begrensning i mange av disse testene er at siden de krever komplekse ferdigheter, slik som språkforståelse og tallkunnskap kan testene ikke brukes uten at disse ferdigheter har utviklet seg. Resultatene på prestasjonstester sier heller ikke oss noe om eksekutiv atferd, om hvilken tid på dagen testen har blitt utført, om deltakeren har vært opplagt eller nervøs under testingen. Et annet problem er at prestasjonstestene tar ikke hensyn til motivasjonens betydning i EF, da de fleste ikke inneholder aspekter av belønning, en aspekt som er viktig faktor i EF (Diamond, 2020). Selv om mange forskere bruker spørreskjema som et supplement til prestasjonstestene, tyder flere studier på lave korrelasjoner mellom prestasjonstestene som er ment å måle EF og spørreskjemaer som måler eksekutiv atferd (Tamens, 2021). Åpenhet rundt praksisen og ulempene i utførelsen av testingen er svært viktig for tolkningen av resultatene og styrking av forskingenes integritet.

Videre er det et problem i måling av EF knyttet til alder og utviklingsløp i EF-ene. Denne situasjonen byr på utfordringer knyttet sammenlikninger på målingsresultater mellom aldersgruppene, noe som kan føre til motstridene funn blant forskningsstudier. Det handler om hvorvidt vi måler det samme fenomenet hos ulike aldersgruppene (Best & Miller, 2010). Det er derfor viktig å spesifisere aldersgruppe testene er ment å måle, samt ha et teoretisk og empirisk grunnlag for de valgene som blir tatt i undersøkelsen.

2.2 Lesing

Lesing er en språkbasert informasjonsprosessering som innebærer transformering av skrift til tale (Coltheart, 2005; i Snowling & Hulme, 2005). Det er en svært kompleks aktivitet som involverer samtidig koordinering på tvers av komponenter innen språklige, tankemessige, visuelle og fonologiske prosesser (Fuchs et al., 2001). For å oppnå samtidig koordinering av disse prosessene kreves det øyeblikkelig utførelse av komponentferdigheter (Fuchs et al., 2001). En slik øyeblikkelig utførelse og koordinering på tvers av oppgaver forutsetter på sin side komplekse kognitive ferdigheter, slik som oppmerksomhet og prosesseringsferdigheter, hukommelsesferdigheter, høyere nivå prosesser og generelle verbale og nonverbale evner

(Bråten, 2007; Fuchs et al., 2001). Forutsetningene for lesing vil bli redegjort for senere i dette kapitlet.

En bred litteratur og voksende innsats i forskningen har forsøkt å beskrive leseprosessen. En fremtredende modell i litteraturen er *the simple view of reading* (Gough & Tunmer, 1986). Modellen definerer lesing som et produkt av avkoding og språkforståelse (*lesing = avkoding x forståelse*). Avkodingsferdigheter er den tekniske delen av leseprosessen som transformerer skrift til talespråk. Ifølge modellen avhenger forståelsen av vellykket avkoding og identifisering av ord. Imidlertid, avkoding alene er ikke tilstrekkelig for å oppnå en fullstendig leseytelse. Man må også forstå ordene som avkodes. Med språkforståelse menes prosessen der hver leksikalsk informasjon, setninger og diskurser tolkes og forstås (Gough & Tunmer, 1986). Språkforståelse alene er derimot ikke tilstrekkelig for å lære å lese. Forskerne bak lesemodellen ser på språkforståelse og avkoding i sammenheng, hvor fravær av en av komponentene i formelen betyr at lesing ikke kan optimaliseres.

Leseforståelse kan defineres ved evnen til å trekke slutninger og konstruere sammenhengende mental modell av teksten (Knitsch & van Dijk, 1978; i Perfetti, 2007). En av de viktigste forutsetningene for å oppnå god leseforståelse er at avkodingen eller identifiseringen av ordene i en tekst utføres med nøyaktighet og automatikk, uten anstrengelse eller mye bevissthet om (Perfetti, 2007). Når lesingen skjer uanstrengt frigjøres det kognitive prosesseringsressurser på høyere nivå for forståelse av det som blir lest (Perfetti, 2007). Forståelse på si side, støtter en flytende og automatisk lesing ved at når barnet lærer betydningen av ordet som avkodes lagres informasjonen om ordet i minne og betydningen av det kan hentes automatisk neste gang barnet møter ordet igjen, en prosess som kalles for *sight word reading* (Ehri, 2005). Å lese ved synet betyr at ordet leses som helhet uten avkoding av enkle fonemer for deretter blende de til ord.

Denne masteroppgaven er avgrenset til lesenøyaktighet og leseflyt, derfor vil fokuset være på den tekniske delen av leseprosessen. For at barn skal tilegne seg leseferdigheter må forutsetningene og kunnskapene som kreves i tidlig leseutvikling være oppfylt. Barn benytter ulike strategier når

de forsøker å lese ord. For å belyse denne studiens problemstilling anses det som hensiktsmessig å beskrive forutsetninger og ferdigheter for vellykket ordlesing videre i dette kapitlet.

2.2.1 Forutsetninger for vellykket ordlesing

Barn bruker forskjellige strategier når de skal lese ord, slik som gjetting av kontekst, analoglesing synsordlesing og fonologisk avkodning (Cain, 2010; Ehri, 1995). Ordavkodning er en kompleks grunnleggende ferdighet i leseutviklingen og kan beskrives ved to generelle veier inn i det mentale leksikonet, og hvor begge er gjensidig avhengig av hverandre (Klinkenberg, 2015; Share 2008). Disse er *fonologisk avkodingen* av ukjente ord, og som er typisk i de første stadiene av leseutviklingen, og *visuo - ortografisk avkodning* av kjente ord, altså ord lest direkte fra hukommelsen, og som avhenger av at barnet har sett ordet flere ganger og lagret dets visuelle form og betydning i minnet (Ehri, 2013; Share 2008).

Fonologisk avkodning innebærer å omkode individuelle bokstaver eller bokstavkombinasjoner i et ukjente ord til deres representative lyder, og trekke lydene sammen for å uttale ordet (Share, 1999; i Cain, 2010). Denne type avkodingen kan defineres som evnen til å lagre og hente språklige enheter, ved å analysere og syntetisere disse, og etablere forbindelser mellom dem og enhetene de representerer (Vellutino et al., 2003). Den fonologiske avkodingen bygger på fonologiske ferdigheter inkludert fonologisk bevissthet, benevningshastighet, verbalt korttidsminne og ordforråd, og består av flere komponenter som utvikles og operer i interaksjon med hverandre (Cain, 2010; Melby-Lervåg, Lyster, Hulme, 2012) Heretter beskrives disse kort videre.

Fonologisk bevissthet, og da særlig fonembevissthet angår barns utvikling av eksplisitt bevissthet og konseptuell forståelse av talespråkets segmentale natur og evnen til å innse at talte ord er sammensatt av de minste lydene (fonemer) i disse segmentene (Wagner & Torgesen, 1987). Utvikling av fonologisk bevissthet i tidlig alder har vist seg å være avgjørende i utvikling av leseferdigheter ved at den støtter bokstav-lyd forbindelser, og regnes som en viktig prediktor til avkodningsferdigheter, særlig i alfabetiske skrivesystemer (Furnes & Samuelsson, 2010). Barn som har denne bevisstheten klarer i begynnerfasen av leseutviklingen å gå fra å identifisere store enheter i språket, slik som rimord, stavelser og fraser til å identifisere lyder i ord og segmentere

ord i lyder (f.eks. dele ordet *bok* i enkeltlydene *b o k*), og manipulere lydenhetene i ordet (f.eks. hva blir igjen av ordet *bok* hvis første lyden i ordet forsvinner) (Swan & Goswami, 1997). Fonembevissthet er en forutsetning i identifisering og manipulering av fonemer i taleord i den forstand at fonemet er den lydenheten som er nøkkelen til å danne bokstavkunnskap og å forstå det alfabetiske prinsippet.

Benevningshastighet RAN (*Rapid automatized naming*) og verbalt korttidsminne er de fonologiske ferdighetene som aktiveres implisitt, som vil si at de får tilgang til fonologiske koder uten eksplisitt refleksjon over, eller bevissthet om lydstrukturen til tale (Melby-Lervåg et al., 2012). Disse er avgjørende forutsetninger i leseutviklingen. RAN handler om hvor lang tid det tar å navngi stimuli, vanligvis tall, bokstaver eller figurer (Furnes & Samuelsson, 2010). Denne evnen er relatert til tidlig leseutvikling hos barn fra 5 til 8 år, i forbindelse med at når et barn skal avkode et ord trenger han eller hun å omkode visuelt presenterte symboler til tale, slik som i RAN oppgaver (Cain, 2010; Wagner & Torgesen, 1987). RAN ferdigheter er sterkt knyttet til barns tilegnelse av muntlig leseflyt og er en prediktor i å forutsi senere leseflyt (Altani et al., 2020).

Verbalt korttidsminne involverer evnen til å repetere verbal stimuli, slik som nonord eller tilbakekalling av liste med tall, bokstaver eller ord (recall). Repetering av nonord har lenge vært assosiert med evnen til å lære nye ord og utvikling av ordforråd (Cain, 2010; Gathercole et al., 1997). Imidlertid, en 3 årig longitudinell studie som vurderte den kausale sammenhengen mellom nonord repetisjonsevne og ordforråd hos et utvalg på 219 barn fant ingen bevis for påvirkninger av nonord repetisjonsevne på senere ordforråds kunnskaper (Melby-Lervåg, Lervåg & Hulme, 2012).

Ordforråd, som er en av de grunnleggende byggsteinene i språkutviklingen, har stor betydning for utvikling av leseferdigheter ettersom avkodning av ord som allerede er en del av barnets muntlige vokabular er lettere enn ord som ikke er kjent for talen (Cain, 2010; Gathercole & Baddely, 1989). Evnen til å lære betydning av nye ord er sterkt knyttet til den fonologiske loopen illustrert i Baddeleys (1996) arbeidsminnemodell, og som fungerer som en språklæringsenhet for lagring av ukjente lyd mønstre mens permanente minneregistreringer blir konstruert.

For at barna skal tilegne seg leseevne må de i tillegg få eksplisitt instruksjon og systematisk trening i de grunnleggende komponentene i ordleseferdigheter; bokstavkunnskap, det alfabetiske prinsippet, morfologisk kunnskap og bevissthet om skriftsystemet (Cain, 2010).

Bokstavkunnskap handler om at barn kjenner de visuelle formene av bokstavene, hvilken lyd hver enkelt bokstav representerer og at en kombinasjon av noen av de bokstavene kan representere en annen lyd (f.eks. skj, hj, hv) (Cain, 2010). I tillegg må de tilegne seg det alfabetiske prinsippet, som handler om å tilegne seg forståelse om at bokstaver representerer lyder, at språket vårt har et eget alfabetisk system og at ord er bygd av symboler fra dette systemet (Cain, 2010). En annen viktig komponent som den fonologiske avkodingsprosessen består av er morfologisk kunnskap som handler om at ord er bygd av mindre enheter (ord, bøyninger og avledninger). Denne kunnskapen er viktig fordi grafemer som representerer en lyd i sin grunnform, kan representere en annen lyd i avledet form (eks. Grafemene *l i g* avledningen *lig*). Barnet må også introduseres for skrift (*print awareness*), forstå at skriften består av ord som representerer det språket vi snakker, at vi starter fra venstre, at det er et rom mellom ordene i setninger, at ordene består av bokstaver og at disse har navn og representerer lyder (Cain, 2010).

Visuo- ortografisk vei referer til en avansert avkoding med direkte og umiddelbar identifisering av et stavemønster eller bokstavsekvenser som er representert i ord (Castles & Nation, 2008; Ehri, 2005). Denne ferdigheten krever at barnet har lest ordet flere ganger før og dannet forbindelser mellom ordets stavemåter, uttale og betydningen. En slik prosess kalles for ortografisk avbildning (Orthographic mapping), det vil si at stavemåten blir avbildet i minnet til meningsfull tale, som gjør at det danner seg en mental ortografisk representasjon av det i langtidshukommelsen (Ehri, 2005, 2013). Staving innebærer å segmentere det minste uavhengige artikulerbare elementet av tale i riktig rekkefølge (Wagner & Torgese, 1987). Vellykket fonologisk avkoding, det vil si nøyaktig og automatisert, er avgjørende for å danne spesifiserte ortografiske representasjoner av ordet i minnet (Share, 2008). Når barnet har lest ordet flere ganger hentes representasjonen av det fra minnet og identifiseringen av det skjer automatisk og ubevisst uten å bruke lyderingsstrategier (grafem-fonem-korrespondanse). På den måten tilegner barnet seg sight word, det vil si ord lest fra synet som en helhet, fordi ordets skriftbilde er direkte assosiert med uttalen og betydningen som er lagret i langtidshukommelsen (Ehri, 2005; 2013). Jo

flere synsord barnet tilegner seg jo mer uanstrengt, automatisk og flytende blir lesingen. Når barnet leser ordene i en tekst direkte fra hukommelsen, blir oppmerksomheten og fokuset rettet på forståelse og målet med lesingen blir oppnådd (Perfetti, 2007). Fonologisk avkoding kan fra nå av bli anvendt som støtte i lesingen ved møte av ukjente ord.

2.2.1 Ordleseutvikling i henhold til Ehris faseteori

Forskning har i flere tiår forsøkt å studere barns leseutvikling og hvordan den arter seg. En av de mest omtalte leseutviklingsmodeller i litteraturen er Ehris (1995; 2005) sin ordlesings-utviklingsmodell som er delt i 4 systematiske faser.

Den første fasen er *føralfabetisk fase* og referer til barn som har ingen eller liten kunnskap om det alfabetiske systemet. De klarer kanskje å gjenkjenne logoer, eller sitt eget navn visuelt, og uttale det ved hjelp av logografisk lesing, men trekke bokstav-lyd forbindelser for å uttale individuelle bokstaver til ord ligger utenfor deres evne. Logografisk lesing er avhengig av visuelle holdepunkter, kontekstuelle holdepunkter, og bakgrunnskunnskap. Denne fasen ser vi typisk hos barn i førskolealderen. I den andre fasen, *delvis alfabetisk fase*, har barn lært navn på noen av bokstavene i alfabetet og relatere enkelte bokstavformer til dets representative lyder. Ved å aktivere hukommelsen kan de lese kjente ord ved å bruke delvis fonologiske holdepunkter. Den Første og siste bokstaven er oftest mest fremtredende bokstavene i ordet. Derfor kan noen barn lese ordet SØL som SOL, fordi ordets form kan være kjent for dem, og fordi de ikke har lært hele alfabetet enda. Denne fasen er typisk hos skolestartere. Den tredje fasen er *fullalfabetisk fase*, og forteller om barn som har tilegnet seg full kunnskap om hele alfabetsystemet. De mestrer å avkode ord, ved å koble grafem til fonem og trekke de individuelle grafemene til meningsfulle ord. Grafem-fonem korrespondanse er grunnleggende for å lese et ord. Det er også i denne fasen barns vokabular blir rikere. De tilegner seg flere bokstavsekvenser (ordmønster) som de plasserer i minnet til så kalte *sight words*; kjente og familiære ord som ikke trenger avkodingsstrategi for å uttales. Når barn ser et kjent ord behøver de derfor ikke å lydere de individuelle bokstavene i ordet, men henter ordet direkte fra minnet og utaler det umiddelbart. Den siste fasen, *konsolidert alfabetisk fase* starter allerede under den tredjefasen. Barn går fra fonem-grafem korrespondanse, til å uttale bokstavmønstre som en helhet effektivt og uanstrengt. Vokabular memoaret vokser, og

tilegnelse av stavemønstre øker, noe som støtter den automatiserte lesingen. Barn i denne fasen er vanligvis i alderen mellom 7 og 9 år.

2.2.2 Leseflyt

Leseflyt er vanligvis definert som å lese hurtig, nøyaktig og automatisert (LaBerge & Samuels, 1974). De siste årene har vitnet en økende oppmerksomhet på den kritiske betydningen leseflyt har på barns leseutvikling (Hudson, et al. 2008). En felles konsensus om definisjonen og de underliggende komponentene er fortsatt tvetydig, likevel betrakter National Reading Panel (2000) leseflyt som et kompetansemål på dyktig lesing og som et av de primære pedagogiske målene i leseopplæringen på grunnskolen. Imidlertid, leseflyt er ikke bare et mål på dyktig lesing, det er en kompleks multikomponent konstruksjon som involverer en interaktiv koordinering av flere høytstående kognitive prosesser. LaBerge og Samuels (1974) beskriver i sin anerkjente modell at leseflyt avhenger av at transformeringen av skriftmønstre til tale skal være nøyaktig og prosessen skal utføres automatisk. Modellen vektlegger automatikk som en sentral prosess i leseflyt, og at bare når de tekniske lesekomponentene utføres automatisk, at frigjøring av kognitive ressurser for høyere nivå prosesser, slik som konstruering av forståelse kan være mulig. Med andre ord, forutsetter koordinering av kognitive prosesser under leseflyt at ferdigheter som ligger til grunn for ordavkodning er konsolidert, og at ordgjenkjenningen er automatisert (Fuchs et al., 2001).

Med automatikk menes ferdigheter som utføres enkelt, uanstrengt og lite bevissthet om, fordi ferdigheten er godt øvd og dypt inngrodd i hukommelsen (Logan, 1997). Når barnet har lest ordet flere ganger, identifiseres ordet deretter ved synet uten å lydere enkelt grafemer, men uttalen hentes fra langtidsminne umiddelbart og lesingen skjer hurtig og automatisk (Ehri, 2013). Komponenten nøyaktighet referer til at ordgjenkjenning skjer nøyaktig og korrekt, uten feil, hopping over, eller med manglende uttalelse av stavemønstre og syllabiske enheter i teksten (Ehri, 2013). Ordgjenkjenning referer til evnen å lese kjente strenger av individuelle ord (Altani et al., 2020). Både nøyaktighet og automatikk i ordgjenkjenning krever forutsetninger innen fonologisk avkodning (Catts et al., 2002). Andre forskere går i dybden på leseflyts komplekse natur og hever komponenten prosesseringshastighet som et grunnlag for å oppnå automatikk i lesingen (Fuchs et al., 2001). Prosesseringshastighet, som er evnen til å prosessere visuelt trykte enheter raskt, måles som oftest i RAN oppgaver, hvor evnen til rask automatisk benevnning blir

vurdert (Catts et al., 2002). Denne evnen er som nevnt funnet å være avgjørende i utvikling av flytoppgaver (Logan et al., 2009).

En annen voksende definisjon i litteraturen er at leseflyt i tillegg til å bestå av komponentene *automatikk* og *nøyaktighet*, også består av *prosodi* (Kuhn et al., 2010). Kuhn og kollegene understreker at prosodi i lesingen kan være en indikator på at leseren mestrer både den tekniske leseprosessen, slik som ferdigheter involvert i ordgjenkjenning, og forståelse av sammenhengende tekst. De understreker at når leseren leser med prosodi, altså innlevelse, intonasjon og uttrykk, reflekterer det at det som blir lest også blir forstått, og at prosessen kan betraktes som flytende (Kuhn & Schwanenflugel, 2018). Denne ideen stammer antakelig fra tidligere teorier som hevder at leseflyt finner sted når ordgjenkjenning er blitt automatisert, og kognitive ressurser frigjøres i fordel for forståelsesprosesser (Altani et al., 2020; LaBerge & Samuels, 1974). På denne måten kan prosodi være en indikator på leseflyt. Tatt dette i betraktning, kan en si at leseflyt er en kompleks konstruksjon som kombinerer ferdigheter på leksikalsk nivå, slik som ordgjenkjenning, og ferdigheter på høyere nivå, slik som leseforståelse (Hudsen et al., 2009; Kuhn et al., 2010). Det er imidlertid utfordrende å måle prosodi på en adekvat måte, noe som har ført til at andre forskere velger å ikke ha den med i definisjonen.

Ettersom leseflyt involverer en interaktiv koordinering av forståelsesferdigheter, antar man at utvikling av leseflyt forutsetter at de kognitive ferdighetene for høyere nivå prosessene også er optimalisert (Arnesen et al., 2017). Som oftest skjer det en gjensidig utvikling, der utvikling av en ferdighet fører direkte til forbedring i en annen ferdighet (Hudsen et al., 2011). Derimot, svekkelse i en ferdighet fører direkte til oppbremsing i et annet område i utviklingen. Leseflyt er derfor en viktig faktor i både muntlig og stille lesing som kan begrense eller støtte leseforståelse, som er hele meningen med lesingen (Arnesen et al., 2018).

En vanlig måte å vurdere leseflyt på er ved å måle antall ord lest raskt og nøyaktig per minutt gjennom ordlister eller ved muntlig tekstleseflyt (Arnesen et al., 2018; Torgesen, Wagner & Rashotte, 1999). Ordlistene er en måte å kartlegge barns effektivitet på ved å gjenkjenne ord vist i lister. Muntlig tekstleseflyt kartlegger elevers lesing av sammenhengende tekst. En studie gjort av

Altani og kolleger (2020) undersøkte sammenhengen mellom barns lesing av ordlister og tekst (N = 302 greske barn og N = 408 Engelsktalende barn) i et forsøk på å forstå barns lesemåter. Resultatene viste at barn behandlet ordene ord-for-ord i tidlig fase av lesetilegnelse, uavhengig av om ordene var vist isolert eller i tekst og lister (Altani et al., 2020). Å behandle ord-for-ord avtok imidlertid hos eldre lesere som utvikler avansert og mer sofistikert lesetilegnelse. Disse funnene bekrefter tidligere utviklingsteorier som antar at leseflyt oppnås etter at avkodings- og ordgjenkjenningsferdigheter er blitt automatisert (Ehri, 2005). Fra dette stadiet, omtrent rundt 5. klasse, virker flere forhold å prege utviklingen, og hvor individuelle forskjeller blir mer synlig i kartleggingen av elevers leseflyt (Altani et al., 2020).

2.2.3 Lesenøyaktighet

Lesenøyaktighet er evnen til å lese ordene presist og korrekt (Jenkins et al., 2003). Det vil si at alle elementene i ordet blir avkodet eller identifisert korrekt og på en nøyaktig måte, slik ordet høres ut i tale. I tidlig leseutvikling leser mange barn mer eller mindre unøyaktig, for eksempel at de hopper over små ord, bommer på grammatiske forhold i ordet, bytter om rekkefølgen på stavelsene i et ord, noe som gir en uhensiktsmessig lesing (Tingleff & Ballangrud, 2002). Vanligvis blir lesenøyaktighet målt med ord lest korrekt, uten tidsbegrensing, og etter barns behagelige tempo (Torgesen, Wagner & Rashotte, 1999). Å avkode med nøyaktighet er viktig, men ikke tilstrekkelig for å bli dyktig leser (Hudson et al., 2011). Automatikk i dekodningen er avgjørende for å få til dette, likevel betraktes ikke lesingen som dyktig dersom lesingen ikke er nøyaktig (Arnesen et al., 2016). Lesenøyaktighet betraktes som en forutsetning og en avgjørende komponent i leseflyt, dermed fungerer lesenøyaktighet som en indikator på velutviklede leseferdigheter. Med andre ord, må barn lese korrekt og presist før det kan utvikle evnen til å lese med flyt. Funn fra en longitudinell studie som fulgte barn fra barnehage til 2.klasse indikerte at barn med lav nøyaktighet leste saktere enn barn som hadde god nøyaktighet (Juul, Poulsen & Elbro, 2014). Dette bekrefter veldokumenterte teorier som hevder at nøyaktighet kommer før hastighet. Imidlertid, Ehri (2005) betrakter nøyaktighet og hastighet som overlappende og støttende komponenter i leseutviklingen, i det minste under de tidlige fasene av barns lesetilegnelse.

2.3 Eksekutive funksjoner og leseferdigheter

EF er korrelert med barns leseevne, hvorav lave skårer i EF oppgaver ligger til grunn for lave skårer i lese- og skriveoppgaver (Altemeier et al., 2007). Mer konkret, finnes det en enighet i forskningslitteraturen om signifikant sammenheng mellom EF og leseforståelse (Sesma et al., 2009). Mindre tydelig er sammenhengen mellom EF og ordavkodingsferdigheter, samt leseflyt (Ober et al., 2020). Mens funn fra noen studier indikerer om signifikant sammenheng mellom EF komponenter og ordavkodning (Van der Sluis et al., 2007), har andre studier ikke funnet direkte sammenheng (Arrington et al., 2014; Kieffer et al., 2013). Gjennom et utvalg på 1134 ungdomselever viste undersøkelsen til Arrington et al. (2014) at enkelte aspekter av hemming, slik som vedvarende oppmerksomhet og kognitiv hemming hadde direkte effekt på leseforståelse, men ikke avkodning. Resultatene deres viste derimot et unikt bidrag av arbeidsminne og responshegning på ordavkodning. En annen studie gjort av Johann og kollegene (2019) av 186 barn (9,31 år) rapporterte om at arbeidsminne og hemming var mest relatert til lesehastighet, mens kognitiv fleksibilitet var mest assosiert med leseforståelse. Det tyder på at bedre evner i hemming og høyere arbeidsminnekapasitet er relatert til bedre lesehastighet. Det antas at EF har en styrende rolle i integreringen av visuell og språklig informasjon og automatisk henting av lagret informasjon fra minnet mens lesingen pågår (Altemeier et al., 2007). Under muntlig leseflyt antas det at EF har en interaktiv rolle, hvor svekkelser i noen av elementene i EF kan svekke evnen til å koordinere mellom ulike leseferdigheter, og er spesielt synlig under lesing av komplekse tekster, noe som kan hemme leseflyt (Nguyen et al., 2020).

Sentralt i forskningen er arbeidsminne betydelig relatert til både enkeltordlesing og leseflyt, fordi lesing involverer samtidig behandling og lagring av informasjon (Peng et al., 2018). I en longitudinell studie gjort av Morris og Lonigan (2022) av 1146 barn i førskole til andreklasse og 754 barn i tredje- til femteklasse viste signifikante assosiasjoner av arbeidsminnets komponenter, lagring og behandling, i grunnleggende leseferdigheter i den tidlige fasen av leseutviklingen, der lagringsfaktoren delte 18-37 % av variasjonen, mens behandlingsfaktoren delte 4 til 40% av variasjonen. Det kan forstås ved at lagring og behandling i de tidlige fasene av leseutviklingen, er avgjørende i å holde fonemer i minnet samtidig som nye fonemer identifiseres og blendes til et talt ord (Morris & Lonigan, 2022).

Planleggingsevne som er en av de komplekse elementene i EF virker å bidra til leseytelse, ved at evnen til å lese ordene og sette de i korrekt rekkefølge for å forstå meningen av dem, samtidig

som man danner seg forventninger om hva som kommer til å skje videre er viktig for vellykket lesing (Fleischer & From, 2017). Prosesseringshastighet som er evnen til å prosessere visuell, auditiv og lingvistikk informasjon raskt, regnes av flere forskere som en støttemekanisme for EF (Diamond, 2020). Denne evnen er relatert til avkodningseffektivitet og er ofte funnet svekket hos svake lesere (Catts et al., 2002; Christopher et al., 2014; Holland et al., 2004).

Inhibisjon har betydning for å rette oppmerksomheten mot relevant informasjon og filtrere ut distraherende informasjon og overstyre irrelevante responser, en ferdighet som er nødvendig under lesing (Borella et al., 2010). I avkodingsferdigheter kan inhibisjon være nødvendig for å ignorere irrelevant informasjon i fordel til relevant informasjon og sikre at talelyder holdes i minnet (Al Dahhan et al., 2022). Selv om det ikke finnes en felles enighet om assosiasjoner mellom inhibisjon og avkodingsferdigheter og leseflyt, har noen studier rapportert om signifikant sammenheng (Doyle et al., 2018; Johann et al., 2018; Protopapas et al., 2007; van der Sluis et al., 2007). I en studie gjort av Protopapas og kolleger (2017) som undersøkte interferens i Stroop-oppgaver hos svake lesere (N = 16) og 7.klasse elever med typiske leseevner (N = 72) kunne rapportere at effekten av interferens i Stroop-oppgave var assosiert med lesehastighet og viste et unikt bidrag til lesenøyaktighet. Stroop-oppgaver er benevningsoppgave der benevning av farge bremses av et forstyrrende inkongruent trykt ord, en evne som aktiverer hemmende kontroll og kognitiv oppmerksomhet. Bidrag av inhibisjon i leseflyt bekreftes også gjennom studien til Johann og kollegene (2018), som undersøkte hvilke av de distinkte EF-ene var relatert til leseflyt, og hvilken var relatert til leseforståelse hos 186 barn (gjennomsnittsalder 9,31 år). Funnene deres viste at arbeidsminne og inhibisjon var mest relatert til lesehastighet ($p = <.05$), mens kognitiv fleksibilitet viste assosiasjoner med leseforståelse.

Bedre kognitiv fleksibilitetsytelse er assosiert med bedre ytelse på lesetester (Johann et al., 2019). Komponenten vekslings er avgjørende for å velge og opprettholde passende strategier som er nyttige for å gjennomføre komplekse kognitive oppgaver. Denne ferdigheten er spesielt nyttig i resonnering og planlegging som er viktig i matematikk faget, men også i lesing, da særlig rundt 9-12 års alderen i de senere stadiene av leseutviklingen (Yenaid et al., 2012). I lesing kan det være nødvendig å utnytte ulike leseprosesser, for eksempel når man leser fakta bøker versus

skjønnlitterære bøker. Også studier som har undersøkt sammenhengen mellom vekslings og leseytelse har hatt motstridene resultater (Johann et al., 2019). Mens noen studier ikke har funnet assosiasjoner mellom vekslings og lesing har andre studier kunnet rapportere om signifikant sammenheng (Yenaid et al., 2012). En grunn til denne uklarheten kan være at studiene benytter seg av deltakere i ulike alder og med forskjellige modifikasjoner, noe som kan gi helt ulike resultater. Imidlertid kan det virke som at hos dyslektikere er både inhibisjon og vekslings ofte funnet å være svekket (Al Dahhan et al., 2022; Lonergan et al., 2019).

En samlet vurdering av forskningslitteraturen tyder på at individuelle forskjeller i leseferdigheter er knyttet til individuelle forskjeller i EF (Butterfuss & Kendeou, 2018; Ober et al., 2020). Denne masteroppgaven er inspirert av Al Dahhan og kollegene (2022) sin studie av et mindre utvalg bestående av barn i alderen 8-13 år fordelt på tre grupper, typisk utviklede ($N = 37$), dyslektikere ($N = 24$), og komorbide dysleksi/ADHD ($N = 27$). Studien hadde som mål å utforske på adferds- og hjernenivå om leseytelse var sterkere assosiert med EF eller med komorbiditet med ADHD. Parallelt var svekket EF, uavhengig av ADHD-diagnose, sterkere assosiert med redusert leseflyt ($r = .51, p = .013$ og $r = .48, p = .044$) enn med lesenøyaktighet ($r = .30, p = .09$ og $r = .17, p = .43$) i forhold til barn med dysleksi, men uhemmet EF. Selv om funnene deres stammer fra et mindre utvalg, er dette interessante funn som er aktuelt viktig å utforske videre.

3 Metode

I dette kapittelet redegjøres valg av forskningsdesign og metode, samt utvalg og beskrivelse av datainnsamlingen. En beskrivelse av de inkluderte variablene i denne oppgaven vil presenteres sammen med kartleggingsverktøy som ble benyttet. Validitet og reliabilitet blir kort belyst, da en grundig drøfting av disse vil gjennomføres i kapittel 5. Til slutt blir etiske hensyn belyst.

3.1 Design og Metode

Formålet med denne studien er å undersøke sammenhengen mellom eksekutive funksjoner (EF) og barns leseferdigheter på første- og andretrinn. Forskningsspørsmålet i denne studien har en beskrivende tilnærming, som legger føringer for valg av metode og design (Dalland, 2020). På bakgrunn av dette er det valgt kvantitativ metode. Metoden har en fordel ved at det gir data i form av målbare enheter, som omfatter at problemområdet blir operasjonalisert og redusert til spesifikke variabler (Befring, 2019). Studien er deskriptiv ved at den forsøker å beskrive sammenhengen mellom EF og barns leseferdigheter uten å manipulere variablene eller påvirke tingens tilstand, som gir den et ikke-eksperiment design (Lund, 2002). Dermed ikke mulig å trekke slutninger om årsak- og virkningsforhold, siden dette forutsetter manipulering av variabler (Lund, 2002).

3.2 Utvalg

Et utvalg er en representativ gruppe som utgjør en populasjon. Målet er at utvalget som er trukket kan forhåpentligvis si oss noe om populasjonen som undersøkelsen sikter til (Befring, 2019). Det gir denne studien en induktiv metodisk tilnærming, som tar utgangspunkt i et utvalg for å trekke slutninger om en populasjon (Lund, 2002). Utvalget i denne studien er knyttet til det longitudinelle forskningsprosjektet *Development of numeracy and literacy in children (NumLit)* ved institutt for Spesialpedagogikk ved Universitet i Oslo. Prosjektet følger 254 enspråklige norsktalende barn fra førskolealder og frem til siste året på videregående skole. Alle barna i utvalget har typisk utvikling uten identifiserte lære- eller språkvansker, og er født i tidsrommet 01.01.12 – 31.12.12. Barna i utvalget er tilknyttet barnehager og skoler i Akershus fylke. Valg av

skoler og barnehager i NumLit prosjektet er gjort med hensyn til sosioøkonomisk status og foreldrenes utdanning, som representerer den allmenngyldige befolkningen i Norge.

3.3 Datainnsamling

Det ble benyttet alderstilpassede og til dels standardiserte tester fra et større testbatteri, mens enkelte tester ble spesielt utviklet for dette prosjektet. Testene kartla barnas kognitive ferdigheter, språklige- og leseferdigheter, og matematiske ferdigheter. Datamaterialet denne masteroppgaven benytter seg av er basert på tre måletidspunkter. Første måletidspunkt ble gjennomført fra desember 2017 til mars 2018, da barna gikk i barnehagen. Andre måletidspunkt ble gjennomført fra januar til slutten av april 2019, og barna gikk da i 1. klasse. Det tredje måletidspunktet ble gjennomført fra desember 2019 til slutten av mars 2020, da barna gikk i 2. klasse. Øktene varte rundt en time, og det ble tatt hensyn til barnas konsentrasjon og effektivitet, og i hvilken grad de mestret oppgavene. All kartlegging ble gjennomført av masterstudenter og stipendiater fra instituttene spesialpedagogikk (ISP), pedagogikk (IPED) og psykologisk institutt (PSI).

3.4 Beskrivelse av variabler og kartleggingsverktøy

På bakgrunn av EFs komplekse natur og organisering operasjonaliseres det teoretiske begrepet til flere tester, hvor EF ferdigheter uttrykkes i (Navarro & Foxcroft, 2022). EFs komplekse natur og barns alder i målingstidspunktet er tatt i betraktning ved valg av variabler. Mål på inhibisjon, arbeidsminne, planleggingsevne og prosesseringsferdighet utgjør studiens uavhengige variabler. Også kalt prediktorvariabler. Disse danner grunnlaget for predikering av lesenøyaktighet og effektiv ordlesing i 1. og 2. trinn, og tekstleseflyt i 2. trinn. Lesenøyaktighet, effektiv ordlesing og tekstleseflyt er dermed de avhengige variablene som effekten av EF blir forklart på, også kalt utfallsvariabler. Testen av effektiv ordlesing (TOWRE) målt i 1. og 2. trinn er inkludert som avhengig variabel fordi effektivordlesing involverer både nøyaktighet og automatikk i ordgjenkjenning, og i ordavkodning ved fonologiske holdepunkter. For å sikre at sammenhengen mellom EF og leseferdigheter ikke skyldes innvirkning fra andre underliggende faktorer kontrolleres det for tredjevariabel (Befring, 2019). En vanlig måte å sikre at prediksjonsvariablene har en ren prediktiv funksjon på utfallsvariabelen i leserelaterte

undersøkelser er å kontrollere for non-verbale kognitive evner (Pammer & Kevan, 2007). Disse innebærer problemløsning, manipulering og prosessering av både visuell og abstrakt informasjon. Videre følger en beskrivelse av variablene.

3.4.1 Kartlegging av eksekutive funksjoner

Inhibisjon ble kartlagt med deltesten *NEPSY Inhibition*, hentet fra det nevropsykologisk kartleggingsverktøyet NEPSY-II (Korkman et al., 2007). Testbatteriet er utviklet for å vurdere nevropsykologisk utvikling hos barn i alderen 3 til 16,11 år, ved å kartlegge ulike kognitive domener, blant annet eksekutive funksjoner. Deltesten *Inhibition* vurderer barns evne til å hemme intensjonen om å gi automatisert svar i fordel til en annen alternativ respons. Barnet ble vist en serie med hvite og svarte sirkler og firkanter, hvor de skulle navngi formene de ser så fort som mulig. I neste runde får de beskjed om å navngi sirkel dersom de ser firkant, og firkant dersom de ser sirkel. De fikk også en serie med piler som pekte opp og ned, og oppgaven gikk ut på det samme, først benevne raskest mulig retningen på pilene, for så i neste runde skulle de si motsatt retning av det pilen peker på. Målet er å kartlegge i hvilken grad barnet kan overstyre upassende responser, regulere adferd og kontrollere oppmerksomheten for å fokusere på en annen relevant respons (Miyake et al., 2000). I beregningen av skårene tas tidsbruk og antall feil av hver deloppgave, der barn benevner først det de ser (neutral/baseline)), for så går de over til den andre økten der barnet skal benevne det motsatte (inhibition/interference). Deretter beregnes gjennomsnittet av de to deloppgavene og *baseline* skårene blir subtrahert fra *interference* for å beregne forskjellen. I denne undersøkelsen er alle fire mål fra inhibisjonskartleggingen inkludert.

Arbeidsminne ble kartlagt med *Backward Digit Span* og *Listening Recall* som er to deltester fra *Working Memory Test Battery of Children* (Pickering & Gathercole, 2001). Deltesten *Listening Recall* ble administrert ved at testleder leser opp en setning for barnet, og barnets oppgave er å si om setningen er sann eller usann, samt navngi det siste ordet i setningen. Vanskelighetsgraden øker etter hvert som barnet mestrer flere oppgaver, ved at testleder leser opp flere setninger, hvor samme regler følger. Testen måler barnets evne til å holde det siste ordet for hver setning i minne samtidig som det behandler informasjonen for å svare om setningen er sann eller usann. Barnet får kun skåre om det navngir det siste ordet i hver setning korrekt. *Backward Digit Span* ble administrert ved at testleder leser opp en serie med tall, og barnets oppgave er å si tallene i

baklengs rekkefølge. Testen starter med to tall for så øker tallseriene med ett tall hver gang barnet mestrer en hel blokk med 4 oppgaver. Deltestene krever ikke visuelle ferdigheter.

Planleggingsevne ble kartlagt med *Tower of London*, en test som ble utviklet i den første utgaven av testbatteriet NEPSY (Korkman, Kirk & Kemp, 2007). Testen ble utført digitalt ved at barnet ble først vist en blokkbase med tre strenger i forskjellige lengder med en hengende ball i forskjellige farger i enden av hver streng (*rød, grønn og blå*). Testen vurderer barns planleggingsevne ved at oppgaven er å konstruere en identisk form av den som ble først vist for dem. Kriteriene er at ballene må flyttes i riktig rekkefølge for å få de på riktig plass, og det var bare mulig å gjøre et forsøk på hver oppgave i en begrenset tidsperiode. Barnet peker eller forklarer hvor ballene skal flyttes, mens testleder utfører det digitalt. Antall riktige forsøk blir registrert.

Prosesseringshastighet ble målt med *Speed of Processing*, og måler evnen til rask identifisering av visuelt presenterte objekter. Testen besto av to deler der første del var basert på hvor raskt barnet kunne finne et spesifikt objekt (mus) blant en rekke andre objekter på et ark, og krysse over det med tusj. Den andre delen av testen var basert på samme regler, men med andre type objekter. Barnet får skåre for antall identifiserte objekter innen en tidsramme på ett minutt. Utførelsen av testen involverer prosesseringshastighet, planlegging og oppmerksomhet, som er viktige elementer i EF (Diamond, 2013).

3.4.2 Kartlegging av tekstileseflyt

Tekstileseflyt ble kartlagt med den norske versjonen av *Oral reading fluency* (ORF), som måler barns leseytelse av en sammenhengene tekst (Arnesen et al., 2016). Testen består av to meningsfulle tekster som er alderstilpasset for barn fra 2.trinn. Barnets oppgave er å lese hver tekst med et passe raskt tempo innen ett minutt. Grunnet lav reliabilitet i mål av prosodi ble denne komponenten utelatt fra skåringen. Bare antall korrekt leste ord innen ett minutt blir skåret. Dersom barnet får vanskeligheter med å lese et ord, hjelper testleder med å lese ordet slik at lesingen kan fortsette. I denne studien er skårene fra begge tekstene i denne testen summert til en variabel. Mål på tekstileseflyt stammer av barn i 2.trinn, og utgjør analysens avhengige variabel.

3.4.3 Kartlegging av lesenøyaktighet

Lesenøyaktighet ble kartlagt med deltesten *Nøyaktig ordlesing* fra screeningstestverktøyet Språk 6-16, som er utviklet for å vurdere språkferdigheter hos barn i alderen 6 til 16 år (Ottem & Frost, 2005). Testen består av 3 blokker med 10 ord med økende vanskelighetsgrad. Barnets oppgave går ut på å lese ordene uten tidsbegrensning da målet med testen er å vurdere nøyaktighet av ordlesing. Testen avbrytes ved fem feil ordlesing på rad innenfor den andre blokken. For hvert ord lest korrekt, det vil si alle lydene ble lest som et fullstendig ord, ble registrert to poeng. Det ble registrert ett poeng dersom barnet lyder ut ordets segmenter, men ikke har en fullstendig blending av lydene. Uten om disse kriteriene blir ordet skåret med null. Mål fra denne variabelen stammer fra barn i 1. og 2.trinn, og utgjør studiens avhengige variabel.

3.4.4 Kartlegging av effektiv ordlesing

Effektiv ordlesing ble kartlagt med *Test Of Word Reading Efficiency (TOWRE)* som er oversatt og justert til norsk fra engelske i forbindelse med et samarbeidsprosjekt mellom skoler i Amerika og Skandinavia (Furnes & Samuelsson, 2010). Ferdigheter som blir målt er hastighet av ordgjenkjenning og fonologisk avkodning av non-ord. Testen består av to deler, hvor første del består av lister med virkelige ord, og den andre er lister med non-ord. Ordene er plassert i kolonner der barnet starter å lese et individuelt ord og leser så videre ordet under. Barnet skal lese så mange ord som mulig høyt innen 45 min. Antall ord lest korrekt skåres. Det er to forsøk per del, det vil si 45 min ordlesing på to ark med ordlister pr del som er summert til én variabel. Denne undersøkelsen inkluderer kun deltestene som måler ekte ord. Mål på denne testen stammer fra barn i 1. og 2. trinn og utgjør studiens avhengige variabler.

3.4.3 Kartlegging av kontrollvariabler

Non-verbal intelligens er mål fra testene *Raven CPM* og *Matrix. Raven Coloured Progressive Matrices* (5-11 år) er en test som er ment å måle flytende non-verbal kognitiv evne hos 5 til 11 åringer. Testen måler barns abstrakte resonnering, ved at barnet skal finne systemet bak hvordan ulike geometriske objekter er satt opp (Halland-Riise & Martinussen, 2017). Testen utføres digitalt uten tidstakning og øker i vanskelighetsgrad, da man er interessert i resonneringsferdigheter og ikke hastighetsferdigheter. Testleder viste barnet geometriske figurer

som manglet biter. Barnet skulle da finne den riktige brikken som passet inn i figuren, og det ble gitt ett poeng for et riktig forsøk.

Matrix eller *Matriser* er en deltest hentet fra kartleggingsverktøyet WPPSI, som måler generell kognitiv evne hos barn i alderen 4 til 7,7 år (Wechsler, 2002). Testen ble administrert digitalt og består av 26 oppgaver, med 3 nullpoengsvar som stopp kriterie. Barnet fikk vist 6 figurer der bare en av disse passet inn i mønsteret til figurene over. Testleder administrerte testen mens barnet pekte på figurene vist på skjermen.

3.5 Analyser

Innsamlet data har blitt behandlet og analysert ved den statistiske programvaren Jamovi, versjon 2.3.17. En brukermanual med detaljert beskrivelse om bruksmåter og analysemetoder følger med programvaren (Navarro & Foxcroft, 2019). Først ble det gjennomført statistisk deskriptiv analyse for å vurdere deltestenes egenskaper og fordeling. For å vurdere hvorvidt målingene samsvarer med de enkelte delene innad i testene er det gjennomført reliabilitetsanalyse Cronbach's alfa og McDonalds. Videre ble det gjennomført bivariante korrelasjonsanalyse for å vurdere samvariasjon mellom variablene. Til slutt i undersøkelsen er det benyttet en hierarkisk multippel regresjonsanalyse for å besvare oppgavens problemstilling. Denne type analysemetoden muliggjør å undersøke i hvilken grad variasjon i lesenøyaktighet i 1. og 2.trinn, og i leseflyt 2. trinn kan forklares av eksekutive funksjoner etter at det er kontrollert for non-verbal intelligens. Regresjonsanalysen forklarer ikke kausaliteten mellom variablene, altså om eksekutive funksjoner forårsaker leseutvikling, men gir resultater om sammenhenger mellom variablene (Tabachnick & Fidell, 2019). Vurderinger om kausalitet benytter i hovedsak logiske tolkninger og eksperimentelle metoder, mens denne masteroppgaven er avgrenset til statistiske beslutninger og en ikke-eksperimentell design.

3.6 Validitet og Reliabilitet

Vitenskapelig forskning stiller strenge krav til undersøkelsens gyldighet og pålitelighet. Reliabilitet er knyttet til i hvilken grad vi kan stole på at målingsinstrumentet er pålitelig og kan gi nøyaktige og konsistente mål (Lund, 2002). Med nøyaktig og konsistent menes at testen måler det den er ment å måle, og at samme person vil få tilnærmet samme resultat ved gjentatte

målinger. Validitet er knyttet til i hvilken grad tolkninger av data er berettiget av, og gyldig for teoriene og evidensen som brukes (Cohen et al., 2018). Høy målingsreliabilitet styrker studiens validitet, ved at nøyaktigheten til et mål er relatert til dens gyldighet (Navarro & Foxcroft, 2022). Imidlertid, god reliabilitet garanterer ikke god validitet da sistnevnte forutsetter innfrielse av flere statistiske krav. Som all annen forskning finnes det begrensinger i kvantitativ metode. For å vurdere krav og begrensinger er det tatt utgangspunkt i Cook og Campbell (1979) sitt validitetssystem. Systemet omfatter fire validitetskrav utarbeidet på grunnlag av vitenskapsteori og er en anerkjent metodologisk referanseramme innen kvantitativ forskning (Lund, 2002). Disse er *statistisk validitet*, *indre validitet*, *begrepsvaliditet* og *ytre validitet*. Validitetsspørsmålet på denne studiens undersøkelse blir drøftet i kapittel 5. En kort beskrivelse av Cook og Campbell system presenteres i dette kapittelet.

Statistisk validitet er en forutsetning for de andre validitetskravene, og referer til i hvilken grad de slutningene som trekkes om signifikant sammenheng mellom uavhengig- og avhengige variabler er rimelig sterke og ikke skyldes tilfeldigheter (Lund, 2002). Hva som regnes som ``rimelig sterk`` avgjøres skjønnsmessig innen det enkelte forskningsområdet (Lund, 2002). Å gjøre urimelige slutninger reduserer statistisk styrke og er dermed en trussel mot statistisk validitet. Statistisk styrke reduseres også med mindre utvalg, strengere signifikansnivå, større populasjonsvarians og mindre differans mellom gjennomsnittet og populasjonsnivå. I tillegg må statistiske forutsetninger, slik som normalitet, lik varians, og uavhengigheten av observasjoner for uavhengig data være oppfylt. Brudd på statiske forutsetninger og lav statistisk styrke er trusler mot statistisk validitet og øker sannsynligheten for type I-feil og type II-feil. Type I-feil er dersom vi forkaster en nullhypotese, som faktisk er sann. Type II-feil er når vi gjør det motsatte, det vil si at vi beholder nullhypotesen, til tross for at den er usann (Navarro & Foxcroft, 2022).

Begrepsvaliditet handler om graden av samsvar mellom begrepet eller konstrukten slik det er definert teoretisk og slik det operasjonaliseres til observerbare indikatorer (Lund, 2002). Det er en fundamental type validitet i psykologisk og pedagogisk forskning, ettersom begreper innenfor dette feltet er abstrakte og prinsipielt umålbare (Cohen et al., 2018). Utfordringen ligger i om operasjonaliseringen av undersøkelsens variabler er virkelige representative indikatorer, og faktisk måler det teoretiske begrepsinnholdet (Cohen et al., 2018). Trussel mot begrepsvaliditet er

dersom variablene representerer flere egenskaper ved det teoretiske begrepet, som ikke blir inkludert i operasjonaliseringen, eller motsatt, at den operasjonelle variabelen måler irrelevante begreper og usystematiske feil (Lund, 2002). Begrepsvaliditet er nærknyttet reliabilitetsspørsmålet, og er vanskelig å skille fra hverandre. Dette er fordi validitetsspørsmålet er et uttrykk for i hvilken grad det er samsvar mellom den teoretiske definisjonen av et begrep og den operasjonelle definisjonen slik denne kommer til uttrykk i en eksplisitt formulering eller i en konkret test som skal benyttes (Lund, 2002).

Ytre validitet handler om i hvilken grad funnene i en studie kan generaliseres til en større populasjon utover den aktuelle undersøkelsen (Cohen et al., 2018). En undersøkelse har god ytre validitet dersom slutningene som trekkes ut fra funnene innad i studien kan generaliseres til relevante individer, situasjoner og tider med rimelig sikkerhet (Lund, 2002). Et representativt utvalg, utvalgsstørrelsen, utvalgsmetoden og homogenitet i utvalget spiller en viktig rolle for å sikre en sterk ytre validitet (Navarro & Foxcroft, 2019).

Indre validitet referer til i hvilken grad det trekkes riktige kausale slutninger om årsakssammenhengene mellom variablene innad i undersøkelsen (Navarro & Foxcroft, 2022). Kausale slutninger referer til årsak og virkning mellom flere forhold, hvor en eller flere faktorer produserer, påvirker, øker, reduserer, motiverer eller forårsaker endringer i en eller flere andre faktorer (Lund, 2002). Ettersom masteroppgaven bygger på ikke-eksperimentell design hvor manipulering av variabler og kausale slutninger ikke er mulig, vil det medføre en svak indre validitet. Indre validitet i slike tilfeller kan styrkes ved å vurdere alternative årsakstolkninger ved å vise til tidligere forskning og teori på feltet. Tillitten til konklusjonene kan styrkes ved å føre en rasjonal argumentasjon, samt vise til at andre alternative tolkninger er lite sannsynlige (Lund, 2002).

3.7 Forskningsetiske hensyn

Gjennom bruk av ulike vitenskapelige metoder gir forskning kunnskap og bedre innsikt som kan være nyttig for samfunnet. For å sikre at forskningen er av verdi er det utarbeidet etiske normer som er forankret i det internasjonale forskerfelleskapet og som regulerer all forskning (NESH, 2018). Disse er: *sannhetsnormen*, som innebærer redelighet og ærlighet i søken på sannheten,

metodologiske normer, som handler om klarhet og saklighet i oppfølgingen av vitenskapelige metoder på en faglig forsvarlig måte, og *institusjonelle normer*, som sikrer åpen og uavhengig kritisk forskning (NESH, 2018). Målet med spesialpedagogisk forskning er å bidra til innsikt og forståelse i relaterte fenomener for å skape generaliserbar kunnskap som kan komme fremtidige barn-og ungdommer til gode. På en side er informantene ofte sårbare individer og grupper, og på en annen side vil det være uetisk å ikke forske for å forbedre det spesialpedagogiske tilbudet for disse gruppene (Ruyter, 2003). Hensikten skal være å gi nyttige resultater, men det er en risiko for at interessen til forskningen kan gå utover hensynet til deltakerens rett til velferd og personvern. Internasjonale etiske retningslinjer er utarbeidet for å ivareta deltakernes rettigheter før, under og etter deltakelsen, som et grep for å minimere denne risikoen. Barn er en sårbar gruppe, og kan oppleve det som vanskelig å ytre seg fritt for å gi fritt samtykke om deltakelse. Det skal derfor gis tilstrekkelig informasjon om at det er mulig å trekke seg fra deltakelse uten at det vil føre noen konsekvenser. I tillegg foregikk all kartlegging på skolens og barnehagens lokaler og av den samme testlederen under hele kartleggingsperioden. Dette er for å bygge tillitt og harmoni under kartleggingsprosessen. Respekt for likeverd, frihet, selvbestemmelse og beskyttelse mot urimelig belastning er essensielle faktorer i prosedyren under datainnsamlingen. Å tilfredsstille kravet om etiske retningslinjer skal komme på toppen av alt annet i en forskning. Datamaterialet denne masteroppgaven baserer seg på er som nevnt knyttet NumLit prosjektet. Prosjektet er godkjent av Norsk senter for forskning (NSD) som regulerer personvern, datainnsamling og etiske retningslinjer. I forkant av undersøkelsen har foresatte og lærere deltatt på et informasjonsmøte om prosjektets formål, om deltakernes rettigheter og behandlingen av personopplysninger. Det er innhentet samtykket av foresatte om deltakelse og understreket i samtykke at de når som helst kan trekke seg fra prosjektet og få materialet slettet. Testlederne har som nevnt tidligere relevant bakgrunn og fått opplæring og oppfølging gjennom hele kartleggingsperiodene, samt signert taushetserklæring. For å sikre at ingen nyttig informasjon går tapt, eller at det blir gjort feil i kartleggingen blir det tatt lydopptak under testingen, som blir slettet etter endt prosjekt.

4 Resultater

Dette kapitlet tar for seg undersøkelsens resultater. I første omgang blir variablenes egenskaper vurdert gjennom deskriptive analyser. Grunnet oppgavens omfang og antall variabler ble det underveis i undersøkelsen besluttet å presentere en samlet vurdering av variablenes normalfordeling. Tabellen for deskriptive analyser i dette kapitlet består av de 25 variabler som er brukt i videre analyser. En vurdering av måleinstrumentenes reliabilitet blir siden presentert. Deretter blir en vurdering gjort av resultatene fra den bivariate korrelasjonsanalysen og den hierarkiske multipele regresjonsanalysen i henhold til oppgavens problemstilling.

Alle analyser er gjennomført med den statistiske programvaren Jamovi. Programmet gjenkjenner tomme felt som manglende verdier, og ufullstendige data blir automatisk ekskludert fra videre analyse. Datasettet er basert på deltester fra totalt 254 barn. Grunnet smittevernsrestriksjoner i året 2020 som førte til begrensninger i data innsamling i de periodene skolene var stengt, varierer antall caser pr variabel fra 254 til 142. Som nevnt er 13 variabler transformert med helt ulike formler etter instruksjoner fra veileder. Disse er *Inhibisjonstid*, *Inhibisjonsfeil*, *Inhibisjonsforskjell tid*, *Inhibisjonsforskjell feil*, *Prosesseringshastighet* og *Lesenøyaktighet* som er samlet fra førskole og førstetrinn, samt *TOWRE* fra kun førstetrinn. Antall caser pr variabel er siden ført i tabell 4.1. Bare transformerte variabler blir tatt med i videre analyser for denne undersøkelsen. Histogram og Q-Q plot av variablenes vurdering før transformasjonen blir vedlagt som appendiks A. Full vurdering av alle variabler som er med i videre analyse og formelen som er brukt til transformeringen blir vedlagt som Appendiks B.

4.1 Deskriptive analyser

Gjennom deskriptive analyser ble de enkelte variablenes egenskaper og fordeling i forhold til normalfordeling vurdert gjennom skjevhet og kurtosisverdier, samt Shapiro-Wilk normalitetstest (Navarro & Foxcroft, 2022). Skjevhet er et mål på symmetrien til fordelingen av distribusjonen. Hvis variabelen har mange lave verdier, vises en opphopning av data mot høyere side av distribusjonen noe som indikerer at fordelingen er positiv skjev, og dermed avviker fra normalfordelingen. Dersom det motsatte skjer, at dataene har ekstremt høye verdier, viser distribusjonen en opphopning av data mot venstre side, noe som indikerer en negativ skjevhet og

avvik fra normalfordelingen (Navarro & Foxcroft, 2022). Kurtosisverdier forteller om spredning av data i halene til en distribusjon. Negativ kurtosisverdi tilsvarer færre verdier i halene, dermed tynne haler og flat fordeling. Positiv kurtosisverdi oppstår når det er en overvekt av verdier i ytterpunktene, dermed fete haler og en spiss fordeling. Skjevhets- og kurtosisverdier på 0 indikerer at dataene er innenfor det akseptable. Jo nærmere verdiene er normalfordelingen, desto mer akseptabel fordelingen er. Skjevhets- og kurtosisverdier mellom -1 og 1 regnes som akseptable (Navarro & Foxcroft, 2022). Verdier større enn dette indikerer at fordelingen har større avstand fra 0, dermed avvik fra normalfordelingen. Shapiro-Wilk test er en annen test som blir brukt for å vurdere normalitetsantagelsen til dataene (Navarro & Foxcroft, 2022). Signifikansnivået på 0.5 og lavere indikerer at dataene ikke er normalfordelte.

Tabell 4.1 viser en oversikt over antall caser (N) for enkelt variabel fra de tre kartleggingstidspunktene som er inkludert i undersøkelsen, med gjennomsnitt (Mean), midtverdi (Median), standardavvik (SD), kurtose, skjevhet, og Shapiro-Wilk test.

Tabell 4.1 Deskriptiv statistikk av variablenes gjennomsnitt, midtverdi, standardavvik, kurtose og skjevhet, antall caser pr variabel og Shapiro-Wilk test

	N	Mean	Median	SD	Skewness	Kurtosis	Shapiro-Wilk test	
							W	P
Inhibisjonstid (barnehage)	239	11.61	11.49	1.58	0.39	0.37	0.99	.072
Inhibisjonsforskjell (barnehage)	243	2.75	2.70	0.89	0.05	1.04	0.98	.002
Inhibisjonsforskjell-tid (Barnehage)	239	8.63	8.54	1.62	-0.05	4.35	0.95	< .001
Inhibisjonsforskjell-feil (Barnehage)	243	4.59	4.54	0.88	0.04	4.02	0.95	< .001
Inhibisjonstid (1.trinn)	233	0.01	0.01	0.00	0.06	0.77	0.99	.080
Inhibisjonsfeil (1.trinn)	229	1.92	2.08	0.83	-0.36	0.05	0.97	< .001
Inhibisjonsforskjell-tid (1.trinn)	232	0.01	0.01	0.00	0.11	0.62	0.99	.092

Inhibisjonsforskjell- feil (1.trinn)	233	2.25	2.25	0.26	0.13	6.09	0.91	< .001
Tower of London (barnehage)	254	7.31	8.00	3.76	-0.0989	-1.05	0.960	< .001
Tower of London (1.trinn)	237	10.6	11	2.90	-0.984	1.34	0.927	< .001
Speed Processing (Barnehage)	254	2.02	2.05	0.87	-0.03	-0.81	0.98	.005
Speed Processing (1.trinn)	235	0.98	1.01	0.32	-0.27	-0.80	0.96	< .001
Listning Recall (Barnehage)	249	4.20	1	5.28	0.898	-0.500	0.776	< .001
Listning Recall (1.trinn)	242	10.5	11.0	4.77	-0.888	0.378	0.888	< .001
Backward Digit Span (barnehage)	246	5.70	6.00	3.49	-0.0528	-0.497	0.936	< .001
Backward Digit Span (1.trinn)	239	9.17	9	3.07	0.0475	0.454	0.976	< .001
Reading Accuracy (1.trinn)	240	3.52	3.62	1.44	-0.28	-0.29	.98	.004
Reading Accuracy (2.trinn)	211	4.43	4.34	1.11	.09	-0.26	0.99	.216
TOWRE ordlister (1.trinn)	245	6.02	5.89	2.20	.09	1.10	0.98	< .001
TOWRE ordlister (2.trinn)	160	102	94.7	40.3	0.215	-0.927	0.968	< .001
ORF samlet variabel	142	68.7	64.0	36.8	0.216	-0.690	0.979	0.025
Raven CPM (barnehage)	245	17.8	17	4.48	0.283	0.309	0.987	0.026
Raven CPM (1.trinn)	240	22.7	23.0	4.95	-0.136	-0.0515	0.990	0.096
Matrix (barnehage)	250	11.6	12.0	5.32	-0.00520	-1.10	0.962	< .001
Matrix (1.trinn)	243	16.6	18	4.52	-1.17	1.31	0.909	< .001

4.1.1 Samlet vurdering av undersøkelsens variabler

Tabell 4.1 viser at flere variabler avviker fra en normalfordeling. De 8 variablene som måler aspekter av inhibisjon i førskole- og førstetrinn, viser varierende grad av avvik fra

normalfordelingen. Inhibisjonstid som måler vanlig benevning med tidtaking i førskole- og på førstetrinn er normalfordelt, mens inhibisjonsfeil og Inhibisjonsforskjell av feil og tid har varierende tak effekt og avvik i skjevhets- og kurtosisverdier. Dette kan tyde om at aspektene av testen som inkluderte hemming av en alternativ respons kan ha vært vanskelig for enkelte barn i utvalget, mens andre presterte svært godt. Tower of London som målte planleggingsevne hos førskolebarn og førsteklasinger viste mindre avvik i skjevhets- og kurtoseverdier sammenlignet med en normalfordeling. Verdiene varierer betydelig i størrelsen fra begge kartleggingstidspunktene noe som kan tyde på at testen ikke har klart å fange variasjonen som gjenspeiles i utvalget. Resultatene fra Prosesseringshastighet målt i barnehage viser flere høye verdier og noe symmetrisk distribusjon, men med spredning i ytterkantene (se appendiks A), mens mål fra førstetrinn tyder om en høyere skjev fordeling med enkelte høye verdier. Selv om Listening Recall og Backward Digit Span som målte arbeidsminne på førskole- og førstetrinn har skjevhets- og kurtosisverdier som går mot null, viser histogrammene og Q-Q plottene tydelige gulveffekter, og enkelte få lange topper. Dette kan bety på at testinstrumentet inneholder vanskelige deler for denne aldersgruppen. Unntaket er Backward Digit Span målt på førstetrinn som viser akseptable skjevhets- og kurtosisverdier og tyder om at de fleste verdiene er samlet omkring gjennomsnittet. Leseflyt ble målt på andretrinn med en norsk versjon av ORF og besto av to tekster som barna skulle lese innen ett minutt pr tekst. Skjevhets- og kurtoseverdien tyder på mindre avvik og akseptable verdier, der de fleste verdier ligger omkring normalfordelingen. Resultatene fra Nøyaktig ordlesing som måler lesenøyaktighet hos førsteklasinger viser negative skjevhets- og kurtosisverdier som er tilnærmet 0, noe som indikerer at verdiene er innenfor det akseptable, men fordelingen avviker likevel fra normalfordelingen. Lesenøyaktighet målt på andretrinn derimot er normalfordelt. TOWRE som måler effektiv ordlesing består av to deltester av ekte ord hvor barna fikk 45 min til å lese for hver del. Mål fra første og andretrinn viser moderate spissfordelinger og akseptable skjevhetsverdier i forhold til en normalfordeling. Det kan virke som at oppgaver som krever prestasjoner innen hastighet er krevende for flere av barna. Raven og Matrix målte barns nonverbale intelligens og er inkludert som kontrollvariabler i denne undersøkelsen, hvor mål fra disse stammer fra den samme barnegruppen og er kartlagt på førskole- og førstetrinn. Felles for alle de fire variablene er at skjevhets- og kurtosisverdiene tilsvarer moderate til små avvik som er innenfor det akseptable i forhold til en normalfordeling.

4.2 Reliabilitet

For å vurdere indre konsistens på tvers av alle enkeltelementene som utgjør en måleskala brukes Cronbach's alpha som et mål på ekvivalensen mellom måleinstrumentenes deler, og hvorvidt disse kan gi sammenlignbare resultater. Dette gjelder kun tester med flere elementer målt på samme tidspunkt. I denne oppgaven gjelder dette Backward Digit Span, Listening Recall, Raven og Matrix. Sist nevnte Cronbach's alpha er et reliabilitetsmål på indre konsistens innad i måleinstrumentet (Navarro & Foxcroft, 2022). I tillegg vil McDonald's omega, et mer robust mål på reliabilitet bli brukt (Navarro & Foxcroft, 2022). Verdier på 0.80 er assosiert med 20% feilavvik i målingene og regnes som gode. Verdier på 0.70 er assosiert med 30% feilavvik i målingene, og regnes som akseptable. Hvis verdiene er høyere enn 0.95 indikerer det om overflødig spesifisitet i målingen.

De to deltestene TOWRE består av er summert til en variabel i denne undersøkelsen. Dette gjelder også de to tekstene ORF består av. Når det gjelder resterende variabler er ikke indre reliabilitet målt da de ikke inneholder enkeltelementer. Som tabellen under viser oppfyller testene kravene for tilfredsstillende reliabilitetskoeffisient.

Tabell 4.2 Testreliabilitet Cronbach's α og McDonald's ω

	Cronbach's α	McDonald's ω
Backward Digit Span. barnehage	89	88
Backward Digit Span. 1.trinn	83	85
Listening Recall barnehage	95	95
Listening Recall 1.trinn	91	91
Raven barnehage	75	75
Raven 1.trinn	80	80
Matrix	86	86
Matrix 1.trinn	88	88

4.4 Bivariate korrelasjonsanalyse

Korrelasjon betyr samvariasjon, eller sammenheng mellom to variabler (Befring, 2020). En bivariat korrelasjonsanalyse blir benyttet for å vise graden av sammenheng mellom verdiene til variablene som undersøkes (Navarro & Foxcroft, 2022). Analysen viser ikke årsaksforholdet, men viser relasjonsstyrken og retningen til forholdet mellom variabelen. Korrelasjonen uttrykkes med en korrelasjonskoeffisient r (Pearson's), som kan innta verdier fra +1.00 til -1.00. En verdi som er tilnærmet +1.00 regnes som en perfekt korrelasjon med positiv retning. Dersom verdien er tilnærmet -1.00 regnes det som en perfekt korrelasjon med negativ retning. Verdien 0 viser til ingen korrelasjon funnet, og variablene kan dermed betraktes som uavhengige av hverandre. Forskningsspørsmålet bestemmer hvilken retning som er relevant, avhengig av undersøkelsens forskningshypotese. Forutsetningene for å benytte Pearson's r er at verdier i variablene er normalfordelte. I de tilfeller der forutsetningene for Pearson's r blir brutt, kan Spearman's ρ rangkorrelasjonskoeffisient benyttes. Spearman's ρ er et ikke-parametrisk mål for rangkorrelasjon mellom variabler som er monotont relatert, men som ikke nødvendigvis har lineære forhold til hverandre (Navarro & Foxcroft, 2022). Ettersom de fleste variablene i denne studien avviker fra normalfordelingen, blir derfor begge koeffisientene benyttet.

Korrelasjonskoeffisientene blir signifikanstestet. Sannsynligheten for å ta feil ved å forkaste nullhypotesen, uttrykkes med et forhåndsbestemt signifikansnivå på 0.5. Denne verdien uttrykker i prosent hvor mye vi er villig til å tolerere av falske egenskaper som observeres hvis vi forkaster nullhypotese (Navarro & Foxcroft, 2022). Nullhypotesen i denne undersøkelsen innebærer at det ikke finnes samvariasjon mellom uavhengige, og avhengig variabler. Dersom verdien på signifikansnivået er under .05-nivå forkastes nullhypotesen, og det konkluderes med at sammenhengen mellom variablene finnes. Hvilken effektstørrelse skal betraktes som stor eller liten er ifølge Lund (2002) en skjønnsmessig vurdering innad i forskningsfeltet. Likevel er det foreslått standardiserte verdier av Cohen (1988) som ville fungere enten ved å gi korrelasjonsresultatene som koeffisienter eller effektdifferanser (Lund, 2002). Verdiene .20, .50, og .80 representerer liten, moderat og stor effekt. Korrelasjonskoeffisienten presenteres gjennom en forklaringsverdi av prosentandelen av koeffisientverdiens kvadrat. Verdien skal forklare andelen av variasjonen den ene variabelen har på den andre variabelen.

4.3.1 Resultater av bivariat korrelasjonsanalyse

Tabell 4.3 presenterer korrelasjonsverdier mellom avhengig og uavhengig variabler fra barnehage og 1.trinn, mens tabell 4.4 presenterer korrelasjonsverdier mellom variablene fra 1.trinn og 2.trinn. Grunnet oppgavens omfang og antall variabler brukt i denne studien, presenteres kun et sammendrag av korrelasjonene.

Tabell 4.3 viser signifikante korrelasjon mellom flere av de uavhengige variablene målt i barnehagen. Med bakgrunn i tidligere teorier er det forventet å se moderate korrelasjoner mellom variablene som representerer eksekutive funksjoner (EF). Likevel viste enkelte variabler av EF ingen statistisk signifikant korrelasjon. Inhibisjonsvariablene varierer mellom signifikante og ikke signifikante korrelasjoner, men som tidligere nevnt stammer disse fra samme test og relasjon er derfor forventet. De andre uavhengige variablene, Tower, Digit Span Backward, Listening Recall og Prosesseringshastighet har svake til moderate korrelasjoner med hverandre. Den sterkeste korrelasjonen er mellom Digit Span Backward og Inhibisjonsfeil på $\rho = -.34$ (11.6 % felles varians).

De avhengige variablene, Lesenyaktighet og TOWRE, målt på 1.trinnet viser signifikant korrelasjon på $\rho = .61$ (37.2 % felles varians). Videre har disse to variablene svake til moderate korrelasjoner med de uavhengige variablene som representerer EF. De sterkeste korrelasjonene er mellom TOWRE og Digit Span Backward på $\rho = .36$ (13 % felles varians), og mellom TOWRE og Listening Recall på $\rho = .24$ (5.8 % felles varians). Som nevnt i teorijennomgangen finnes det konsensus i forskningslitteraturen som tyder på assosiasjoner mellom arbeidsminne og leseferdigheter, derfor en korrelasjon mellom mål på leseferdigheter og mål på arbeidsminne er forventet. Korrelasjonen mellom TOWRE og Inhibisjonstid på $\rho = -.22$ (4, 8 felles varians) og med Inhibisjonsfeil på $\rho = -.19$ (3.6 % felles varians) er også av bemerkelsesverdig.

Tabell 4.3 Variablenes korrelasjoner i barnehage (forkortet Bhg) og 1.trinn

	Inhibisjonstid Bhg	Inhibisjonsfeil Bhg	Inhibisjonsforskjell (tid) Bhg	Inhibisjonsforskjell (feil) Bhg	Tower Bhg	Prosesseringshastighet Bhg	Listening Recall Bhg	Digit Span Backward Bhg	Lesenøyaktighet 1.trinn	TOWRE 1.trinn	Raven Bhg	Matrix Bhg
Inhibisjonstid Bhg		.11	.75***	.04	-.21***	-.24***	-.17**	-.29***	-.07	-.22***	-.15*	-.08
Inhibisjonsfeil Bhg	.13		.07	.77***	-.13*	-.16*	-.24***	-.34***	-.15*	-.19**	-.18**	-.17**
Inhibisjonsforskjell (tid) Bhg	.74***	.04		.05	-.13*	-.09	-.12	-.18**	.02	-.11	-.13*	-.11
Inhibisjonsforskjell (feil) Bhg	.07	.67***	.05		-.02	-.10	-.18**	-.15*	-.05	-.09	-.15*	-.15*
Tower Bhg	-.22***	-.13*	-.13*	-.03		.23***	.20**	.30***	.10	.13*	.34***	.31***
Prosesseringshastighet Bhg	-.26***	-.17**	-.11	-.10	.23***		.02	.05	.02	.08	.20**	.11
Listening Recall Bhg	-.19**	-.25***	-.11	-.13*	.23***	.05		.31***	.15*	.24***	.23***	.23***
Digit Span Backward Bhg	-.24***	-.36***	-.12	-.17**	.29***	.06	.39***		.22***	.36***	.32***	.17**
Lesenøyaktighet 1.trinn	-.07	-.15*	.04	-.05	.08	.02	.16*	.22**		.61***	.07	.11
TOWRE 1.trinn	-.20**	-.19**	-.09	-.07	.15	.09	.31***	.34***	.65***		.16*	.15*
Raven Bhg	-.15*	-.20***	-.08	-.11	-.34***	.18**	.26***	.33***	.07	.17**		.36***
Matrix Bhg	-.11	-.20**	-.14*	-.16*	.32***	.10	.23***	.20***	.11	.17**	.38***	

Korrelasjonen er signifikant på * $p < .05$, ** $p < .01$, og *** $p < .001$

Pearson's r er notert i blå skrift under diagonalen. Spearman's r, er notert i grønn skrift over diagonalen.

Som verdiene i tabell 4.4 viser, er det varierende korrelasjoner mellom uavhengige variabler målt på 1.trinn. Ikke overraskende er de sterkeste korrelasjonene mellom inhibisjonsmålene som stammer fra samme test. Når det gjelder Tower som måler planleggingsevne viser analysen svake signifikante korrelasjoner med Listening Recall på $\rho = .21$ (4,4 felles varians) og med DigSpanB på $\rho = .13$ (1,7% felles varians) som begge måler arbeidsminne. Imidlertid viste analysen ingen signifikant korrelasjon mellom Tower og Prosesseringshastighet. Sistnevnte hadde derimot svake til moderate signifikante korrelasjoner med tre av studiens uavhengige variabler, slik som vist i tabellen. Variablene som måler arbeidsminne, hadde en moderat signifikant korrelasjon med hverandre på $\rho = .32$ (10.2 % felles varians). Videre viser de svake til moderate signifikante korrelasjoner med inhibisjonsmålene, Tower og en svært svak signifiaknt korrelasjon med prosesseringshastighet.

Korrelasjoner mellom avhengige variabler målt på 2.trinn viser signifikante koeffisientverdier, noe som er forventet å se ettersom variablene er basert på mål på barns leseferdigheter. Den sterkeste koeffisientverdien var som vist i tabellen mellom TOWRE og Tekstleseflyt med en korrelasjon på $\rho = .94$ (88 % felles varians). Den høye felles variansen er forventet, ettersom begge testene måler ekvivalente egenskaper i lesing. Lesenøyaktighet deler også en høy varians med Tekstleseflyt med en korrelasjon på $\rho = .62$ (38.4 % felles varians), og med TOWRE på $\rho = .61$ (37.2 % felles varians). Som nevnt i denne masteroppgavens teorijennomgangen er lesenøyaktighet en kjernekomponent i leseflyt, derfor høye korrelasjoner mellom disse er forventet.

Tekstleseflyt korrelerer med Digit Span Backward på $\rho = .42$ (17.6% felles varians), og med Listening Recall på $\rho = .22$ (4,8% felles varians). TOWRE viser lignende mønster og korrelerer moderat med Digit Span Backward på $\rho = .34$ (11.5 % felles varians), og svakere med Listening Recall på $\rho = .16$ (2,6% felles varians). Som presentert i tabell 4.4, viser analysen at både Tekstleseflyt og TOWRE har svake korrelasjoner til de resterende uavhengige variablene. Lesenøyaktighet har en svak til moderat korrelasjon med Digit Span Backward på $\rho = .27$ (felles varians på 7,3%), og med Listening Recall på $\rho = .23$ (5,3% felles varians). Som vist i tabellen korrelerer Lesenøyaktighet svakere med de resterende uavhengige variablene.

Tabell 4.4 Variablenes korrelasjoner i 1. og 2. trinn.

	Inhibisjonstid 1.trinn	Inhibisjonsfeil 1.trinn	Inhibisjonsforskjell (tid) 1.trinn	Inhibisjonsforskjell (feil) 1.trinn	Tower 1.trinn	Prosesseringshastighet 1.trinn	Listening Recall 1.trinn	Digit Span Backward 1.trinn	Lesenøyaktighet 2.trinn	TOWRE 2.trinn	Leseflyt 2.trinn	Raven 1.trinn	Matrix 1.trinn
Inhibisjonstid 1.trinn		.24***	.72***	.25***	-.14*	-.33***	-.22***	-.19**	-.12	-.17*	-.23**	-.07	.01
Inhibisjonsfeil 1.trinn	.23***		.23***	.80***	-.05	-.00	.19**	-.35***	-.18**	-.08	-.14	-.17*	-.12
Inhibisjonsforskjell (tid) 1.trinn	.75***	.24***		.30***	-.04	-.16*	-.13*	-.10	-.03	-.05	-.05	-.06	-.01
Inhibisjonsforskjell (feil) 1.trinn	.19**	.69***	.23***		-.00	.04	-.08	-.21**	-.12	-.03	-.05	-.09	-.10
Tower 1.trinn	-.13*	-.05	-.05	-.03		.10	.21**	.13*	.16*	.05	.17*	.25***	.15*
Prosesseringshastighet 1.trinn	-.34***	-.03	-.16*	.03	.11		.11	.15*	.02	.06	.13	.10	-.04
Listening Recall 1.trinn	-.20**	-.18**	-.13*	-.15*	.19**	.06		.32***	.23***	.16*	.22**	.23***	.20**
Digit Span Backward 1.trinn	-.20**	-.32***	-.12	-.17*	.16*	.19*	.31***		.27***	.34***	.42***	.27***	.20**
Lesenøyaktighet 2.trinn	-.13	-.19**	-.01	-.06	.13	.02	.26***	.30***		.61***	.62***	.03	-.06
TOWRE 2.trinn	-.19*	-.14	-.06	.01	.07	.05	.17*	.37***	.63***		.94***	.07	.08
Leseflyt 2.trinn	-.27**	-.22*	-.08	.00	.15	.11	.24**	.45***	.62***	.93***		.14	.08
Raven 1.trinn	-.08	-.20**	-.06	-.10	.30***	.07	.21**	.27***	.05	.06	.16		.49***
Matrix 1.trinn	-.06	-.14*	-.08	-.13*	.16*	.00	.18**	.21***	-.03	.14	.10	.42***	

Korrelasjonen er signifikant på * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Pearson's r er notert i blå skrift under diagonalen. Spearman's r , er notert i grønn skrift over diagonalen.

4.4 Hierarkisk multippel regresjonsanalyse

4.4.1 Formål

Multippel regresjonsanalyse er en statistisk analysemetode som undersøker graden av påvirkningen av flere prediktorvariabler på en utfallsvariabel mens det kontrolleres for tredjevariabel som kan ha mulig forklaringer på utfallsvariabelen (Tabachnick & Fidell, 2019).

Ved hierarkisk multippel regresjon plasseres uavhengige variabler i selvbestemt hierarkisk rekkefølge, basert på teoretiske vurderinger om variablenes forklaringsverdi. På denne måten kan man se hvilken prediktor som forklarer variansen i utfallsvariabelen mest, mens den etterfulgte variabelen forklarer det som ikke allerede er forklart av den første uavhengige variabelen i rekkefølgen (Lund, 2002).

Masteroppgavens problemstilling undersøker om eksekutive funksjoner (EF) målt siste året i barnehage kan predikere lesenøyaktighet og effektiv ordlesing på førstetrinnet, og om EF målt på førstetrinn kan predikere lesenøyaktighet, effektiv ordlesing og tekstleseflyt på andretrinn. Med utgangspunkt i nyere empiriske funn som indikerer at EF er en bedre prediktor for leseflyt enn for lesenøyaktighet (Al Dahhan et al., 2022), er formålet for denne masteroppgaven å undersøke i hvilken grad enkelte EF kan predikerer leseflyt sterkere enn det gjør for lesenøyaktighet hos norske første og andreklasser elever, mens det kontrolleres for nonverbal intelligens.

4.4.2 Forutsetninger for regresjonsanalysen

Gjennomføringen av regresjonsanalysen er avhengig av flere statistiske forutsetninger, som må være oppfylt før vi kan trekke valide slutninger basert på resultatene. Om ikke annet er angitt refereres det til Navarro og Foxcroft (2022), og Tabachnick og Fidell (2019) i inndelingen om statistiske forutsetninger.

En grunnleggende kriterie for regresjonsanalyse er at variablene skal være i *intervallskala*, noe som er oppfylt i denne studien. *Linearitet* og *Normalitet* innebærer at sammenhengen mellom uavhengige variabel og avhengige variabel kan oppsummeres som en rett linje og at residualene er normalfordelte. Appendix D hvor fordelingen av residualene på predikerte variabler er presentert, viser at forutsetningen om linearitet er oppfylt. Normaliteten er undersøkt ved

Shapiro-Wilk test, og verdiene indikerer at forutsetningen om normalitet er oppfylt (se appendiks D)

Residualene bør være uavhengig av hverandre. Dette er for å utelukke antakelsen om at residualene avhenger av en annen umålt variabel. Denne forutsetningen kan ikke sjekkes direkte, men vi kan sikre at relaterte variabler er med ved en grundig gjennomgang av teorien (Navarro & Foxcroft, 2022). Det kan ikke utelukkes at faktorer av betydning ikke er inkludert, likevel er det nesten umulig å inkludere alle mulige faktorer i kartleggingen, grunnet oppgavens omfang.

I tillegg er det et krav om at spredningen av residualene skal være konstante gjennom hele analysen. Dette er referert til som forutsetningen om *homoskedastisitet* (Tabachnick & Fidell, 2014). Fordelingen av punktene i diagrammene ser ut til å være jevnt fordelt (se appendiks D), og denne forutsetningen anses som oppfylt.

Det må også være *fravær av multikolaritet*. Dette referer til at det ikke bør ligge en så høy korrelasjon mellom de uavhengige variablene på en måte som gjør det vanskelig å identifisere hvor variasjonen på utfallsvariabelen stammer fra. Korrelasjonsverdier over .90 regnes som for høye korrelasjoner. Som tabell 4.3 og 4.4 viser er ingen av de uavhengige variablene som har korrelasjonskoeffisienter over .90 (r). Denne forutsetningen er i tillegg gitt ved Variance Inflation Factor (VIF) og Tolerance verdiene i Collinearity statistics (se appendiks C). Verdiene viser at variablene ikke har multikolaritet, og denne forutsetningen anses å være oppfylt.

4.4.2 Resultater av hierarkisk multippel regresjonsanalyse

Denne masteroppgaven undersøker sammenhengen mellom eksekutive funksjoner og barns leseferdigheter på 1. og 2.trinn med følgende problemstilling: *Predikerer eksekutive funksjoner sterkere for leseflyt enn det gjør for lesenøyaktighet?* Hypotesen for oppgavens forskningsspørsmål tar utgangspunkt i at EF forklarer unik variasjon i leseflyt og lesenøyaktighet. I henhold til undersøkelsens nullhypotese innebærer det at det ikke finnes sammenheng mellom prediktorene og utfallsvariablene. Tabell 4.5 oppsummerer resultater fra fem regresjonsanalyser som er gjennomført for å predikere lesenøyaktighet og effektiv ordlesing (TOWRE) på 1. og

2.trinn, og tekstleseflyt (ORF) på 2.trinn ut fra eksekutive funksjoner målt i barnehage og på 1.trinn, etter at det er kontrollert for nonverbal intelligens.

Tabell 4.6 viser resultater av sammenligningen mellom modell 1 og modell 2 for hver avhengig variabel i de fem analysene. Modell 1 består av kontrollvariablene Raven og Matrix, og modell 2 består av uavhengig variablene Tower, Prosesseringshastighet, Inhibisjonsmålene, Listening Recall og Digit Span Backward. I analysen som predikerer leseferdigheter i 1.trinn er det tatt utgangspunkt i EF mål fra barn i barnehagen ett år tidligere. I analysen som predikerer leseferdigheter i 2.trinn er det tatt utgangspunkt i EF mål fra elever på 1.trinn ett år tidligere. Tabell 4.7 og 4.8 presenterer koeffisientene for undersøkelsens prediktorer.

Tabell 4.5 Resultater fra Hierarkisk multippel regresjonsanalyser, oppsummering av enkelte modeller for hver avhengig variabel

Avhengig variabel	Model	R	R ²	Adjusted R ²	F	df1	df2	P
1. Lesenøyaktighet 1.trinn	1	.13	.02	.01	1.81	2	221	.116
	2	.30	.09	.05	2.16	10	213	.021
2. TOWRE 1.trinn	1	.22	.05	.04	5.51	2	226	.005
	2	.45	.20	.17	5.52	10	218	<.001
3. Lesenøyaktighet 2.trinn	1	.07	.00	-.01	.43	2	186	0.653
	2	.40	.16	.11	3.44	10	178	<.001
4. TOWRE 2.trinn	1	.12	.02	.00	1.10	2	142	.336
	2	.43	.18	.12	3.02	10	134	.002
5. ORF 2.trinn	1	.16	.03	.01	1.61	2	125	.204
	2	.56	.31	.25	5.26	10	117	<.001

Note.

Modell 1: Raven, Matrix

Modell 2: Tower, Prosesseringshastighet, Inhibisjonstid, Inhibisjonsfeil, Inhibisjonsforskjell(tid), Inhibisjonsforskjell(feil),

Listening Recall, Digit Span Backward

Avhengig variabel: Lesenøyaktighet 1.trinn, TOWRE 1.trinn, Lesenøyaktighet 2.trinn, TOWRE 2.trinn, ORF 2.trinn.

Analyseresultatene vist i tabell 4.5 viser at EF målt siste året i barnehage forklarer kun 9 % ($R^2 = .09$) av variansen i Lesenøyaktighet målt på 1.trinnet, etter at det er kontrollert for nonverbal intelligens. Denne verdien er signifikant på $p = .021$. Deretter viser resultatene at etter at det er kontrollert for nonverbal intelligens, forklarer EF samlet 20% ($R^2 = .20$) av variansen i effektiv ordlesing TOWRE målt på 1.trinnet. Denne verdien er signifikant på $p < .001$. Den tredje analysen i tabellen viser at EF målt på 1.trinnet forklarer 16 % ($R^2 = .16$) av variasjonen i Lesenøyaktighet målt på 2.trinnet, etter at det er kontrollert for nonverbal intelligens. Denne verdien er også signifikant på $p < .001$. Videre viser den fjerde analysen at EF samlet forklarer 18% av variasjonen i ordleseflyt TOWRE målt på 2.trinnet ($R^2 = .18$), og verdien er signifikant på $p = .002$. Den siste analysen i tabellen viser at EF målt på 1.trinn forklarer 31% ($R^2 = .31$) av variansen i tekstleseflyt ORF målt på 2.trinnet, etter at det er kontrollert for nonverbal intelligens. Resultatet er signifikant på $p < .001$. Utenom analysen som tar for seg TOWER på 1.trinn, er ingen av kontrollvariablene statistisk signifikante (se modell 1). Dermed, viser nonverbal intelligens ikke betydelig effekt på de inkluderte avhengige variabler i denne undersøkelsen, unntatt TOWRE 1.trinn som er signifikant på $p = .005$.

Tabell 4.6 Resultater fra Hierarkisk Multipl regressjonsanalyse, sammenligning

Avhengig variabel	Model 1	Model 2	ΔR^2	F	df1	df2	Sig.
Lesenøyaktighet 1.trinn	1	2	.08	2.23	8	213	.026
TOWRE 1.trinn	1	2	.16	5.31	8	218	<.001
Lesenøyaktighet 2.trinn	1	2	.16	4.17	8	178	<.001
TOWRE 2.trinn	1	2	.17	3.46	8	134	<.001
ORF 2.trinn	1	2	.29	6.04	8	117	<.001

Note.

Modell 1: Raven, Matrix

Modell 2: Tower, Prosesseringshastighet, Inhibisjonstid, Inhibisjonsfeil, Inhibisjonsforskjell(tid), Inhibisjonsforskjell(feil), Listening Recall, Digit Span Backward

Avhengig variabel: Lesenøyaktighet 1.trinn, TOWRE 1.trinn, Lesenøyaktighet 2.trinn, TOWRE 2.trinn, ORF 2.trinn.

For å sammenligne resultatene mellom modell 1 og 2 har det blitt brukt Model Comparisons analyse i programvaren Jamovi. Sammenligne resultatene mellom nonverbal intelligens og prediktorene er av interesse for denne undersøkelsen, fordi det gir presise resultater av graden på effekten prediktorene har på utfallsvariablene. Tabell 4.6 viser at 8 % andel varians ($\Delta R^2 = .08$) er forklart av EF i Lesenøyaktighet (1.trinn), etter at kontrollvariablene er blitt tatt i betraktning. Denne andel variansen er imidlertid statistisk signifikant på $p = .026$. For TOWRE (1.trinn) viser resultatene at 16% av andel variansen ($\Delta R^2 = .16$) er forklart av EF etter at det er kontrollert for nonverbal intelligens. Denne andel variansen er signifikant på $p < .001$. Analysene som tar for seg prediksjon på 2.trinnet viser resultatene at 16 % av andel variansen ($\Delta R^2 = .16$) i Lesenøyaktighet er forklart av EF, etter at det er kontrollert for nonverbal intelligens. Videre viser TOWRE (2.trinn) at 17% av andel variansen ($\Delta R^2 = .17$) er forklart av EF. Den siste sammenligningen gjelder prediksjonen på leseflyt. Den viser at 29 % av andel variansen ($\Delta R^2 = .29$) på leseflyt er forklart av EF, etter at kontrollvariablene er tatt i betraktning. Alle tre andel variansene for 2.trinnet er statistisk signifikante på $p = < .001$.

På bakgrunn av resultatene vist i 4.7 som tar for seg prediksjonen i 1.trinn, viser variablene Listening Recall signifikant effekt på TOWRE 1.trinn på $p = .014$. I tillegg har Digit Span Backward signifikant effekt på Lesenøyaktighet på $p = .12$, og på TOWRE på $p = < .001$. Tabell 4.8 som tar for seg prediksjonen i 2.trinn viser at Digit Span Backward er fortsatt den prediktoren som er statistisk signifikant i TOWRE ($p < .001$), Lesenøyaktighet ($p = .004$), samt Tekstleseflyt ($p < .001$). Videre viser tabell 4.8 at enkelte inhibisjonsvariabler også har signifikant effekt på utfallsvariablene, slik som Inhibisjonstid på $p = .036$ i TOWRE, Inhibisjonsfeil på $p = .41$ i Lesenøyaktighet, og Inhibisjonstid og Inhibisjonsforskjell(tid) på $p = .02$ og $p = .014$, samt Inhibisjonsforskjell(feil) på $p = .048$ i tekstleseflyt ORF.

Tabell 4.7 *Koeffisienter hierarkisk multipl regressjonsanalyse*

Avhengige variabler	TOWRE				Lesenøyaktighet			
	Estimate	SE	t	Sig.	Estimate	SE	t	Sig.
(Intercept)	4.32	.60	7.18	<.001	2.97	.41	7.21	<.001
Raven	.06	.03	1.69	.092	.01	.02	.43	.670
Matrix	.06	.03	2.06	.041	.03	.02	1.60	.112
(Intercept)	5.68	1.63	3.48	<.001	3.42	1.17	2.92	.004
Raven	-.00	.03	-.07	.947	-.02	.02	-.61	.543
Matrix	.05	.03	1.63	.104	.03	.02	1.50	.134
Inhibisjonstid	-.25	.26	-1.81	.071	-.15	.10	-1.50	.134
Inhibisjonsfeil	-.11	.26	-.042	.672	-.09	.19	-.48	.632
Inhibisjonsforskjell(tid)	.13	.13	1.03	.306	.16	.09	1.79	.074
Inhibisjonsforskjell(feil)	.15	.25	0.58	.561	.04	.18	.25	.803
Tower	-.01	.04	-0.21	.831	-.01	.03	-.32	.753
Speed Processing	.03	.16	0.15	.877	-.04	.12	-.35	.729
Listening Recall	.07	.03	2.49	.014	.02	.02	.82	.412
Digit Span Backward	.17	.05	3.62	<.001	.08	.03	2.53	.012

Note. Avhengig variabel TOWRE 1.trinn, Lesenøyaktighet 1.trinn

Tabell 4.8 *Koeffisienter hierarkisk multippel regresjonsanalyse*

Avhengige variabler	TOWRE				Lesenøyaktighet				Tekstleseflyt			
	Estimate	SE	t	Sig.	Estimate	SE	t	Sig.	Estimate	SE	t	Sig.
(Intercept)	83.19	16.76	4.96	<.001	4.50	.41	10.86	<.001	41.03	16.12	2.55	.012
Raven	.08	.76	.11	.913	.01	.02	.58	.566	1.10	.75	1.47	.143
Matrix	1.02	.80	1.27	.203	-.02	.02	-.91	.366	.16	.79	.21	.835
(Intercept)	50.36	38.44	1.31	.192	3.78	.93	4.08	<.001	-4.48	33.38	-.13	.893
Raven	-.53	.75	-.70	.482	-.02	.02	-.97	.334	.40	.69	.58	.565
Matrix	.41	.77	.54	.589	-.03	.03	-1.44	.153	-.35	.69	-.50	.618
Inhibisjonstid	-.5491.87	2588.98	-2.12	.036	-73.55	51.52	-1.43	.155	-6779.81	2115.81	-3.20	.002
Inhibisjonsfeil	-7.61	5.27	-1.25	.212	-.26	.13	-2.05	.041	-8.77	4.76	-1.84	.068
Inhibisjonsforskjell(tid)	2820.84	1754.28	1.61	.110	40.38	33.49	1.21	.230	3513.99	1410.27	2.49	.014
Inhibisjonsforskjell(feil)	20.31	15.53	1.31	.193	.47	.39	1.19	.237	27.70	13.89	1.99	.048
Tower	.01	1.25	.01	.991	.03	.03	.92	.360	.45	1.12	.40	.691
Speed Processing	-3.42	11.23	-.30	.761	-.20	.26	-.78	.435	-6.42	10.11	-.64	.526
Listening Recall	.06	.73	.08	.936	.03	.02	1.63	.105	.63	.63	1.00	.319
Digit Span Backward	4.14	1.23	3.38	<.001	.08	.03	2.95	.004	3.73	1.02	3.66	<.001

Note. Avhengig variabel TOWRE 2.trinn, Lesenøyaktighet 2.trinn, Tekstleseflyt 2.trinn

5 Diskusjon

I dette kapittelet skal undersøkelsens resultater drøftes i lys av teori og empiri ut ifra studiens problemstilling:

Predikerer eksekutive funksjoner leseflyt sterkere enn det gjør for lesenøyaktighet?

Deretter skal validitet og reliabilitet drøftes i henhold til Cook & Campells validitetssystem, og i hvilken grad kravene er oppfylt i denne masteroppgaven. Til slutt blir spesialpedagogisk relevans tatt opp, samt behov om videre forskning.

5.1 Resultater i lys av teori og empiri

Denne masteroppgaven tar for seg eksekutive funksjoners (EF) sammenheng til norske barns leseferdigheter. Formålet var å undersøke om EF målt siste året i barnehagen har en forklaringsverdi på lesenøyaktighet og effektiv ordlesing hos norske førsteklasse elever, og om EF målt på førstetrinn har en forklaringsverdi på lesenøyaktighet, effektiv ordlesing og leseflyt hos andreklasse elever. Mer spesifikt var det ønskelig å finne ut om EF kan predikere lesenøyaktighet så godt som de predikerer leseflyt, etter at det kontrolleres for en tredjevariabel. På bakgrunn av konseptualiseringen av EF som et paraplybegrep for flere relaterte kognitive funksjoner, ble begrepet operasjonalisert til flere representative variabler til studiens to prediksjonsundersøkelser. Disse var mål på inhibisjon, arbeidsminne og planleggingsevne. Mål på prosesseringshastighet, som er evnen til å raskt matche visuelle stimuli eller fullføre en kognitiv oppgave raskt, ble også lagt til som representant for EF på bakgrunn av antakelsen om at denne ferdigheten fungerer som en støttemekanisme for EF og operer i interaksjon med kjernekomponentene (Diamond, 2020). Lesenøyaktighet og tekstleseflyt er de uavhengige variablene, og ble representert gjennom mål på muntlig tekstleseflyt (ORF) og Nøyaktig ordlesing. TOWRE som måler effektiv ordlesing ble også lagt til som uavhengig variabel på både første og andretrinn, ved at denne testen måler effektivitet og avkodingsferdigheter på ordnivå, noe som er gunstig med tanke på barns lave alder i utvalget. Dette er på bakgrunn av forskningsfunn som har indikert at barn i de tidlige fasene av lesetilegnelsen behandler ord-for-ord uavhengig av kontekst (Altani et al., 2020). Kontrollvariablene besto av to mål på nonverbal intelligens, som anses å ha betydning for leseferdigheter (Cain, 2010), og for EF (Diamond, 2016).

5.1.2 Utviklingsløpet til eksekutive funksjoner og sammenhengen til barns leseferdigheter

For å vurdere denne undersøkelsens forskningsspørsmål er det gjennomført to korrelasjonsanalyser, en for førstetrinn og en for andretrinn. Å ha to prediksjonsundersøkelser er med på å studere EFs effekt på ulike nivåer av leseutviklingen på tvers av aldersgruppene. I tillegg er det gjennomført fem hierarkiske multiple regresjonsanalyser, to på førstetrinn for lesenøyaktighet og effektiv ordlesing, og tre på andretrinn for lesenøyaktighet, effektiv ordlesing og tekstleseflyt. Med utgangspunkt i EFs langvarige funksjonelle og strukturelle utviklingsendringer og deres forhold til utviklingen av andre kognitive prosesser er det også hensiktsmessig og se på sammenhengen mellom de ulike EF målene i denne undersøkelsen. Korrelasjonsanalysen viste at inhibisjonsvariablene korrelerte signifikant med alle de andre EF variablene, arbeidsminne, planleggingsevne og prosesseringshastighet. Dette samsvarer med Miyake og Friedman (2017) sine funn som indikerer at inhibisjonskomponenten aktiveres under aktiviteten av alle de andre EF-ene, fordi alle disse krever hemmende kontrollprosesser. Med tanke på barns alder i kartleggingstidspunktet er skårene i inhibisjonsdeltester også i tråd med tidligere utviklingsteorier som tyder på at EF-ytelse forbedres gradvis gjennom barnehageårene, hvor det skjer et markant utviklingssprang i evnen til hemming og oppmerksomhet over lengre tid fra 4 års alderen (Carlsom et al., 2004). Planleggingsevne, som er en kompleks EF som underbygger inhibisjon, arbeidsminne og kognitiv fleksibilitet, hadde svake signifikante korrelasjoner med de andre EF målene i begge trinn. I tillegg hadde planleggingsevne kun en svak signifikant korrelasjon med TOWRE på førstetrinn ($\rho = .13, p < .05$), og svak korrelasjon med lesenøyaktighet ($\rho = .16, p < .05$), samt leseflyt ($\rho = .17, p < .05$) på andretrinn. En forklaring kan være at ytelsen av planleggingsevne utvikler seg i takt med andre kognitive funksjoner som på målingstidspunktet ikke var ferdig utviklet, slik som kognitiv fleksibilitet (Diamond, 2016). Kognitiv fleksibilitet, som ikke er inkludert som selvstendig variabel i denne undersøkelsen kan bedre relateres til høyere nivåprosesser, slik som leseforståelse (Johann et al., 2019). Slik det kommer frem synes planleggingsevne for å være en bedre bidragsyter i leseferdigheter på høyere klassetrinn når en mer sofistikert lesing blir utviklet. Prosesseringshastighet hadde svake signifikante korrelasjoner til inhibisjon og planleggingsevne, samt en svært svak korrelasjon til et av målene på arbeidsminne på førstetrinn ($p < .05$). Resultatene stemmer overens med antakelsen om at prosesseringshastighet operer som en støttemekanisme for de andre EF-ene, og at en effekt av denne viser seg best i ytelse med ferdig utviklede EF (Diamond, 2020). Prosesseringshastighet viste derimot ingen signifikante korrelasjoner

verken i lesenøyaktighet eller i leseeffektivitet og tekstleseflyt oppgavene. Resultatene er i kontrast til tidligere forskningsfunn som har vist at prosesseringshastighet har betydelig sammenheng med flere leserelaterte ferdigheter, slik som ordavkodning og ordgjenkjenning (Chrisophersen, et al., 2012; Furnes & Samuelsson, 2011; Hudson et al., 2004). Funnene står blant annet også i kontrast til studien til Christophersen og kollegene (2012) som undersøkte påvirkningen av prosesseringshastighet, arbeidsminne og hemming i barns leseferdigheter hvor prosesseringshastighet, men ikke hemming, var en betydelig prediktor i ordlesing, hos 483 barn i alderen 8 til 11 og 11 til 16. Det kan diskuteres om det store aldersspennet kan ha skapt større variasjon. Imidlertid fant Furnes og Samuelssons (2010) gjennom sin longitudinelle studie at prosesseringshastighet målt i barnehage og førsteklasse hadde påvirkning på effektiv ordlesing (TOWRE) i andreklasse. Prosesseringshastighet er en gjenganger i forskningslitteraturen som undersøker lesehastighet (Catts et al., 2002; Fuchs et al., 2001; Hudson et al., 2004), og det at signifikant sammenheng ikke er funnet i denne masteroppgaven avviser ikke at en sammenheng kan eksistere under andre modifikasjoner og forhold. Slike avvik kan også skyldes tilfeldige målefeil ved testinstrumentet.

Som nevnt i teorigjennomgangen diskuteres det fortsatt om arbeidsminne skal betraktes som en av komponentene til EF eller som en avhengig konstruksjon. Korrelasjonene mellom mål på arbeidsminne og de andre EF variablene varierte fra svake til moderate. Hypotesen i korrelasjonsanalysen var at de uavhengige variablene ikke får høye korrelasjonsverdier med hverandre. En samlet vurdering av korrelasjonsanalysene viste svake til moderate korrelasjoner mellom EF variablene. Resultatene samsvarer med diversitet-enhet modellen til Miyake et al., (2000) som betrakter EF som overordnede kognitive funksjoner for flere underordnede funksjoner, som er delvis separate, men korrelerer funksjonelt med hverandre.

For å vurdere korrelasjoner mellom prediktorvariablene og utfallsvariablene utmerket arbeidsminne variablene seg med de sterkeste korrelasjonskoeffisientene i analysen med alle tre lesevariablene, men særlig med tekstleseflyt ($\rho = .42, p < .001$) og TOWRE på førstetrinn ($\rho = .36$ og $\rho = .24, p < .001$) og andretrinn ($\rho = .16, p < .05$, og $\rho = .34, p < .001$).

Resultatene er i tråd med den etablerte konsensusen om arbeidsminnets kritiske rolle i de tidlige fasene av lesetilegnelse, hvor evnen til lagring og henting av informasjon står sentralt (Arrington et al., 2014; Peng et al., 2018; Perfetti, 2007). Denne evnen vil i tillegg støtte å forutsi innkommende ord i teksten basert på tidligere informasjon som er lagret i minnet, og som bidrar til støtte for leseflyt (Nguyen et al., 2020). Morris og Lonigan (2022) fant gjennom

sin longitudinelle studie at arbeidsminnets komponenter, lagring og behandling korrelerte sterkt med grunnleggende leseferdigheter i den tidlige fasen av leseutviklingen, der lagringsfaktoren delte 18-37 % av variasjonen, mens behandlingsfaktoren delte 4 til 40% av variansen. Funnene deres støttes i denne masteroppgaven, ettersom skårene i undersøkelsen stammet fra barn i 1. og 2.trinn, hvor barna er i startfasen av lesetilegnelse. I tillegg er funnene i tråd med funn fra utviklingsteorier som viser en betraktelig økning i arbeidsminne i alderen 5 til 8 år, og som gjenspeiles i skårene på testene som er benyttet i undersøkelsen, hvor både evnen til lagring og behandling har blitt utfordret.

Inhibisjonsvariablene varierte i korrelasjonstørrelsen til utfallsvariablene. På førstetrinnet hadde TOWRE svake signifikante korrelasjoner med Inhibisjonstid ($\rho = -.22, p < .001$), og med Inhibisjonsfeil ($\rho = -.19, p < .01$). Inhibisjonsfeil korrelerte svakt til Lesenøyaktighet på førstetrinnet ($\rho = -.15, p < .05$) og på andretrinnet ($\rho = -.18, p < .01$). En høyere korrelasjonsverdi var å se mellom Inhibisjonstid og tekst Leseflyt på andretrinnet ($\rho = -.22, p < .001$). Til tross for svake korrelasjoner mellom inhibisjon og leseferdigheter anses disse som tilfredsstillende med tanke på barns lave alder på kartleggingstidspunktet og utviklingsløpet til EF og leseferdigheter. Imidlertid samsvarer korrelasjonene med tidligere funn gjort hos noe eldre barn og barn med svak leseevne (Al Dahhan et al., 2022; Altemeier et al., 2007; Doyle et al., 2018; Protopapas et al., 2007). Funnene samsvarer også til en viss grad med funnene i studien til Protopapas og kolleger (2007) som undersøkte interferens i Stroop-oppgaver hos svake ($N = 16$) og typiske lesere ($N = 72$). Resultatene deres viste at evnen til hemmende kontroll og kognitiv oppmerksomhet som aktiveres under Stroop-oppgaver viste signifikante assosiasjoner med skårer i lesehastighet, og viste i tillegg unikt bidrag på lesenøyaktighet.

Kontrollvariablene som målte nonverbal intelligens, vet vi om fra tidligere. En stor mengde studier har vist at generell intelligens bidrar til leseevne (Johann et al., 2019; Lervåg et al., 2019; Pammer & Alison, 2007). Videre finnes det en etablert konsensus om relasjonen mellom flytende intelligens og komplekse EF (Diamond, 2016). Korrelasjonene i denne studien er i tråd med de tidligere funnene, hvor både Raven og Matrix viste svake til moderate korrelasjoner med flere av EF variablene, i tillegg til utfallsvariablene.

5.1.3 Predikerer eksekutive funksjoner sterkere for leseflyt enn det gjør for lesenøyaktighet?

For å besvare oppgavens problemstilling har det blitt gjennomført hierarkisk multipl regressjonsanalyse, som er gunstig i forhold til at den gjør det mulig å kontrollere for en tredje potensiell faktor, som her var mål på nonverbal intelligens. Analysene som tok for seg leseferdigheter på førstetrinnet viste at 9% av variansen i lesenøyaktighet ($R^2 = .09$, $\Delta R^2 = .08$, $p = .021$), og 20% av variansen i effektiv ordlesing TOWRE ($R^2 = .20$, $\Delta R^2 = .17$, $p < .001$) kunne forklares av EF variabler målt siste året i barnehage. På andretrinn viste resultatene at 16% av variansen i lesenøyaktighet ($R^2 = .16$, $\Delta R^2 = .16$, $p < .001$), 18% av variansen i effektiv ordlesing ($R^2 = .18$, $\Delta R^2 = .17$, $p < .001$) og 31% av variansen i leseflyt ($R^2 = .31$, $\Delta R^2 = .29$, $p < .001$) kunne forklares av EF variabler målt ett år tidligere på førstetrinnet. Siden viste nonverbal intelligens svært svake forklaringsverdier i fire av de uavhengige variablene, og ingen forklaringsverdi i effektiv ordlesing på andretrinn ($R^2 = .00$, $\Delta R^2 = -.01$, $p = .653$). Resultatene indikerer at enkelte EF har signifikant forklaringsverdi i effektiv ordlesing på første- og andre trinn, og på tekstleseflyt på andretrinn. I tillegg har EF en unik forklaringsverdi i lesenøyaktighet på førstetrinn, og forklarer en noe større varians i lesenøyaktighet målt på andretrinn. Med utgangspunkt i forklaringsverdiene fra begge prediksjonsundersøkelsene ser det ut til at enkelte EF kan predikere tekstleseflyt og effektiv ordlesing sterkere enn lesenøyaktighet hos norske første- og andreklasse elever. Resultatene fra denne masteroppgaven støtter tidligere funn som indikerer om signifikant sammenheng mellom EF og leseflyt, samt ferdigheter som ligger til grunn for leseflyt (Cirino et al., 2019; Johann et al., 2018; Nguyen et al., 2020; Ober et al., 2020; van der Sluis et al., 2006). En sammenligning av resultatene mellom de ulike forskningsfunnene på feltet må imidlertid tolkes med hensyn til utvalgsstørrelse, alder, populasjon, modifikasjoner og metodologiske tilnærming i undersøkelsene. Funnene i denne masteroppgaven samsvarer til en viss grad med Al Dahhan og kollegene (2022) sin studie som viste signifikante assosiasjoner mellom EF og leseflyt hos 8-13 år gamle barn med utviklingsdysleksi. Hos den samme barnegruppen hadde svekket EF ingen påvirkning i skårer på lesenøyaktighet. Imidlertid viste resultatene fra kontrollgruppen som besto av 37 barn i alderen 8-13 år med typisk leseevne at høye skårer i EF bidro signifikant til høye skårer i både leseflyt ($r = .46$, $p = .006$) og lesenøyaktighet ($r = .47$, $p = .005$). Dette tyder på at EF kan også betraktes som en potensiell prediktor for lesenøyaktighet, i det minste hos barn med typisk leseevne. Sammenlignet med denne masteroppgavens longitudinelle prediksjonsundersøkelse og utvalgsstørrelse som varierte fra

254 til 142 barn, samt alder ved kartleggingstidspunktet som var 5 til 7,6 år, hvor den tidlige fasen av leseutviklingen kan til viss grad sammenlignes med prestasjonene til eldre barn med lesevansker, anses resultatene i denne masterundersøkelsen som betydelige. Man kan reise spørsmål om hvorfor EF svekkelse var mest assosiert med leseflyt, men ikke lesenøyaktighet, ettersom barn med dysleksi utfordres av både lesenøyaktighet og leseflyt (Wolf & Bowers, 1999). Med utgangspunkt i teoriene er leseflyt en videreføring av avkodingsnøyaktighet (Kuhn & Schwanenflugel, 2018). Likevel, som nevnt i teorijennomgangen, er lesenøyaktighet ikke tilstrekkelig for å oppnå leseflyt uten komponenten automatikk. Denne overføringen er også adressert i faseteorien til Ehri (1995) ved at leseutviklingen går fra å utføres ved fonologiske ordavkodingsprosesser til en kombinasjon av det førnevnte og visuelle ortografiske ordgjenkjennelser. Med andre ord, barn som får høye skårer i leseflyt, vil med dette også få høye skårer i lesenøyaktighet. Imidlertid kan forklaringen for det høye EF bidraget i leseflyt ligge i antakelsen om at EF har en styrende rolle i integrering av visuell og språklig informasjon og automatisk henting av lagret informasjon fra minnet mens lesingen pågår (Altemeier et al., 2007). Disse ferdighetene stiller krav til hastighet og automatisk utførelse, som også er involvert i flere av EF oppgavene (Rey-Mermet et al., 2019). Dette gjenspeiles også i samvariasjonen mellom prosesseringshastighet og EF mål i denne oppgaven, hvor prosesseringshastighet viste 10,9 % felles variasjon med inhibisjonstid. Sammenhengen mellom automatisk koordinering av flere oppgaver og EF av Nguyen og kollegene (2020) sin studie som viste at svekkelser i noen av elementene i EF kan svekke evnen til å koordinere mellom ulike leseferdigheter, spesielt under lesing av komplekse tekster på høyere trinn, noe som kan hemme evnen til å lese flytende. I lesenøyaktighetstesten blir barn instruert til å prestere i sin egen behagelige tempo, i motsetning til flyt oppgavene som stiller krav til hurtighet og automatikk. På den ene siden stammer mål på tekstleseflyt i denne masteroppgaven fra andreklasser elever, og det kan diskuteres om kompleksiteten i en alderstilpasset tekst for andreklasser elever kan sammenlignes med komplekse tekster for høyere trinn. På den andre siden virker det som at EF er kritisk under prosesser der elever trenger å rette oppmerksomheten sin for å behandle komplekse oppgaver eller tekster, som er viktig både i lavere og høyere trinn. Med utgangspunkt i forskningsfunn ser det ut til at EF har en interaktiv rolle i automatisering av dekodingsferdigheter (Ober et al., 2020). Hvis vi tar forurensningsproblemet i betraktning kan man undre over om EF testene som utfordrer hurtighet virkelig måler elementer av EF eller prosesseringshastighet.

Dersom det ses på i hvilken grad de enkelte EF variablene bidrar i de inkluderte leseferdighetene, viser regresjonskoeffisientene at mål på arbeidsminne og inhibisjon skiller seg mest ut. Disse to elementene av EF står for den meste forklaringen i lesenøyaktighet, effektiv ordlesing og tekstleseflyt. Resultatene er i tråd med Johann og kollegene (2018) sin studie som undersøkte forholdet til EF elementer og flytende intelligens til barns leseferdigheter hos typiskutviklede barn (gjennomsnittsalder 9,31 år). Resultatene indikerte at inhibisjon og arbeidsminne var mest relatert til enkelt ordlesehastighets oppgaver ($p = <.05$), mens kognitiv fleksibilitet viste assosiasjoner med leseforståelse. Flytende intelligens viste assosiasjoner til begge leseferdighetene, noe som er forventet med tanke på barnas høye alder i utvalget, ettersom flytende intelligens forbedrer seg med alderen (Lervåg et al., 2019). Det kan imidlertid forklare den lave relasjonen mellom denne masteroppgavens kontrollvariabler (Raven og Matrix) og leseferdigheter, tatt barnas lave alder på kartleggingstidspunktet i betraktning. Disse funnene står også i tråd med resultatene fra den longitudinelle studien til Altemeier og kollegene (2007), som viste at flere aspekter av inhibisjon og veksling viste betydelig signifikant effekt i lesenøyaktighet, ordleseflyt, staving og skriving hos fjerdeklasse elever.

Også studier som har tatt for seg logografisk språk har rapportert om signifikante assosiasjoner mellom EF og barns leseferdigheter. En nyere studie gjort av Lee (2022) undersøkte bidraget til EF i ordlesing og leseflyt hos 104 kinesisktalende barn med lesevansker, ADHD, komorbid ADHD og lesevansker, og med typisk leseevne. Variansresultatene viste at EF-svekkelse da særlig aspekter av arbeidsminne og hemming viste signifikant forklaringseffekt i leseflyt og ordlesing hos kinesiske barn med vansker og med typisk leseevne. Ifølge Lee (2022) er funnene hovedsakelig i samsvar med barn som bruker alfabetiske språk. Arbeidsminne og inhibisjon kan med dette anses for å være en bedre prediktor for leseflyt, og ferdigheter som ligger til grunn i de tidlige fasene av lesetilegnelsen. Videre viser en samlet vurdering av teoriene og funnene i denne undersøkelsen at EF viser en større forklaringsverdig i leseflytoppgaver. Med utgangspunkt i resultatene fra denne masteroppgavens regresjonsanalyser som viser en økning i EFs bidrag i lesenøyaktighet fra førstetrinn til andretrinn med 7% fellesvarians, kan det tyde på at størrelsen på bidraget i lesenøyaktighet antakeligvis øker med alderen.

5.2 Drøfting av resultater i lys av studiens validitet og reliabilitet

5.2.1 Begrepsvaliditet

For å kunne trekke valide slutninger på undersøkelsens resultater må det først være valide forbindelser mellom det teoretiske abstrakte begrepet og de empiriske observasjonene som måles (Lund, 2002). Operasjonaliseringen av teoretiske begreper er vanskelig med den usikkerheten det innebærer, dermed blir det vanskelig å oppnå en tilfredsstillende begrepsvaliditet i denne type forskning (Cohen et al., 2018). For å styrke begrepsvaliditet må måleinstrumentene som blir benyttet måle det den er ment å måle, og resultatene bør være nøyaktige, konsistente og fri for målefeil. Det innebærer god testreliabilitet, som forutsetter på sin side en tilfredsstillende operasjonalisering av det teoretiske begrepet.

Dataene denne masteroppgaven har benyttet er hentet fra NumLit, et longitudinell forskningsprosjektet som undersøker barns utvikling innen språk, lesing, matematikk, og andre kognitive ferdigheter. Som nevnt tidligere, mangler EF en felles konsensus om definisjonen på begrepet. Uenigheten skyldes *test forurensningsproblemet*, som er knyttet utfordringen til at EF ikke lar seg måle direkte uten å involvere andre kognitive prosesser og adferd som EF uttrykkes i, dermed skaper det usikkerhet rundt om testen faktisk måler det den er ment å måle (Miyake et al., 2000). En grundig gjennomgang av litteraturen har derfor vært essensielt forarbeid i forkant av denne studiens undersøkelse. På bakgrunn av faktoranalytiske studier og en mengde forskningslitteratur betraktes eksekutive funksjoner som et sett med delvis uavhengige, men korrelerte overordnede kognitive funksjoner som styrer flere underordnede mentale funksjoner (Diamond, 2013 Miyake et al., 2000). Inhibisjon, oppdatering av arbeidsminne, og skiftning er de tre mest omtalte kjernekomponentene i EF. Inhibisjon regnes av de fleste forskere som den primære EF-en som går foran og tillater utvikling av andre EF-er (Carlson & Moses, 2001). En trussel mot begrepsvaliditet er om variablene måler irrelevante egenskaper, eller motsatt, at egenskaper ved EF ikke blir inkludert. For å dempe testforurensningsproblemet og sikre at ferdighetene som er representative blir målt, har flere enkle tester blitt benyttet i denne undersøkelsen.

Inhibition-test fra NEPSY-II, som er en mye brukt test i kartleggingen av EF, har blitt brukt for å kartlegge barns evne til å hemme intensjonen om å gi automatisert svar i fordel til et annet alternativ (Korkman et al., 2007). Testen måler aspekter av regulerende adferd og oppmerksomhet. Korrelasjonsanalysen viser at inhibisjonsmålene korrelerer fra svakt til sterkt

med hverandre, og varierer mellom svake til moderate korrelasjoner med de resterende representative variablene for EF. Dette er med på å bekrefte antakelsen om at inhibisjon aktiveres under aktiviteten av de alle EF-prosesser. En samlet vurdering av testens begrepsvaliditet anses å være god.

Deltesten Tower of London fra testbatteriet NEPSY, måler planleggingsevne, og sentrale aspekter av EF, inkludert oppmerksomhet, inhiberende kontroll og kognitiv fleksibilitet. Deltesten krever nonverbale ferdigheter og regnes å ha god begrepsvaliditet (Lehto et al., 2003). Imidlertid viste testen svake signifikante sammenhenger med mål på inhibisjon, arbeidsminne og prosesseringshastighet. Dette stemmer overens med utviklingsteorier som antar at planleggingsevne som er en kompleks EF, utvikler seg senere, da disse er avhengige av utviklede inhibisjon, kognitiv veksling og arbeidsminne (Tamnes, 2021).

Digit Span Backward og Listening Recall ble brukt i kartleggingen av arbeidsminne. Testene måler barns evne til å holde auditiv informasjon i minne samtidig som det behandler en pågående informasjon. Begge deltestene inkluderer ferdigheter som bygger på den fonologiske loopen og den eksekutive sentralen som styrer prosessering og sortering av informasjon i minnet (Baddeley & Hitch, 1974). Testene korrelerer moderat med hverandre. Det kan være at testene ikke klarer å fange alle de egenskapene ved det latente begrepet arbeidsminne, som kan tyde om svak begrepsvaliditet. Det kan også være at testene utfordrer egenskaper som er ikke knyttet til det operasjonaliserte begrepet. Testene korrelerer imidlertid svakt til moderat med Tower og Inhibisjonsmålene, noe som er forventet med tanke på at disse støtter arbeidsminneprosesser.

På bakgrunn av tidligere teorier som kobler prosesseringshastighet som en støttemekanisme for EF, er mål fra denne testen blitt inkludert til å representere EF i regresjonsanalysen. Korrelasjonsanalysen viste imidlertid svært svake sammenhenger mellom prosesseringshastighet og Inhibisjonsmålene, arbeidsminne, samt planleggingsevne. Resultatene er i samsvar med antakelsen om svak relasjon mellom prosesseringshastighet og EF (Diamond, 2020).

I operasjonaliseringen av leseferdigheter, er det tatt utgangspunkt i leseflyt og komponenter som ligger til grunn. Test Of Reading Efficiency (TOWRE) som består av ordlister av både ekte- og nonord er brukt i kartleggingen av individuelle ordavkodningseffektivitet av både non-

ord og ekte ord. Testen måler både ordgjenkjenningshastighet og fonologisk avkodning (Furnes & Samuelsson, 2010). I denne undersøkelsen er bare mål på ekte ord inkludert.

Lesenøyaktighet ble kartlagt med deltesten Nøyaktig ordlesing fra screeningsverktøyet Språk 6-16 (Ottem & Frost, 2005). Testen vurderer barns nøyaktige ordlesing uten tidtaking, slik at fokuset ligger på å lydere og blende ordets segmenter, og ikke hastigheten. Leseflyt som ble kartlagt med den norske versjonen av Oral Reading Fluency (ORF) og ble benyttet i slutten av det andre semesteret av andreklasser. Dette er for å sikre at testen måler det den virkelig er ment å måle, ettersom evnen til leseflyt videreføres av konsoliderte ordavkodningsferdigheter, og som antas å være utviklet på kartleggingstidspunktet. Korrelasjonen mellom de tre leseferdighetene var sterke, særlig mellom tekstleseflyt (ORF) og TOWRE ($\rho = .94$). Grunnen til det kan være at ferdighetene som kartlegges i begge testene er identiske med hverandre, slik som effektivitet og hastighet. Variabelen Lesenøyaktighet korrelerer med TOWRE på $\rho = .61$ og med Tekstleseflyt på $\rho = .62$, noe som er i samsvar med de mange teoriene som inkluderer nøyaktig ordlesing som en viktig markør i leseflyt.

5.2.2 Statistisk validitet

Statistisk validitet referer til gyldigheten om de slutningene som tas om sammenheng mellom uavhengige og avhengige variabler er statistisk signifikante, og rimelig sterke til å overføre en teoretisk betydning (Lund, 2002). Trussel mot statistisk validitet er den såkalte type-1 feil, som handler om at det konkluderes med signifikant sammenheng mellom variablene når det i realiteten ikke finnes, eller type-2 feil som innebærer at det konkluderes om at det ikke finnes sammenheng når det i virkeligheten finnes (Lund, 2002). Sammenheng mellom variablene ble vurdert som signifikant ved nivå .05, som vil si at vi tolerer falske signifikante funn i 5 % av tilfeller der nullhypotesen er sann. Bivariat korrelasjonsanalyse ble benyttet for å undersøke sammenhengen mellom variablene

Korrelasjonssammenhengen ble vurdert gjennom Spearmans korrelasjonskoeffisient (ρ). Som presentert i undersøkelsen var det flere signifikante korrelasjoner mellom uavhengig- og avhengig variabler på nivå .05, .01 og 001. TOWRE på første trinn viste varierende størrelser på korrelasjoner med inhibisjonstid, inhibisjonsfeil, begge arbeidsminne målene, planleggingsevne og begge kontrollvariablene. Signifikantnivået varierte mellom .05-nivå, .01-nivå og 001-nivå. Lesenøyaktighet på førstetrinnet viste svake korrelasjoner til inhibisjonsfeil og Listening Recall og var signifikant på .05-nivå. Imidlertid korrelerte den

med Digit Span Backward ved signifikant .001-nivå. På andretrinnet viste mål på arbeidsminne sterkere korrelasjonsverdier, denne gangen til tekstleseflyt på $\rho = .42$ med Digit Span Backward som var signifikant på .001-nivå, og på $\rho = .22$ med Listening Recall som var signifikant på .01-nivå. TOWRE og Lesenøyaktighet hadde ulike korrelasjoner som varierte fra svake til moderate med inhibisjonstid, Inhibisjonsfeil, Tower og mål på arbeidsminne, men ikke til kontrollvariablene.

Som presentert viser resultatene at ikke alle prediktorvariablene korrelerer med utfallsvariablene. For eksempel viser Inhibisjonsforskjell og inhibisjonsfeil på både første- og andretrinnet ingen korrelasjoner med noen av de inkluderte leseferdighetene i undersøkelsen. Inhibisjonsvariablene har blitt presentert gjennom fire variabler bestående av skårer for vanlig benevnning (Inhibisjonstid), inhiberende benevnning (Inhibisjonsfeil), og forskjellen som er trukket mellom disse (Inhibisjonstid forskjell og Inhibisjonsfeil forskjell). En forklaring kan være at forskjellen mellom deltestene ikke består av nok effekt til å påvirke utfallsvariablene. Prosesseringshastighet viste utrolig nok ingen signifikante korrelasjoner til noen av de inkluderte leseferdighetene. Som nevnt står dette i kontrast til tidligere funn som har vist at prosesseringshastighet i tidlig alder forutsier ordavkodingsferdigheter og lesehastighet (Hudson et al., 2004). Sannsynligheten for at type-2 feil har oppstått kan være tilfellet. Det at det ikke er funnet signifikant sammenheng mellom prosesseringshastighet og leseferdigheter i denne undersøkelsen avviser ikke at en sammenheng kan eksisterer under andre modifikasjoner og forhold. Det utelukkes heller ikke at et avvik kan ha oppstått på grunn av tilfeldige målefeil, og at variasjonene i utvalget ikke har blitt fanget opp av testen på en systematisk måte.

Med tanke på mulighetene for variasjon i utvalget, kan det heller ikke utelukkes at andre faktorer kan ha en påvirkning. For å sikre at sammenhengen ikke skyldes underliggende faktorer ble regresjonsanalyse benyttet for å undersøke den samlede påvirkningen alle EF målinger utgjør på hver avhengig variabel samtidig som det kontrolleres for en tredje faktor. Forutsetningene for regresjonsanalysen er som presentert i forrige kapittel innfridd (se Appendiks C og D). Kontrollvariabler Raven og Matrix som målte barns nonverbale intelligens var kun signifikante med TOWRE på førstetrinnet på .05-nivå. Nonverbal intelligens er kjent for å være relatert til leseferdigheter. Barns lave alder kan imidlertid ha spilt en rolle, ettersom flytende intelligens forbedres med alderen. En trussel er dersom det er gjort systematiske målefeil, noe som kan svekke testreliabiliteten. Imidlertid, ble Cronbach's

alpha i tillegg til den mer robuste koeffisienten McDonald's benyttet for å vurdere indre konsistensen på tvers av enkeltelementene i de tester som består av flere deler. Verdier på .70 er assosiert med 30% feilavvik i målingene, og regnes som akseptable. Hvis verdiene er høyere enn .95 indikerer det om overflødig spesifisitet i målingen (Navarro & Foxcroft, 2022). Alle testene som ble reliabilitetstestet, det vil si Backward Digit Span, Listening Recall, Raven og Matrix hadde verdier mellom 75 og 95. På bakgrunn av dette anses kravene for tilfredsstillende reliabilitetskoeffisienter å være oppfylt.

Ut fra korrelasjonsresultatene anses den statistiske styrken å være god. Resultatene for denne studiens undersøkelse er basert på en utvalgsstørrelse som varierte mellom 254 og 142 barn, noe som styrker generaliserbarheten til de slutningene som blir trukket om signifikant sammenheng mellom variablene. Konsistensen i målingene ser konsekvent ut, og det finnes ikke tegn til isolerte funn.

5.2.3 Ytre validitet

Ytre validitet handler om i hvilken grad funnene i en studie kan generaliseres til en større populasjon utover den aktuelle undersøkelsen (Cohen et al., 2018). Denne studien har som mål å undersøke om EF målt i barnehagen og førstetrinn kan predikere leseflyt sterkere enn lesenøyaktighet ett år senere hos norske første- og andreklassinger. Trusler mot ytre validitet er systematiske forhold som kan vanskeliggjøre generalisering *til* eller *over* relevante individer, situasjoner og tider (Lund, 2002). Over-generalisering har med hvor bredt slutningene kan generaliseres. Til-generalisering gjelder slutninger til bestemte individer, situasjoner eller tider i en populasjon. I denne undersøkelsen handler det om funnene kan overføres til populasjonen som her er norske barn fra førskole- og til og med andreklasse alder.

Individhomogenitet i utvalget kan gjøre det vanskelig å generalisere funnene til andre persontyper utover deltakerne i undersøkelsen. En trussel er dersom utvalget ikke er representativt for populasjonen. Utvalget i denne studien er sertifisert trukket innenfor de valgte kommunene og ut ifra utvalgskriterier. Å trekke utvalg ved sertifiseringsgrunnlag innebærer enkel systematisk og delvis tilfeldig utvelging basert på ett eller flere kriterier (Lund, 2002). Valg av kommunene i NumLit prosjektet er gjort med tanke på utdanning og

sosioøkonomisk status til foreldrene til barna som ble ansett å være representative for allmenngyldigheten i Norge. En fordel ved sertifisert utvelging er at prosedyren kan gi økt representativitet enn tilfeldig utvelging, ved at samplingsfeilen reduseres (Lund, 2002). Etter et informasjonsmøte på barnehagens arenaer undertegnet foreldre en frivillig samtykkeerklæring for deltakelse av deres barn i prosjektet. Det er uklart om bakgrunnen til skillet mellom de undertegnede foreldrene og de som ikke ønsket å delta kan ha skapt en seleksjonsbias i utvalget (Navarro & Foxcroft, 2022). En risiko er om utvalget kan bestå av homogene individer, noe som kan føre til ikke generaliserbare resultater. Deltakelsen var imidlertid frivillig, og det er for øvrig ikke noe som indikerer at utvalget ikke er representativt.

Barna i utvalget hadde ikke identifiserte språk- eller lærevansker på testtidspunktet. En større variasjon av lærevansker synes å dukke opp hos elever senere i skoleløpet (Fletcher et al., 2019). Det kan dermed ikke utelukkes at utvalget kan ha en prosentandel av barn med uidentifiserte lærevansker. Store variasjoner i utvalget vil imidlertid vanskeliggjøre overgeneraliseringen (Lund, 2002). Variasjonen i utvalget anses å være tilfredsstillende med tanke på utvalgsprosedyren og barns alder på testtidspunktet.

Å ha et mindre utvalg kan begrense generaliserbarheten av studiens funn (Navarro & Foxcroft, 2022). Utvalget i denne undersøkelsen varierer mellom 254 til 142 barn. Det at dataene i den uavhengige variabelen tekstleseflyt stammer fra et utvalg som er mindre enn de uavhengige variablene vil ikke begrense eller forsterke effekten av prediktorvariablene da disse måler helt forskjellige egenskaper. Dessuten er utvalgsstørrelsen på 142 barn en tilfredsstillende størrelse med tanke på overførbarheten av funnene til den generelle populasjonen.

5.2.4 Indre validitet

Indre validitet referer til i hvilken grad det trekkes riktige kausale slutninger om årsakssammenhenger mellom avhengig og uavhengig variabler innad i undersøkelsen (Navarro & Foxcroft, 2022). Som følge av at denne studien har et ikke-eksperimentell design vil en statistisk sammenheng alltid være forenlig med flere mulige kausale relasjoner (Lund, 2002). Det er ikke mulig å trekke sikre kausale slutninger om årsaksforholdet, dermed gir det undersøkelsen en svak indre validitet. Denne masteroppgaven er en ettårs longitudinell prediksjonsstudie, hvor EF skårer fra barn i førskole og førsteklasse kan forutsi skårer i

tekstleseflyt, lesenøyaktighet og effektiv ordlesing hos barn på første- og andreklasser. Selv om korrelasjonsresultatene indikerer om statistisk sammenheng mellom variablene, sier det ikke noe om EF påvirker de inkluderte leseferdighetene, eller om det er et gjensidig forhold. Dette refereres til som retningsproblemet som er en trussel mot indre validitet. Ut fra tidligere teorier som rapporterer om EFs bidrag i leseflyt og lesenøyaktighet, og ikke omvendt, kan en med tilstrekkelig sikkerhet peke på retningen i denne undersøkelsen. Det at studien er en longitudinell studie styrker den indre validiteten i forhold til retningsproblemet. Gjennom longitudinelle studier får man muligheten til å studere forholdet til utvikling og eventuelle endringer mellom skårene. Ulempen er utfall i utvalget mellom periodene. Som presentert i forrige kapittel, varierer utvalgsstørrelsen blant annet på grunn av stengte skoler i en av kartleggingsperiodene. Frafall i utvalget kan redusere statistisk styrke og kan være problematisk for ytre validitet, ved at det kan skape usystematiske forskjeller i variablene (Lund, 2002). Det kan tenkes at man ikke får studert all den variasjonen man hadde håpet på. Imidlertid, varierte utvalgsstørrelsen i undersøkelsen mellom 254 og 142, og det anses som akseptable generaliserbare utvalgsstørrelser.

Det er tatt høyde for at skårer i leseferdigheter kan være påvirket av andre faktorer. Som et tiltak er det gjennomført hierarkisk multippel regresjonsanalyse som kontrollerer for en tredje variabel, som her var skårer på nonverbal intelligens. Målet for undersøkelsen er å finne graden av variasjonen mellom EF og lesenøyaktighet, effektiv ordlesing og tekstleseflyt uten å peke på retningen til påvirkningsforholdet. Det vi vet fra tidligere er at den generelle kognitive utviklingen skjer med gjensidighet, der utvikling av en ferdighet vil også forbedre utviklingen til en annen, eller motsatt, svekkelser i en ferdigheter fører til svekkelser i en annen (Befring, 2019). Indre validiteten kan styrkes ved at resultatene i undersøkelsen er med på å bekrefte eller avkrefte tidligere hypoteser om årsakssammenhenger mellom variablene (Lund, 2002). Det betyr imidlertid ikke at andre potensielt mulige faktorer skal utelukkes, eller at det kan trekkes kausale slutninger på bakgrunn av funnene. Kausalitet er et omstridt tema i pedagogisk-psykologisk forskning ofte fordi disse termene består av komplekse fenomener som er i konstant endring (Lund, 2002).

I tillegg er leseferdigheter preget av et bredt spekter av individuelle forskjeller, og stimuleres i varierende miljømessige forhold. Dette refereres til som ulike *historie*, ved at ulike erfaringer og påvirkninger kan ha ført til en effekt (Lund, 2002). I denne undersøkelsen handler det om risikoen for seleksjonsbias som ble drøftet i ytre validitet, hvor det er en risiko for at

foreldrenes utdanning og sosioøkonomisk status kan ha påvirket til deltakelse, og at dette kan ha å si for barnas akademiske prestasjoner. Som tidligere nevnt er kommunene valgt på bakgrunn av at disse gjenspeiler den generelle befolkningen i Norge, og deltakelsen var frivillig. En rasjonal argumentasjon for hva som står igjen som den rimeligste konklusjonen vil styrke studiens indre validitet (Lund, 2002).

En annen risiko mot indre validiteten er instrumentering, som handler om forhold ved måleinstrumentet eller måleprosedyren som resulterer i kunstige ikke-konstante resultater. Standardiserte tester og prosedyrer sikrer mot denne trusselen (Lund, 2002). Testene som er brukt i kartleggingen er standardiserte tester, mens noen er spesielt utviklet av forskere spesielt til NumLit prosjektet.

5.4 Konklusjon og veien videre

Formålet med denne masteroppgaven har vært å undersøke sammenhengen mellom eksekutive funksjoner og barns leseferdigheter. Mer spesifikt var det ønskelig å se hvilken forklarings effekt eksekutive funksjoner målt i barnehage og på førstetrinn har på lesenøyaktighet, effektiv ordavkodning og leseflyt på første og andretrinn. Analysene viste at EF målt på første trinnet forklarer 31 % av variansen i tekstleseflyt, 18 % av variansen i mål på effektiv ordlesing, og 16 % av variansen i lesenøyaktighet på andretrinn. På førstetrinn viste resultatene at 16 % av variansen på lesenøyaktighet og 20 % av variansen kunne forklares av eksekutive målt siste året i barnehagen. Disse funnene anses som svært interessante for forskningen på feltet, fordi det finnes ikke mange studier som tar for seg forholdet mellom eksekutive funksjoner og leseflyt. Spesialpedagogisk hjelp står sentralt i barnehageloven og opplæringsloven, og skal sikre at barn får nødvendig støtte for å avhjelpe vansker og utfordringer. Stor del av denne hjelpen ligger i å forebygge utvikling eller forverring av vansker. Formålet med spesialpedagogikken er å fremme læring og livsmestring hos barn og unge med tidlig innsats, herunder skissert under tidlig innsats og tilpasset opplæring i Opplæringslova § 1-3, §1-4 (2023). Lesing har en avgjørende rolle i skolen og senere i livet. Lave leseferdigheter utgjør en kritisk og vedvarende utfordringer i samfunnet. Det bidrar til ulikhet og øker sjansene for frafall i mange livsområder (Castles et al., 2018). Ikke overraskende er å lære å lese et av de primære målene på skolen, fordi nesten alle andre fag forutsetter leseferdigheter. I starten lærer barna å knekke lesekoden for så videre være i

stand til å lese nøyaktig og flytende. Når lesingen er optimalisert skal barnet lese for å lære, og lesing blir et redskap for læring.

De første årene av barnets liv danner grunnlaget for videre læring og utvikling. Forskning er med på å fremskaffe valid kunnskap og utvider vår forståelse ved å belyse viktige problemstillinger som trenger å løftes til diskusjon. Økt kunnskap om hvilke faktorer som støtter eller svekker barns akademiske utvikling er med på å redusere senere problemer. Eksekutive funksjoner (EF) har vist å være en viktig bidragsyter for mestring av mange livsoppgaver, slik som suksess på skolen, på arbeidslivet og i det sosiale livet (Moffitt et al., 2011). Ifølge forskningsfunn på området kan mangelfulle EF i barnehagealderen med stor sikkerhet forutsi senere faglige og adferdsmessige vansker på skolen (Fleischer & Froom, 2017). Oppmerksomheten rundt sammenhengen mellom EF og lesing har økt gradvis de siste årene, ettersom elementer i EF har vist å ha stor betydning for lesetilegnelsen. Forholdet er adressert i mange studier, hvor individuelle forskjeller i EF er relatert til individuelle forskjeller i lesing. Forskningsbevis har også vist at forbedring i EF i løpet av de første årene på skolen spådde leseferdigheter i fjerde klasse. Det er antatt at EF har en interaktiv rolle i koordineringen mellom flere leseferdigheter og strategier, som er god for både leseflyt og leseforståelse (Altemeier et al., 2008). Å inkludere EF i tidlig kartlegging kan identifisere barn som står i risiko for å utvikle lærevansker. Selv om en ser tegn til manglende utvikling av EF betyr ikke det at en skal igangsette store utredninger med det sammen. Men tidlig identifisering iverksette tiltak i form av ekstra stimulering og støtte, for å forebygge forverring eller utvikling av andre vansker i andre områder. Med bakgrunn i denne masteroppgavens funn, anses videre forskning om eksekutive funksjoner og leseferdigheter som ligger i grunn for flyt som svært viktig.

Litteraturliste

- Al Dahhan, N. Z., Halvorson, K., Peek, C. P., Wilmot, D., D’Mello, A., Romeo, R. R., Meegoda, O., Imhof, A., Wade, K., Sridhar, A., Falke, E., Centanni, T. M., DE Gabrielli, J. & Christodoulou, J. A. (2022). Dissociating executive function and ADHD influences on reading ability in children with dyslexia. *Cortex*, *153*(1), 126-142. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.03.025>
- Altani, A., Protopapas, A., Katopodi, K., & Georgiou, G. K. (2020). From individual word recognition to word list and text reading fluency. *Journal of Educational Psychology*, *112*(1), 22–39.
- Altemeier, L. E., Abbott, R. D., & Berninger, V. W. (2008). Executive functions for reading and writing in typical literacy development and dyslexia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *30*(5), 588–606.
- Arrington, C. N., Kulesz, P. A., Francis, D. J., Fletcher, J. M., & Barnes, M. A. (2014). The contribution of attentional control and working memory to reading comprehension and decoding. *Scientific Studies of Reading*, *18*(5), 325-346.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1080/10888438.2014.902461>
- Arnesen, A., Braeken, J., Baker, S., Meek-Hansen, W., Ogden, T., & Melby-Lervåg, M. (2016). Growth in Oral Reading Fluency in a Semitransparent Orthography: Concurrent and Predictive Relations With Reading Proficiency in Norwegian, Grades 2–5. *Reading Research Quarterly*, *52*(2), 177–201.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1002/rrq.159>
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current biology*, *20*(4), R136-R140.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Baddeley, A. & Hitchs, G. (1974). Working memory. I: G.A. Bower (red.), *The psychology of Learning and Motivation*, 47-89. New York: Academic Press.

- Baddeley, A. D., Hitch, G. J., & Allen, R. J. (2019). From short-term store to multicomponent working memory: The role of the modal model. *Memory & cognition*, *47*, 575-588.
<https://link-springer-com.ezproxy.uio.no/article/10.3758/s13421-018-0878-5>
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child development*, *81*(6), 1641-1660.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
- Blair, C., Zelazo, P. D., & Greenberg, M. T. (2016). *Measurement of executive function in early childhood: A special issue of developmental neuropsychology*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203764244>
- Blomert, L. (2011). The neural signature of orthographic–phonological binding in successful and failing reading development. *Neuroimage*, *57*(3), 695-703.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/j.neuroimage.2010.11.003>
- Bollen, K. A. (2002). Latent variables in psychology and the social sciences. *Annual review of psychology*, *53*(1), 605-634.
- Borella, E., Carretti, B., & Pelegrina, S. (2010). The specific role of inhibition in reading comprehension in good and poor comprehenders. *Journal of Learning disabilities*, *43*(6), 541-552.
- Butterfuss, R., & Kendeou, P. (2018). The role of executive functions in reading comprehension. *Educational Psychology Review*, *30*, 801-826.
<https://link-springer-com.ezproxy.uio.no/article/10.1007/s10648-017-9422-6>
- Cain, K. (2010). *Reading development and difficulties* (Vol. 8). John Wiley & Sons.
- Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child development*, *72*(4), 1032-1053.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1111/1467-8624.00333>

- Carroll, J. M., Maughan, B., Goodman, R., & Meltzer, H. (2005). Literacy difficulties and psychiatric disorders: Evidence for comorbidity. *Journal of child psychology and psychiatry*, 46(5), 524-532. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00366.x>
- Catts, H. W., Gillispie, M., Leonard, L. B., Kail, R. V., & Miller, C. A. (2002). The role of speed of processing, rapid naming, and phonological awareness in reading achievement. *Journal of learning disabilities*, 35(6), 510-525. <https://doi.org/10.1177/00222194020350060301>
- Castles, A., Rastle, K., & Nation, K. (2018). Ending the Reading Wars: Reading Acquisition From Novice to Expert. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(1), 5–51. <https://doi.org/10.1177/1529100618772271>
- Christopher, M. E., Miyake, A., Keenan, J. M., Pennington, B., DeFries, J. C., Wadsworth, S. J., Willcutt, E., & Olson, R. K. (2012). Predicting word reading and comprehension with executive function and speed measures across development: A latent variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(3), 470–488. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1037/a0027375>
- Cirino, P. T., Miciak, J., Ahmed, Y., Barnes, M. A., Taylor, W. P., & Gerst, E. H. (2019). Executive function: Association with multiple reading skills. *Reading and writing*, 32, 1819-1846. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11145-018-9923-9>
- Cowan, N. (2008). Chapter 20 What are the differences between long-term, short-term, and working memory? (pp. 323–338). [https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/S0079-6123\(07\)00020-9](https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/S0079-6123(07)00020-9)
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8. Utg.). Routledge.
- Dalland, O. (2020). *Metode og oppgaveskriving*. Gyldendal akademisk.
- Davis, J. L., & Matthews, R. N. (2010). NEPSY-II Review: Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S.(2007). NEPSY—Second Edition (NEPSY-II). San Antonio, TX: Harcourt Assessment. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 28(2), 175-182. <https://doi.org/10.1177/0734282909346716>

- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. *Principles of frontal lobe function*, 466, 503.
<http://devcogneuro.com/Publications/ChapterinStuss&Knight.pdf>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-16
<https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A. (2016). Why improving and assessing executive functions early in life is critical.
<https://psycnet-apa-org.ezproxy.uio.no/fulltext/2015-31283-002.pdf>
- Diamond, A. (2020). Chapter 19–Executive functions. *Handbook of Clinical Neurology*, 173, 225-240. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/B978-0-444-64150-2.00020-4>
- Doyle, C., Smeaton, A. F., Roche, R. A., & Boran, L. (2018). Inhibition and updating, but not switching, predict developmental dyslexia and individual variation in reading ability. *Frontiers in Psychology*, 9, 795. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00795>
- Ehri, L. C. (2014). Orthographic mapping in the acquisition of sight word reading, spelling memory, and vocabulary learning. *Scientific studies of reading*, 18(1), 5-21.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1080/10888438.2013.819356>
- Ehri, L. C. (2005). Learning to Read Words: Theory, Findings, and Issues. *Scientific Studies of Reading*, 9(2), 167–188.
- Fiske, A., & Holmboe, K. (2019). Neural substrates of early executive function development. *Developmental Review*, 52, 42-62.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/j.dr.2019.100866>
- Fletcher, J., Lyon, G. R., Fuchs, L., & Barnes, M. A. (2019). *Learning disabilities: From identification to intervention* (2. Utg.). The Guilford Press.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Young, S. E., DeFries, J. C., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2008). Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in

origin. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(2), 201–225.
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.137.2.201>

Friedman, N. P., Miyake, A., Young, S. E., DeFries, J. C., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2008). Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *Journal of experimental psychology: General*, 137(2), 201.
<https://doi.org/10.1037%2F0096-3445.137.2.201>

Friedman, N. P. & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186-204.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>

Fuchs, L. S., Fuchs, D., Hosp, M. K., & Jenkins, J. R. (2001). Oral reading fluency as an indicator of reading competence: A theoretical, empirical, and historical analysis. *Scientific studies of reading*, 5(3), 239-256.

Furnes, B., & Samuelsson, S. (2011). Phonological awareness and rapid automatized naming predicting early development in reading and spelling: Results from a cross-linguistic longitudinal study. *Learning and Individual differences*, 21(1), 85-95.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/j.lindif.2010.10.005>

García, J. R., & Cain, K. (2014). Decoding and reading comprehension: A meta-analysis to identify which reader and assessment characteristics influence the strength of the relationship in English. *Review of educational research*, 84(1), 74-111.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.3102/0034654313499616>

Gathercole, S., & Pickering, S. (2001). Research Section: Working memory deficits in children with special educational needs. *British Journal of special education*, 28(2), 89-97. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1111/1467-8527.00225>

Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, reading, and reading disability. *Remedial and special education*, 7(1), 6-10.
<https://doiorg.ezproxy.uio.no/10.1177/074193258600700104>

Holland, J., McIntosh, D., & Huffman, L. (2004). The role of phonological awareness, rapid automatized naming, and orthographic processing in word reading. *Journal of*

Psychoeducational Assessment, 22(3), 233-260.

<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1177/073428290402200304>

Hudson, R. F., Pullen, P. C., Lane, H. B., & Torgesen, J. K. (2008). The complex nature of reading fluency: A multidimensional view. *Reading & Writing Quarterly*, 25(1), 4-32.

<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1080/10573560802491208>

Hulme, C., & Snowling, M. J. (2009). *Developmental disorders of language learning and cognition*. John Wiley & Sons.

Johann, V., Könen, T., & Karbach, J. (2020). The unique contribution of working memory, inhibition, cognitive flexibility, and intelligence to reading comprehension and reading speed. *Child Neuropsychology*, 26(3), 324-344.

<https://doi.org/10.1080/09297049.2019.1649381>

Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology review*, 17, 213-233.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11065-007-9040-z>

Kail, R. V., Lervåg, A., & Hulme, C. (2016). Longitudinal evidence linking processing speed to the development of reasoning. *Developmental science*, 19(6), 1067-1074.

<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1111/desc.12352>

Karr, J. E., Garcia-Barrera, M. A., Holdnack, J. A., & Iverson, G. L. (2018). Advanced clinical interpretation of the Delis-Kaplan Executive Function System: Multivariate base rates of low scores. *The Clinical Neuropsychologist*, 32(1), 42-53.

<https://doi.org/10.1080/13854046.2017.1334828>

Kendeou, P., McMaster, K. L., & Christ, T. J. (2016). Reading comprehension: Core components and processes. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(1), 62-69.

<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1177/2372732215624707>

Kibby, M. Y., Newsham, G., Imre, Z., & Schlak, J. E. (2021). Is executive dysfunction a potential contributor to the comorbidity between basic reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder?. *Child Neuropsychology*, 27(7), 888-910.

<https://doi.org/10.1080/09297049.2021.1908532>

- Klinkenberg, J. E. (2015). Utvikling av avkodning og leseflyt. *Spesialpedagogikk* 3/2015
<https://utdanningsforskning.no/artikler/2015/utvikling-av-avkodning-og-leseflyt/>
- Kuhn, M. R., & Schwanenflugel, P. J. (2019). Prosody, pacing, and situational fluency (or why fluency matters for older readers). *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 62(4), 363-368. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1002/jaal.867>
- Kuhn, M. R., Schwanenflugel, P. J., & Meisinger, E. B. (2010). Aligning theory and assessment of reading fluency: Automaticity, prosody, and definitions of fluency. *Reading research quarterly*, 45(2), 230-251.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1598/RRQ.45.2.4>
- LaBerge, D., & Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive psychology*, 6(2), 293-323.
[https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/0010-0285\(74\)90015-2](https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/0010-0285(74)90015-2)
- Lee, C. S. C. (2023). Executive functions underlie word reading and reading fluency in Chinese children with attention deficit/hyperactivity disorder, reading disabilities, and comorbid attention deficit/hyperactivity disorder and reading disabilities. *Child Neuropsychology*, 1-27.
- Lee, K., Bull, R., & Ho, R. M. (2013). Developmental changes in executive functioning. *Child development*, 84(6), 1933-1953.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1111/cdev.12096>
- Lervåg, A., Bråten, I., & Hulme, C. (2009). The cognitive and linguistic foundations of early reading development: A Norwegian latent variable longitudinal study. *Developmental Psychology*, 45(3), 764–781. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1037/a0014132>
- Lervåg, A., Dolean, D., Tincas, I., & Melby-Lervåg, M. (2019). Socioeconomic background, nonverbal IQ and school absence affects the development of vocabulary and reading

- comprehension in children living in severe poverty. *Developmental science*, 22(5)
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1111/desc.12858>
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British journal of developmental psychology*, 21(1), 59-80.<https://doiorg.ezproxy.uio.no/10.1348/026151003321164627>
- Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International journal of Psychology*, 17(1-4), 281-297. <https://doi.org/10.1080/00207598208247445>
- Logan, J. A., Schatschneider, C., & Wagner, R. K. (2011). Rapid serial naming and reading ability: The role of lexical access. *Reading and Writing*, 24, 1-25.
<https://link-springer-com.ezproxy.uio.no/article/10.1007/s11145-009-9199-1>
- Lonergan, A., Doyle, C., Cassidy, C., MacSweeney Mahon, S., Roche, R. A., Boran, L., & Bramham, J. (2019). A meta-analysis of executive functioning in dyslexia with consideration of the impact of comorbid ADHD. *Journal of Cognitive Psychology*, 31(7), 725-749. <https://doi.org/10.1080/20445911.2019.1669609>
- Lund, T. (2002). *Innføring i forskningsmetodologi*. Oslo: Unipub.
- Melby-Lervåg, M., & Lervåg, A. (2011). Cross-linguistic transfer of oral language, decoding, phonological awareness and reading comprehension: A meta-analysis of the correlational evidence. *Journal of research in reading*, 34(1), 114-135.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2010.01477.x>
- Melby-Lervåg, M., Lyster, S. A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: a meta-analytic review. *Psychological bulletin*, 138(2), 322.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0026744>
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current directions in psychological science*, 21(1), 8-14.<https://doiorg.ezproxy.uio.no/10.1177/0963721411429458>

- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, *41*(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., ... & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, *108*(7), 2693-2698. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1073/pnas.1010076108>
- Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends in cognitive sciences*, *7*(3), 134-140. [https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/S1364-6613\(03\)00028-7](https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/S1364-6613(03)00028-7)
- Morris, B. M., & Lonigan, C. J. (2022). What components of working memory are associated with children's reading skills?. *Learning and individual differences*, *95*, 102114. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102114>
- National Reading Panel. (2000). *Teaching Children to Read. An Evidence-Based Assessment of the Scientific Research Literature on Reading and Its Implications of Reading Instruction*. (Reports of the Subgroups).
- Navarro, D. J., & Foxcroft, D. R. (2019). *Learning statistics with Jamovi: A tutorial for psychology students and other beginners*
- NCER 2017-2000. *National Center for Education Research*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED570880.pdf>
- Nguyen, T. Q., Pickren, S. E., Saha, N. M., & Cutting, L. E. (2020). Executive functions and components of oral reading fluency through the lens of text complexity. *Reading and writing*, *33*, 1037-1073. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11145-020-10020-w>

- Ober, T. M., Brooks, P. J., Homer, B. D., & Rindskopf, D. (2020). Executive functions and decoding in children and adolescents: A meta-analytic investigation. *Educational Psychology Review*, 32, 735-763.
<https://link-springer-com.ezproxy.uio.no/article/10.1007/s10648-020-09526-0>
- Olson, R. K., Keenan, J. M., Byrne, B., & Samuelsson, S. (2014). Why do children differ in their development of reading and related skills?. *Scientific Studies of Reading*, 18(1), 38-54. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1080/10888438.2013.800521>
- Opplæringslova. Kunnskapsdepartementet (2022): LOVDATA.
- Potocki, A., Sanchez, M., Ecalle, J., & Magnan, A. (2017). Linguistic and cognitive profiles of 8-to 15-year-old children with specific reading comprehension difficulties: The role of executive functions. *Journal of Learning Disabilities*, 50(2), 128-142.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1177/0022219415613080>
- Pammer, K., & Kevan, A. (2007). The contribution of visual sensitivity, phonological processing, and nonverbal IQ to children's reading. *Scientific Studies of Reading*, 11(1), 33-53. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1080/10888430709336633>
- Peng, P., Barnes, M., Wang, C., Wang, W., Li, S., Swanson, H. L., Dardick, W., & Tao, S. (2018). A meta-analysis on the relation between reading and working memory. *Psychological Bulletin*, 144(1), 48-76.
<https://doiorg.ezproxy.uio.no/10.1037/bul0000124>
- Persuh, M., LaRock, E., & Berger, J. (2018). Working memory and consciousness: The current state of play. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 78.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00078>
- Protopapas, A., Archonti, A., & Skaloumbakas, C. (2007). Reading ability is negatively related to Stroop interference. *Cognitive Psychology*, 54(3), 251-282.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/j.cogpsych.2006.07.003>

- Rey-Mermet, A., Gade, M., Souza, A. S., von Bastian, C. C., & Oberauer, K. (2019). Is executive control related to working memory capacity and fluid intelligence? *Journal of Experimental Psychology: General*, *148*(8), 1335–1372.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1037/xge0000593>
- Ruyter, K. W. (2003). *Forskningsetikk: beskyttelse av enkeltpersoner og samfunn*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Rosen, M. L., Sheridan, M. A., Sambrook, K. A., Meltzoff, A. N., & McLaughlin, K. A. (2018). Socioeconomic disparities in academic achievement: A multi-modal investigation of neural mechanisms in children and adolescents. *NeuroImage*, *173*, 298-310.
- Sesma, H. W., Mahone, E. M., Levine, T., Eason, S. H., & Cutting, L. E. (2009). The contribution of executive skills to reading comprehension. *Child neuropsychology*, *15*(3), 232-246.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1080/09297040802220029>
- Share, D.L. (2008). On the anglocentricities of current reading research: The perils of over-reliance of an «outlier» orthography. *Psychological Bullentine*, *135*, s. 584–615.
- Snowling, M. J., & Hulme, C. (Eds). (2005). *The science of reading: A handbook*. Blackwell Publishing.
- Spaniol, M., & Danielsson, H. (2022). A meta-analysis of the executive function components inhibition, shifting, and attention in intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, *66*(1-2), 9-31.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1111/jir.12878>
- Starcke, K., Wiesen, C., Trotzke, P., & Brand, M. (2016). Effects of acute laboratory stress on executive functions. *Frontiers in Psychology*, *7*, 461.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00461>
- Steady, L. M., & Compton, D. L. (2019). Examining the role of imageability and regularity in word reading accuracy and learning efficiency among first and second graders at risk for reading disabilities. *Journal of experimental child psychology*, *178*, 226-250.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/j.jecp.2018.09.007>

- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly journal of experimental psychology*, 59(4), 745-759.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1080/17470210500162854>
- Swan, D., & Goswami, U. (1997). Phonological awareness deficits in developmental dyslexia and the phonological representations hypothesis. *Journal of experimental child psychology*, 66(1), 18-41. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1006/jecp.1997.2375>
- Schwanenflugel, P. J., & Knapp, N. F. (2015). *The psychology of reading: Theory and applications*. Guilford Publications.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2013). *Using multivariate statistics* (Vol. 6, pp. 497-516). Boston, MA: pearson.
- Tamnes, C. K. (2021). *Nevrokognitiv utviklingspsykologi*. Gyldendal.
- van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. (2013). The structure of executive functions in children: A closer examination of inhibition, shifting, and updating. *British Journal of Developmental Psychology*, 31(1), 70-87.
<https://doi.org/10.1111/j.2044-835x.2012.02079.x>
- Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, 35(5), 427-449. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/j.intell.2006.09.001>
- Van Ijzendoorn, M. H., & Bus, A. G. (1994). Meta-analytic confirmation of the nonword reading deficit in developmental dyslexia. *Reading Research Quarterly*, 267-275.
<https://doi.org/10.2307/747877>
- Wagner, R. K., Schatschneider, C., & Phythian-Sence, C. (Eds.). (2009). *Beyond decoding: The behavioral and biological foundations of reading comprehension*. Guilford Press.

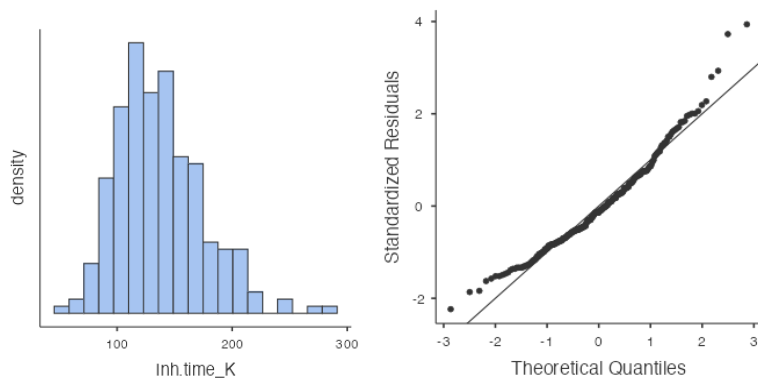
- Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological bulletin*, *101*(2), 192.
<https://psycnet-apa-org.ezproxy.uio.no/fulltext/1987-18273-001.pdf>
- Wiebe, S. A., & Karbach, J. (2018). *Executive function: development across the life span*.
- Wolf, M., & Bowers, P. G. (1999). The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *Journal of educational psychology*, *91*(3), 415.
- Yeniad, N., Malda, M., Mesman, J., Van IJzendoorn, M. H., & Pieper, S. (2013). Shifting ability predicts math and reading performance in children: A meta-analytical study. *Learning and Individual Differences*, *23*, 1-9.
<https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1016/j.lindif.2012.10.004>
- Zelazo, P. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2016). *Executive Function: Implications for Education*.

Appendiks A: Fordeling av de målte variablene før transformering

1.

Denne variabelen har en skjevhetsverdi på 0.834, som er innenfor det akseptable.

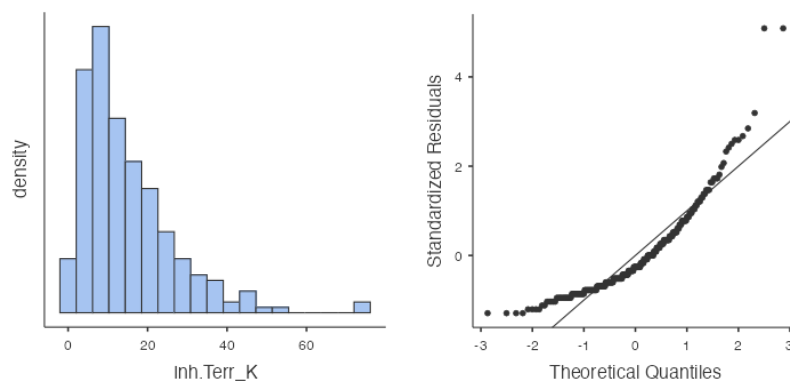
Kurtosisverdien på 1.20. tilsvarer moderate avvik. Basert på Shapiro-Wilk test har variabelen en verdi på $p < .001$, som indikerer avvik fra normalfordelingen.



Figur 1 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonstid, barnehage

2.

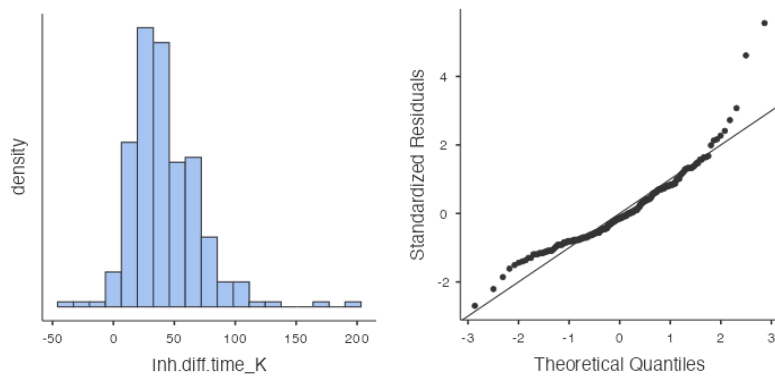
Denne variabelen har en skjevhetsverdi på 1.85, som tilsvarer moderat avvik. Kurtosisverdien på 5.19 tilsvarer stort avvik og tyder på at flere verdier ligger i halen sammenlignet med en normalfordeling. Basert på Shapiro-Wilk test avviker fordelingen fra normalfordelingen med en verdi på $p = < .001$.



Figur 2 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonsfeil, barnehage

3.

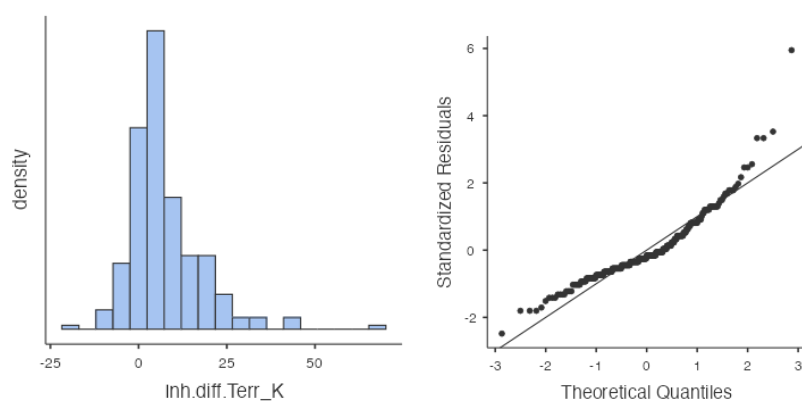
Denne variabelen har en skjevhetsverdi på 1.44, som tilsvarer moderat avvik og noe høyreskjev fordeling. Kurtosisverdien er på 5.24, som tilsvarer stort avvik og relativt flat kurve. Basert på Shapiro-Wilk test har den en verdi på $p < .001$, og fordelingen er ikke normalfordelt.



Figur 3 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonsforskjell tid, Barnehage

4.

Denne variabelen har en skjevhetsverdi på 1.60, som tilsvarer en moderat skjevhet, og en kurtosisverdi på 5.72, som tilsvarer et stort avvik. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som indikerer avvik fra en normalfordeling.

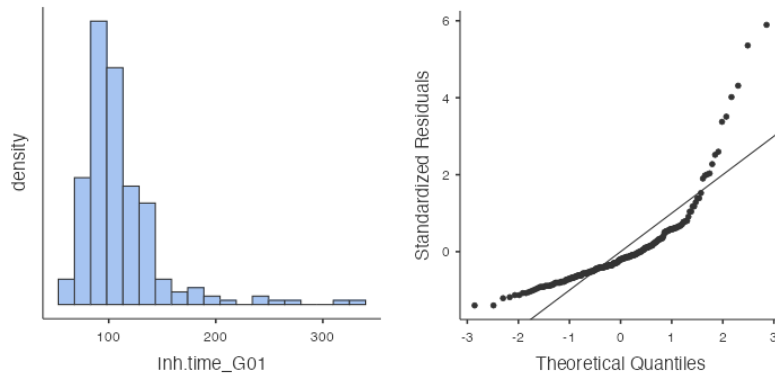


Figur 4 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonsforskjell feil, Barnehage

5.

Denne variabelen avviker fra normalfordelingen med en skjevhetsverdi på 2.80.

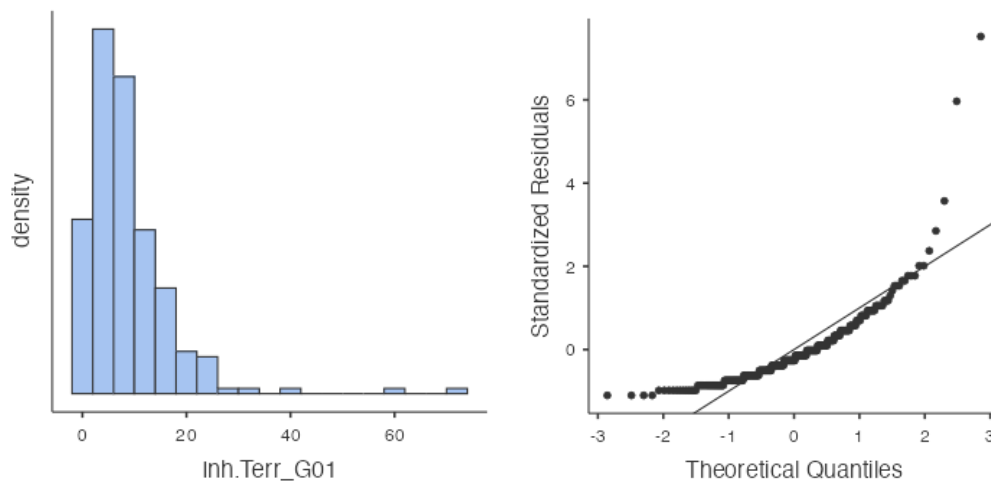
Kurtosisverdien på hele 10.9 tilsvarer et stort avvik. Histogrammet illustrerer en betydelig høyreskjev fordeling med flere uteliggere langt fra hovedfordelingen. Shapiro-Wilk testen har en verdi på $p < .001$, dermed avviker fordelingen fra normalfordelingen.



Figur 5 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonstid 1. trinn

6.

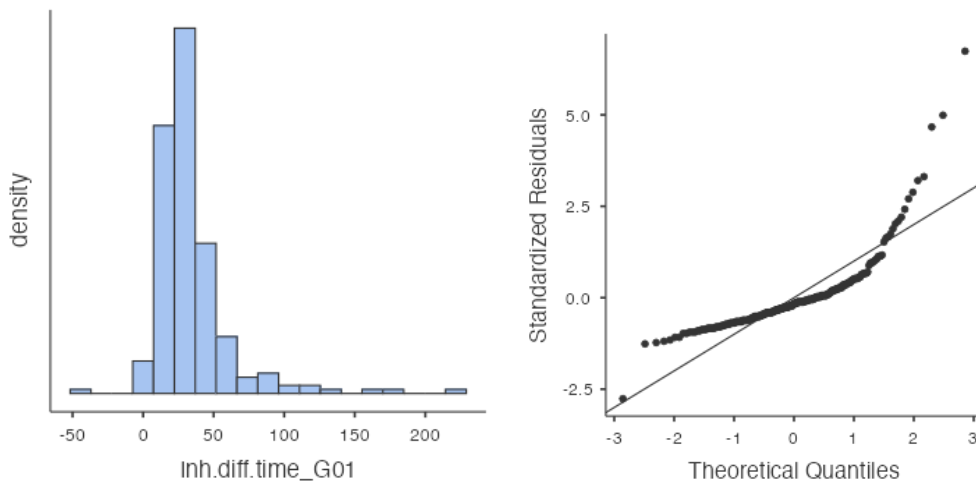
Denne variabelen har en skjevhetsverdi på 3.30 og en Kurtosisverdi på 18.6, som tilsvarer et betydelig stort avvik. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som indikerer avvik fra normalfordelingen.



Figur 6 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonsfeil, 1. trinn

7.

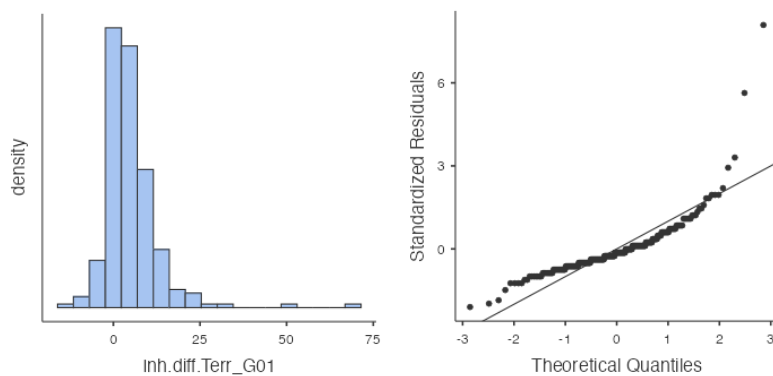
Denne variabelen har en skjevhetsverdi på 2.91 og en kurtosisverdi på hele 13.5, som tilsvarer betydelig avvik fra normalfordelingen. Shapiro-Wilk testen har en verdi på $p < .001$, som indikerer avvik fra normalfordelingen.



Figur 7 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonsforskjell (tid), 1.trinn

8.

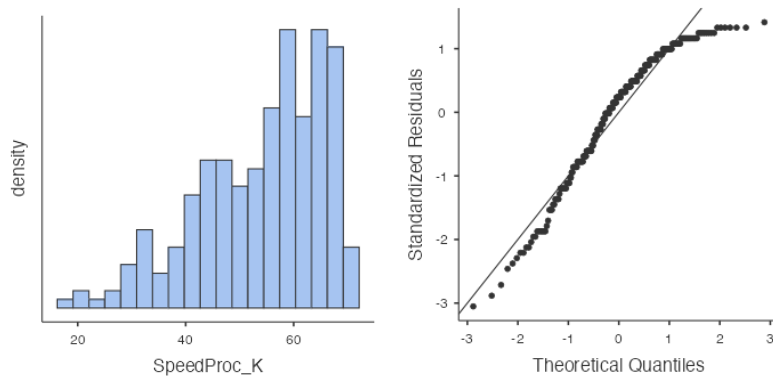
Variabelen avviker betydelig fra normalfordelingen med en skjevhetsverdi på 3.43 og kurtosisverdi på 22.2. Shapiro-Wilk testen har en verdi på $p < .001$, som tilsvarer avvik fra normalfordelingen.



Figur 8 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonsforskjell feil, 1.trinn

9.

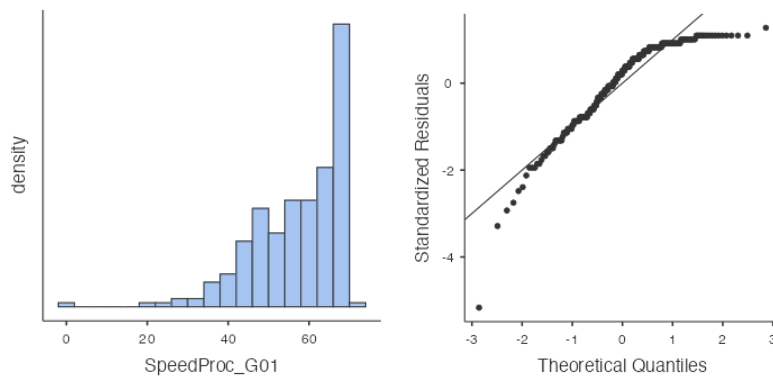
Denne variabelen har en skjevhetsverdi på -0.766 , som tilsvarer en venstreskjev fordeling. Kurtosisverdien på -0.137 tyder om små avvik. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som indikerer at fordelingen avviker fra en normalfordeling.



Figur 9 Histogram og Q-Q plot for Prosesseringshastighet, Barnehage

10.

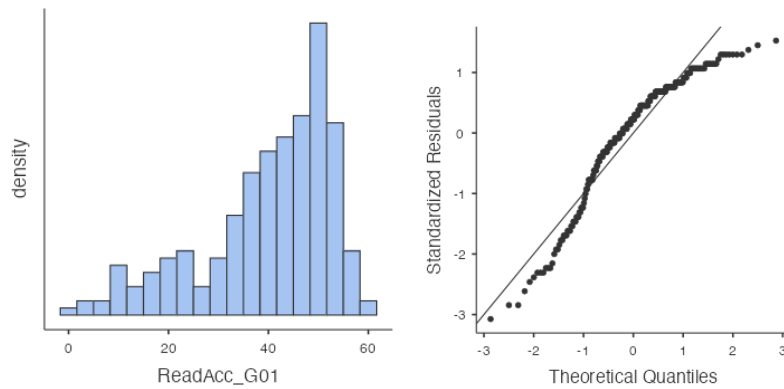
Variabelen Prosesseringshastighet målt på 1. trinn har en skjevhetsverdi på -1.29 , som tilsvarer små avvik og en venstreskjev fordeling. Kurtosisverdien på 2.62 indikerer en overvekt av verdier i halen. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$ og indikerer at fordelingen ikke er normalfordelt.



Figur 10 Histogram og Q-Q plot for Prosesseringshastighet, 1. trinn

11.

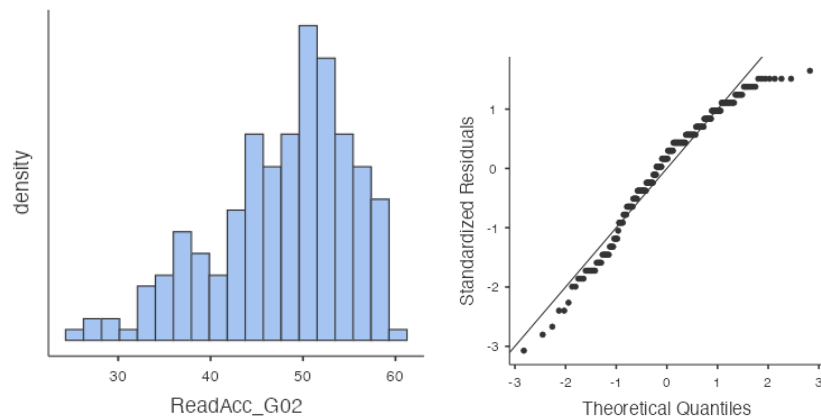
Denne variabelen har en skjevhetsverdi på -0.990 , som tyder om en noe venstreskjev fordeling. Kurtosisverdien ligger på 0.312 , som er innenfor det akseptable. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som indikerer at fordelingen avviker fra en normalfordeling.



Figur 11 Histogram og Q-Q plot for *Lesenøyaktighet, 1. trinn*

12.

Variabelen *Lesenøyaktighet* målt på 2. trinn har en skjevhetsverdi på -0.694 og en kurtosisverdi på -0.0644 . Dette tilsvarer små avvik og er innenfor det akseptable. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som indikerer at fordelingen ikke er normalfordelt. Histogrammet illustrerer en venstreskjevhet fordeling. Q-Q plot viser at enkelte verdier er spredt i ytterkantene.

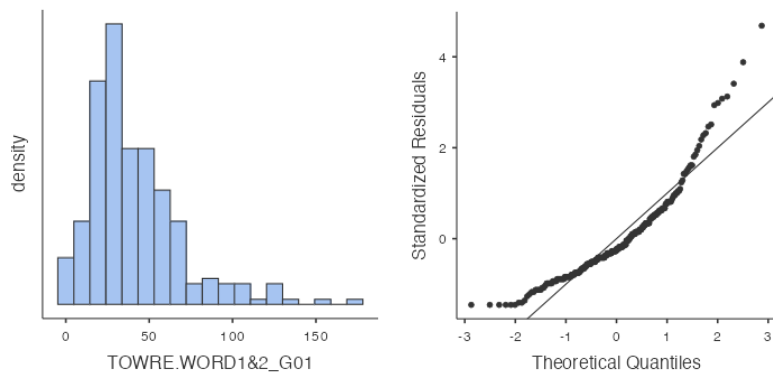


Figur 12 Histogram og Q-Q plot for variabelen *Lesenøyaktighet, 2. trinn*

13.

Denne variabelen består bare av ekte ord lest korrekt, og stammer fra to av fire deltester i TOWRE. De to andre deltestene som innebærer nonord er ikke med i beregningen. Ordleseflyt målt på 1.trinn har en skjevhetsverdi på 1.56 , som tilsvarer små til moderate avvik. Kurtosisverdien avviker fra en normalfordeling med hele 3.39 , som tilsvarer stort avvik. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som indikerer også at fordelingen avviker fra en normalfordeling. Som histogrammet illustrerer, er fordelingen tydelig venstreskjev,

men en overvekt av verdier i halen. Q-Q plot illustrerer at flere verdier ligger spredt i ytterpunktene.

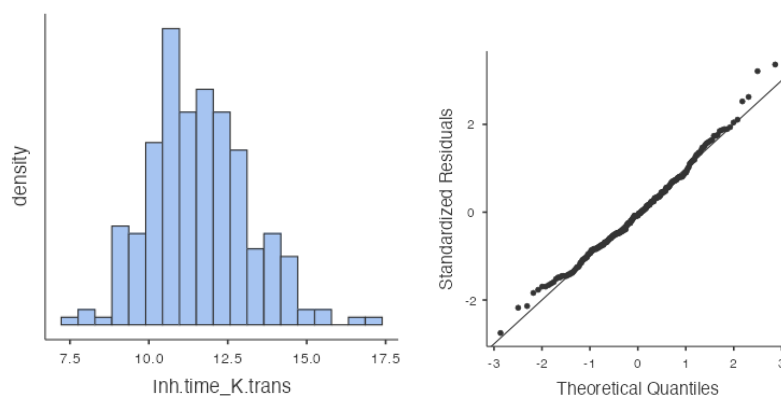


Figur 13 Histogram og Q-Q plot for TOWRE, 1. trinn

Appendiks B: Fordeling av variablene som er brukt i undersøkelsen

Vurdering av variabelen inhibisjonstid i Barnehage

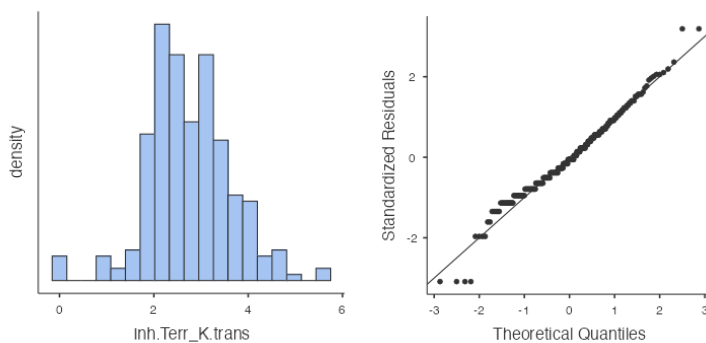
Variabelen har blitt SQRT-transformert. Skjevhetsverdien på .39 og en kurtosisverdien på .37, som er innenfor det akseptable. Shapiro Wilk test har en verdi på $p = .072$, og dataene er normalfordelte. Histogrammet illustrer en noe mer normalfordelt data, Q-Q plot har fått en rettere linje, med noe data spredt i ytterpunktene.



Figur 1 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonstid, barnehage

Vurdering av variabelen Inhibisjonsfeil Barnehage

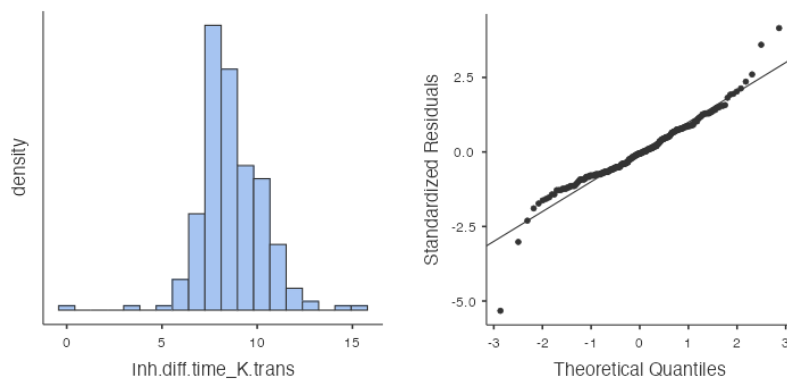
Denne variabelen har blitt transformert med formelen $= \sqrt{1/2.5}$. Skjevhetsverdien på .05, og kurtosisverdien på 1.04, er innenfor det akseptable. Shapiro-Wilk test er på $p = .002$, og fordelingen avviker fra en normalfordeling. Histogrammet illustrerer lange topper i midten, men relativt innenfor normalfordelingen og få data langt i ytterkantene. Q-Q plott har en rett linje, med uteliggere i ytterpunktene.



Figur 2 Histogram og Q-Q plot av variabel Inhibisjons feil, barnehage

Vurdering av variabelen Inhibisjonsforskjell tid Barnehage

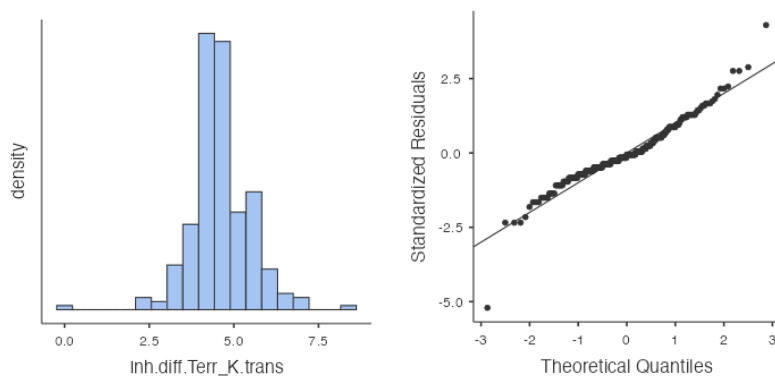
Denne variabelen har blitt transformert med formelen $= (+35)**(1/2)$. Skjevhetsverdien er på $-.05$ som er innenfor det akseptable. Kurtosisverdien på 4.35 , tilsvarer et stort avvik. Shapiro- Wilk test har fortsatt en verdi på $p = <.001$, men histogrammet illustrer en noe venstreskjev spissfordeling, men med flest data samlet rundt gjennomsnittet. Q-Q plot illustrer en rettlinje med få data i ytterpunktene.



Figur 3 Histogram og Q-Q plot av Inhibisjonsforskjell (tid), barnehage

Vurdering av variabelen Inhibisjonsforskjell feil Barnehage

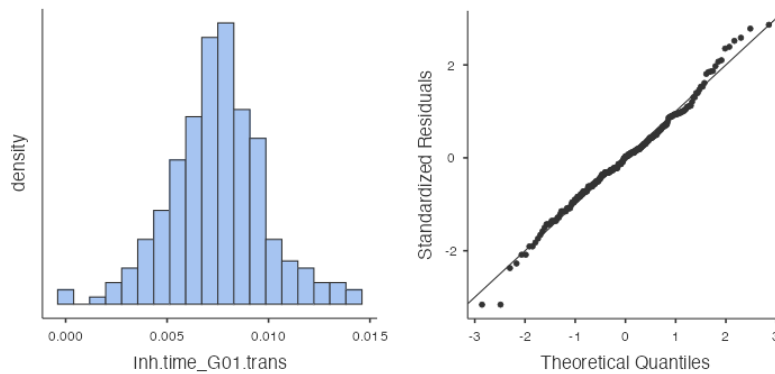
Denne variabelen har blitt transformert med formelen $= (+18)**(1/2.1)$. Skjevhetsverdien er på $.04$, som er innenfor det akseptable. Kurtosisverdien er på 4.02 , som forteller om et stort avvik. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p <.001$, og variabelen er fortsatt ikke normalfordelt. Histogrammet illustrerer en spissfordeling med to lange topper. Dataene er samlet rundt gjennomsnittet med få verdier langt ut i halene. Q-Q plot viser at det er utelliggere, ellers en jevn rett linje.



Figur 4 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonsforskjell (feil), Barnehage

Vurdering av variabelen Inhibisjonstid 1. trinn

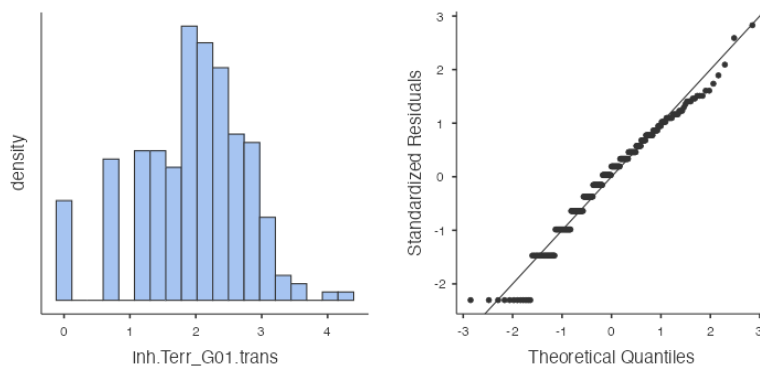
Den variabelen har blitt transformert med formelen $= \frac{1.0}{58} - 1.0/(Inh. time)$ en skjevhetsverdi på .06, og kurtosisverdien på .77, som er innenfor det akseptable. Shapiro-Wilk testen har en verdi på $p = .080$, og dataene er innenfor normalfordelingen. Histogrammet illustrerer en fin symmetrisk kurve, og Q-Q plot illustrerer en rett linje med to data spredt i ytterpunktet.



Figur 5 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonstid 1.trinn

Vurdering av variabelen Inhibisjonsfeil 1. trinn

Den variabelen har blitt transformert med funksjonen = LN. Skjevhetsverdien på $-.36$, tilsvarer stort skjevhet mot høyere side. Kurtosisverdien på .05 er innen det akseptable. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som indikerer at fordelingen fortsatt avviker fra normalfordelingen. Histogrammet illustrerer flere lange topper rundt gjennomsnittet, med noen data i halene. Q-Q plot viser residualer som ligger på en rett linje, med noe spredning i ytterpunktene.

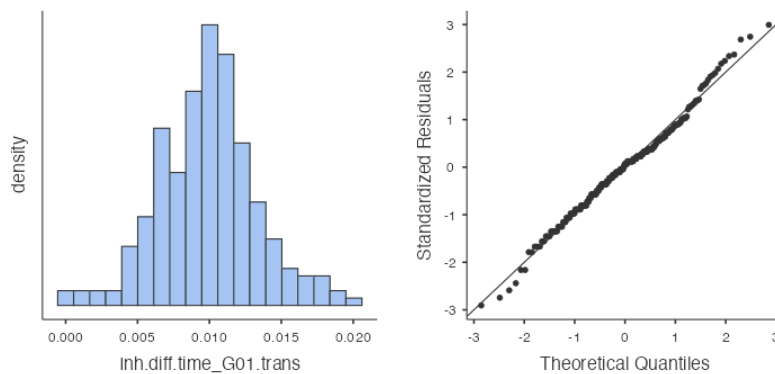


Figur 6 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonsfeil, 1.trinn

Vurdering av variabelen Inhibisjonsforskjell tid 1. trinn

Denne variabelen har blitt transformert med funksjonen $= \frac{1.0}{42} - 1.0/(Inh. diff. time + 43)$.

Skjevhetsverdien på .11, og Kurtosisverdien på .62, er innenfor det akseptable. Fordelingen er normalfordelt med en verdi på $p = .092$. Histogrammet illustrer en relativt fin symmetrisk kurve. Q-Q plot viser en nærmest rett linje.

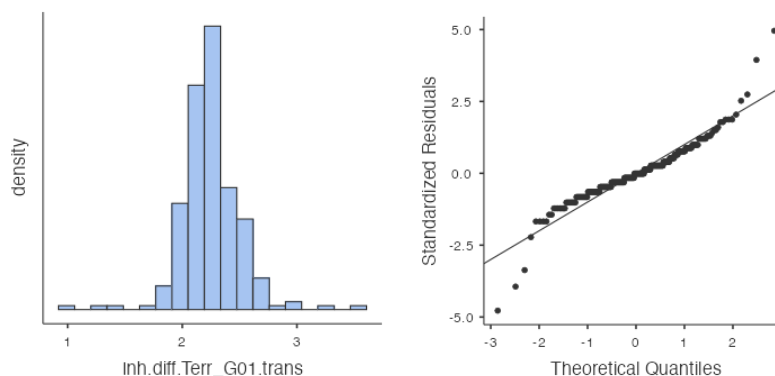


Figur 7 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonsforskjell (tid), 1.trinn

Vurdering av variabelen Inhibisjonsforskjell feil 1.trinn

Denne variabelen har blitt transformert med funksjonen $= (Inh. diff. terr + 13) ** (\frac{1}{3.5})$.

Skjevhetsverdien er 0.13, og er innenfor det akseptable. Kurtosisverdien er på 6.09, som tyder om skjev fordeling. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, og fordelingen avviker fra en normalfordeling. Histogrammet illustrerer lange topper som tyder om takeffekt i denne testen. Q-Q plott illustrerer at det meste av dataen ligger i rett linje, med uteliggere langt fra normalfordelingen.

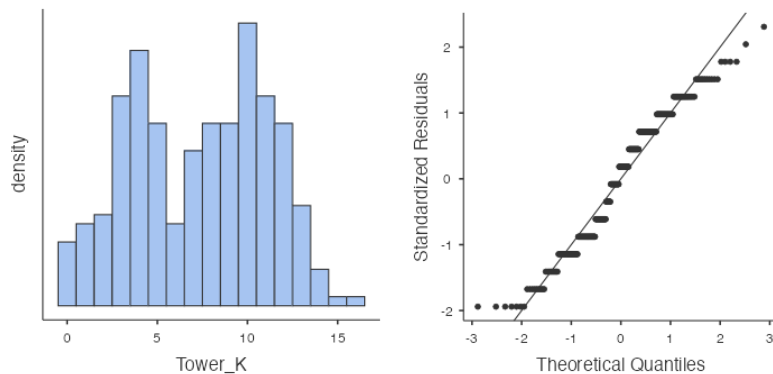


Figur 8 Histogram og Q-Q plot for Inhibisjonsforskjell (feil), 1.trinn

Vurdering av variabelen Tower of London Barnehage

Variabelen Tower of London målt siste året i barnehage har en skjevhetsverdi på $-.0989$ og en kurtosisverdi på -1.05 som tilsvarer små avvik sammenlignet med en normalfordeling.

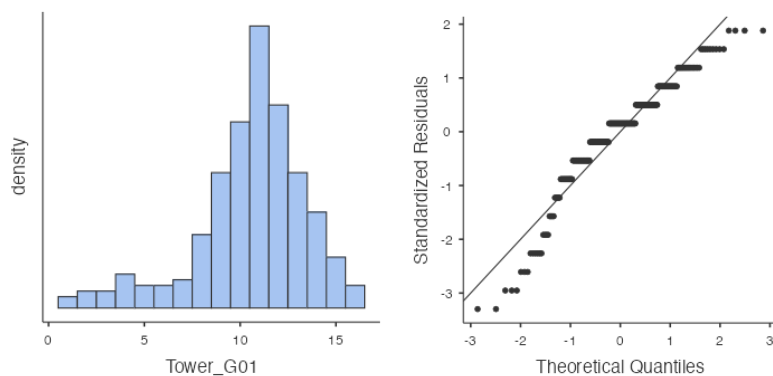
Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som indikerer at fordelingen ikke er normalfordelt. Ut fra histogrammet kan man se at verdier er fordelt med to toppe på hver side av distribusjonen. Q-Q plot illustrer spredning av verdier i ytterpunktene.



Figur 9 Histogram og Q-Q plot for Tower of London, Barnehage

Vurdering av variabelen Tower of London, 1. Trinn

Variabelen Tower of London målt på 1. trinn har en skjevhetsverdi på $-.984$ og en kurtosisverdi på 1.34 , som tilsvarer små avvik. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som indikerer avvik fra en normalfordeling. Som histogrammet illustrerer, har den en venstreskjev fordeling. Q-Q plot illustrer at flere verdier er spredt i ytterpunktene.



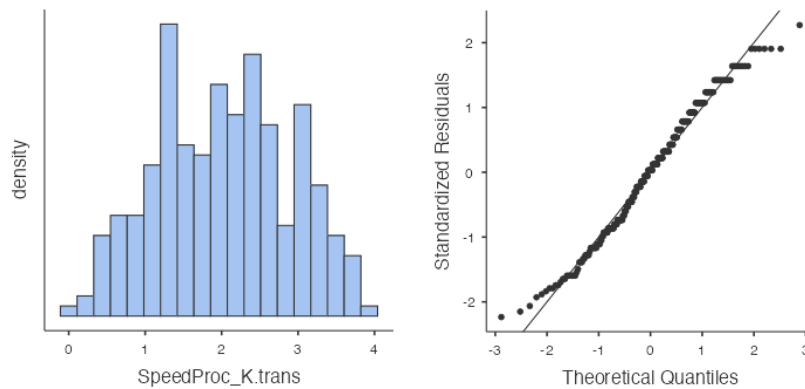
Figur 10 Histogram og Q-Q plot for Tower of London, 1. Trinn

Vurdering av variabelen Prosesseringshastighet Barnehage

Denne variabelen har blitt transformert med formelen $= 5 - (72 - SpeedProc) ** (\frac{1}{2.5})$.

Skjevhetsverdien er på -0.03 , og kurtosisverdien er på -0.81 , som er innenfor det akseptabel. Shapiro-Wilk testen har en verdi på $p = .005$, og indikerer at fordelingen avviker

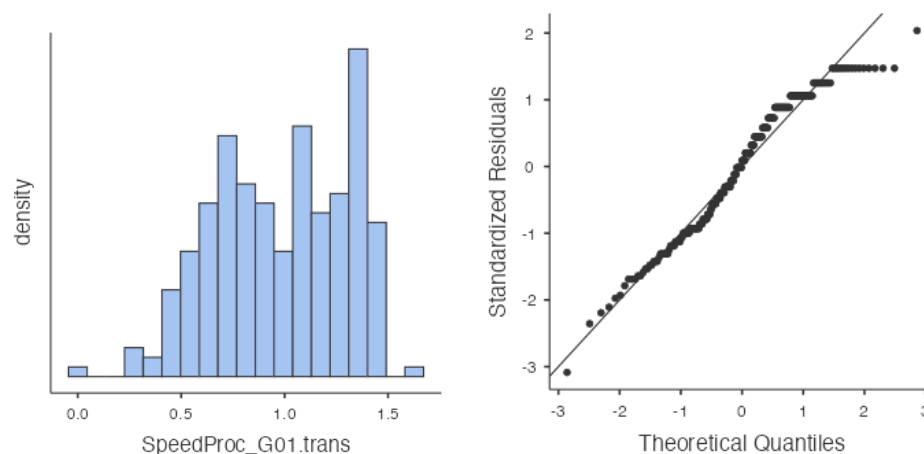
fra en normalfordeling. Som histogrammet illustrerer, har fordelingen flere lange topper, men distribusjonen har en jevn fordeling og følger en symmetrisk bue. Q-Q plot illustrerer en jevn og rett linje med spredning av data på toppen og med noe variasjon.



Figur 11 Histogram og Q-Q plot av Prosesseringshastighet, barnehage

Vurdering av variabelen Prosesseringshastighet 1. trinn

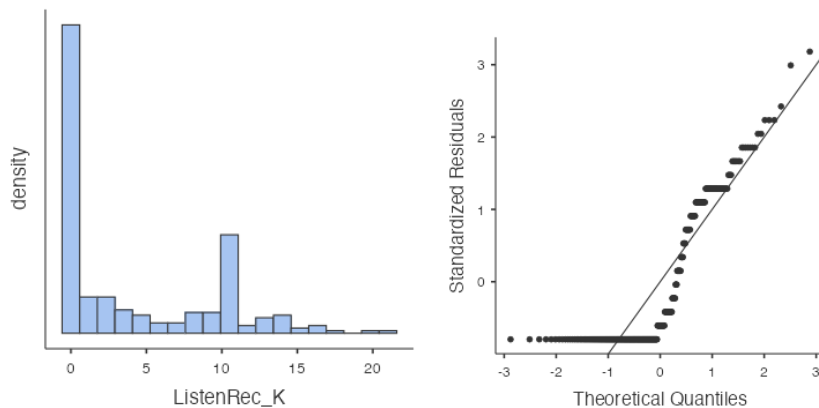
Denne variabelen har blitt transformert med formelen $= 75 ** \left(\frac{1}{4}\right) - (75 - SpeedProc) ** \left(\frac{1}{4}\right)$. Skjevhetsverdien er på -0.27 , og kurtosisverdien er på -0.80 , som tilsvarer mindre avvik. Shapiro-Wilk test har en verdi på $< .001$, forteller om en ikke normalfordelt fordeling. Som histogrammet illustrerer er distribusjonen høyere skjev med tre tydelige topper, som kan tyde om at testen var enkel for disse elevene. Q-Q plott illustrerer en jevn fordeling med spredning på toppen.



Figur 12 Histogram og Q-Q plot for Prosesseringshastighet, 1.trinn

Vurdering av variabelen Listning Recall Barnehage

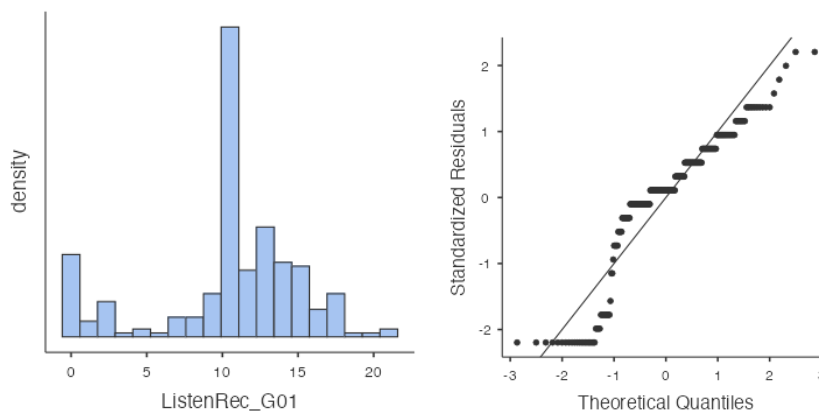
Variabelen Listning Recall målt siste året i barnehage har en skjevhetsverdi på 0.898 og en kurtosisverdi på -0.500 . Selv om verdiene går mot null viser histogrammet en tydelig gulveffekt, som betyr at mange barn hadde lave skår i denne testen. Dette kan tyde om at testinstrumentet inneholder vanskelige deler for denne aldergruppen. Distribusjonen har imidlertid betraktelig høye skår i ytterkanten, og fordelingen er høyreskjev. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som tilsvarer at fordelingen avviker fra en normalfordeling. Q-Q plot illustrerer at flere verdier faller i ytterpunktene.



Figur 13 Histogram og Q-Q plot for Listning Recall, Barnehage

Vurdering av variabelen Listning Recall 1. trinn

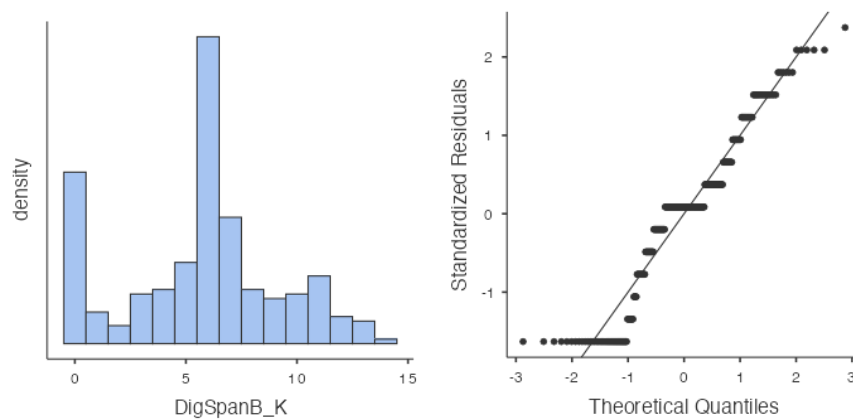
Variabelen Listning Recall målt på 1. trinn har en skjevhetsverdi på 0.888 og en kurtosisverdi på 0.378. Dette tilsvarer små avvik, men histogrammet illustrer takeffekt og en asymmetrisk fordeling. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som indikerer at fordelingen avviker fra en normalfordeling. Q-Q plot illustrer en skjev og saggete fordeling med flere verdier spredt i ytterpunktene.



Figur 14 Histogram og Q-Q plot for *Listning Recall, 1. trinn*

Vurdering av variabelen Backward Digit Span Barnehage

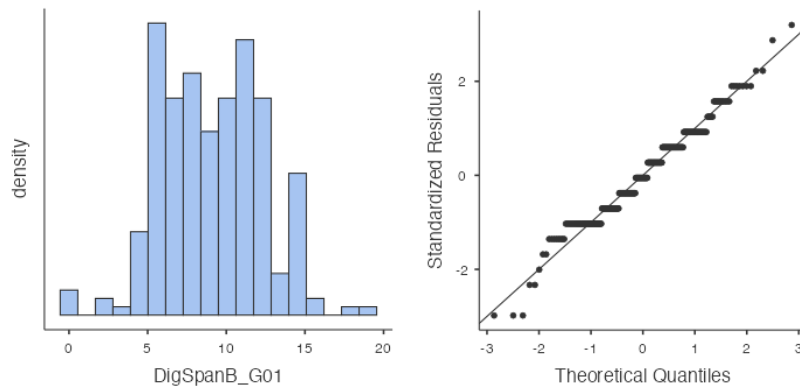
Vurdering av variabelen Backward Digit Span målt siste året i barnehage har en skjevhetsverdi på -0.0528 , som tyder at fordelingen ligger nær en normalfordeling. Den hadde en Kurtosisverdien på -0.497 , som tilsvarer mindre avvik. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som indikerer at fordelingen avviker fra en normalfordeling. Histogrammet illustrer ekstrene forskjeller mellom lave og høye verdier, som tyder om takeffekt. Q-Q plot illustrerer at verdier er spredt i ytterkantene.



Figur 15 Histogram og Q-Q plot for *Backward Digit Span, Barnehage*

Vurdering av variabelen Backward Digit Span 1.trinn

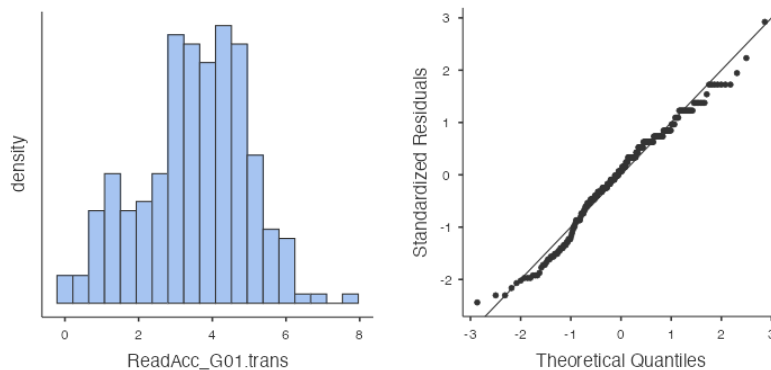
Variabelen Backward Digit Span målt på 1.trinn har en skjevhetsverdi på 0.0475 , som tilsvarer en akseptabel symmetri av distribusjonen. Den har en kurtosisverdi på 0.454 , som tyder om at verdiene er samlet omkring normalfordelingen. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, som indikerer at fordelingen avviker fra en normalfordeling. Histogrammet illustrerer en takeffekt, med relativt høye skår hos de fleste i fordelingen. Q-Q plot illustrerer at det er få verdier spredt i ytterpunktene.



Figur 16 Histogram og Q-Q plot for Backward Digit Span, 1. trinn

4.1.17 Vurdering av variabelen Lesenøyaktighet 1.trinn

Denne variabelen er transformert med formelen $= \text{SQRT}(60) - \text{SQRT}(60 - \text{ReadAcc})$. Skjevhetsverdien er på -0.28 , og kurtosisverdien på -0.29 , er innenfor det akseptable. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p = .004$, som indikerer at fordelingen fremdeles avviker fra en normalfordeling. Histogrammet illustrerer lange topper rundt gjennomsnittet som gir en spiss fordeling. Q-Q plot viser at dataen er samlet på en linje, men med noe variasjon i ytterpunktene.

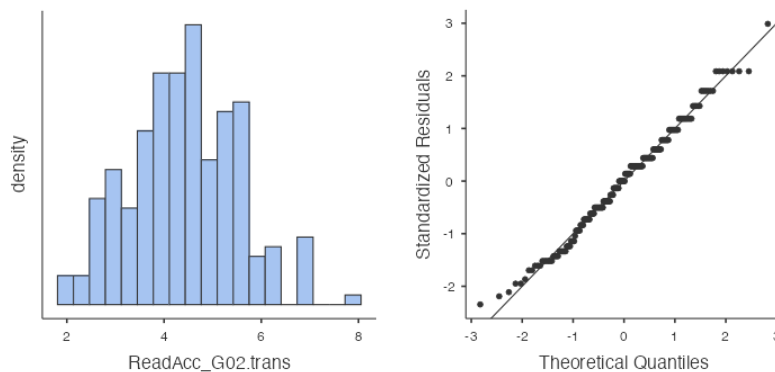


Figur 17 Histogram og Q-Q plot for Lesenøyaktighet, 1.trinn

Vurdering av variabelen Lesenøyaktighet 2. trinn

Denne variabelen har blitt transformert med formelen $= 60 ** \left(\frac{1}{2}\right) - ((60 - \text{ReadAcc}) ** (172))$. Skjevhetsverdien er på $.09$, og kurtosisverdien er på -0.26 , som er innenfor det akseptable. Shapiro-Wilk testen har en verdi på $p = .216$, som indikerer at fordelingen er normalfordelt. Histogrammet illustrerer en symmetrisk fordeling med noe variasjon. Q-Q

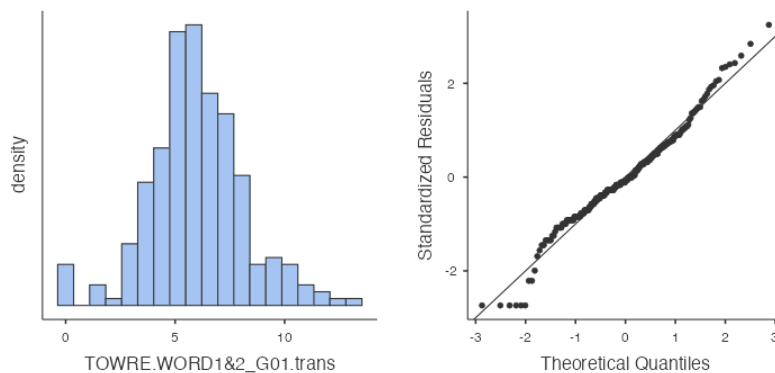
plot illustrer en rett linje med en verdi langt fra gjennomsnittet, som kan tyde om variasjon i skårene.



Figur 18 Histogram og Q-Q plot for lesenøyaktighet, 2.trinn

Vurdering av variabelen TOWRE 1. trinn

Denne variabelen har blitt transformert med formelen $y = \frac{1}{2}x$. Skjevhetsverdien på 0.09, er innenfor det akseptable. Kurtosisverdien på 1.10, forteller om moderat spissfordeling. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p = <.001$, som indikerer at fordelingen avviker fra en normalfordeling. Histogrammet illustrerer en symmetrisk opphoping rundt gjennomsnittet med tydelig lange topper i midten i forhold til lavere skårer i halene. Q-Q plot illustrerer en rett linje i midten, og med noe variasjon i ytterkantene.

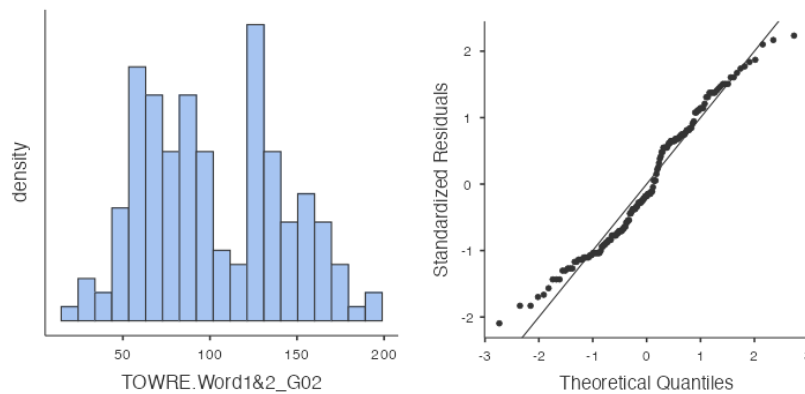


Figur 19 Histogram og Q-Q plot for TOWRE, 1.trinn

Vurdering av variabelen TOWRE 2. trinn

Denne variabelen består av to deltester av TOWRE som innebærer ekte ord lest korrekt per minutt. De to andre deltestene med nonord er ikke med i beregningen. Variabelen har en skjevhetsverdi på 0.215, som tyder om at fordelingen har relativt akseptabel symmetri i

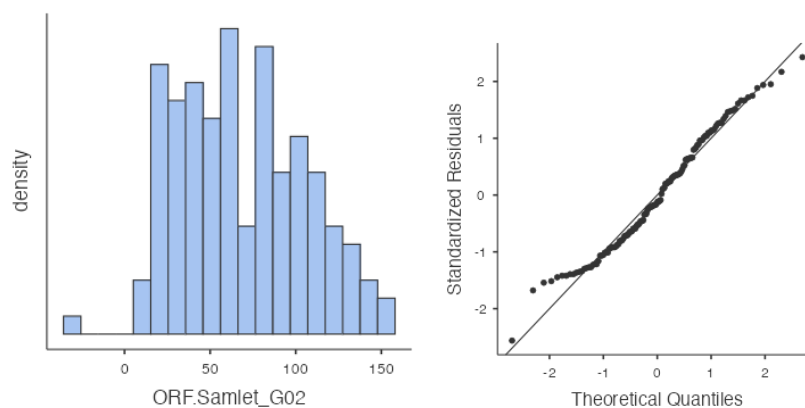
forhold til en normalfordeling. Kurtosisverdien på den er -0.927 og tilsvarer kun små avvik. Shapiro-Wilk testen har en verdi på $p < .001$, som indikerer at fordelingen avviker fra normalfordelingen. Histogrammet illustrer at fordelingen består av flere topper. Q-Q plot viser en sagget fordeling med få verdier i ytterpunktene.



Figur 20 Histogram og Q-Q plot for ordleseflyt TOWRE, 2. trinn

Vurdering av samlev variabel for tekstleseflyt ORF 2. trinn

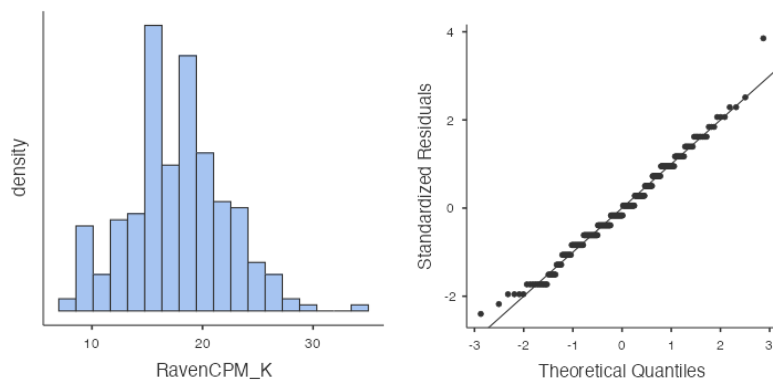
Dette er en samlev variabel av begge deltestene i ORF målt på 2. trinnet. Variabelen har en skjevhetsverdi på 0.216 og en kurtosisverdi på -0.690 . Dette tyder på akseptable verdier med kun små avvik, som betyr at fordelingen ikke har store skjevheter og verdiene ligger omkring normalfordelingen. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p 0.025$, som indikerer at fordelingen avviker fra en normalfordeling. Histogrammet illustrerer at fordelingen har høye verdier i forhold til enkelte. Q-Q plot illustrerer at fordelingen følger en varierende linje med noe variasjon i ytterpunktene.



Figur 21 Histogram og Q-Q plot for tekstleseflyt ORF, 2. trinn

Vurdering av variabelen for nonverbal intelligens (Raven's CPM) Barnehage

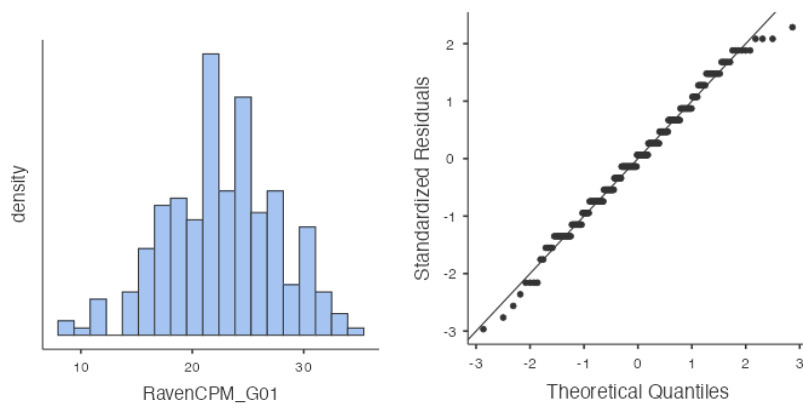
Denne testen brukes som kontrollvariabel i denne masteroppgavens undersøkelse. Variabelen har en skjevhetsverdi på 0.283 og en kurtosisverdi på 0.309, og er innenfor det som er akseptabelt med kun små avvik. Shapiro -Wilk test har en verdi på p 0.026, og indikerer at fordelingen ikke er innenfor en normalfordeling. Som histogrammet illustrerer, ligger meste parten av fordelingen omkring gjennomsnittet og med få ekstremt høye skårer i forhold til fordelingen. Q-Q plot illustrerer få verdier spredt i ytterpunktene.



Figur 22 Histogram og Q-Q plot for Raven´s CPM, Barnehage

Vurdering av variabelen for nonverbal intelligens (Raven´s CPM) 1. trinn

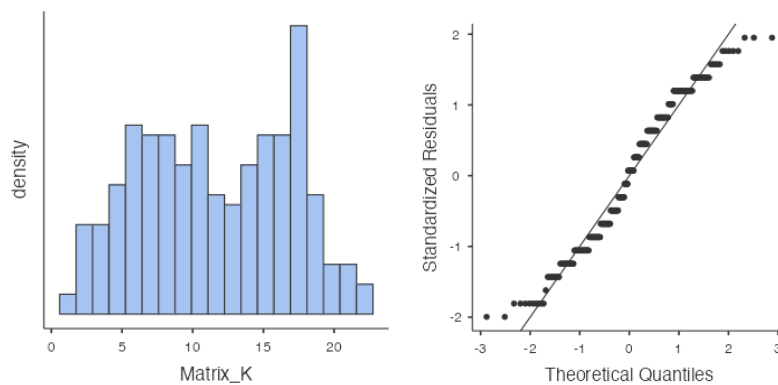
Nonverbal intelligens målt med Raven´s CPM, og er tatt som studiens kontrollvariabel. Den har en skjevhetsverdi på -0.136 og en kurtosisverdi på -0.0515, som er tilsvarende kun små avvik. Shapiro-Wilk testen har en verdi på p 0.096, og testen er innenfor en normalfordeling. Histogrammet illustrerer høye skårer ved gjennomsnittet og fordelingen har en kurve som tilsvarende normalfordeling. Q-Q plot illustrerer at fordelingen følger en rett linje med få spredning av verdier i ytterkantene.



Figur 23 Histogram og Q-Q plot for Raven's CPM, 1. trinn

Vurdering av variabelen nonverbal intelligens (Matrix) Barnehage

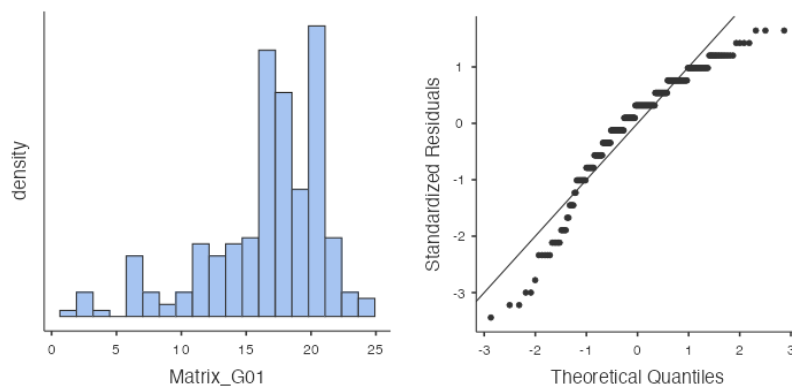
Denne variabelen har en skjevhetsverdi på -0.00520 og en kurtosisverdi på -1.10 , som er innenfor det akseptable og tilsvarer kun små avvik. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, og indikerer at fordelingen avviker fra en normalfordeling. Histogrammet illustrerer en tydelig topp utenfor gjennomsnittet og Q-Q plot illustrerer flere verdier er spredt i ytterkantene.



Figur 24 Histogram og Q-Q plot for Matrix, Barnehage

Vurdering av nonverbal intelligens (Matrix) 1. trinn

Denne variabelen har en skjevhetsverdi på -1.17 og en kurtosisverdi på 1.31 , som tilsvarer små til moderate avvik. Shapiro-Wilk test har en verdi på $p < .001$, og indikerer at fordelingen avviker fra normalfordelingen. Som histogrammet illustrerer, har fordelingen tydelige topper og høyreskjevhet. Q-Q plot illustrerer flere verdier spredt i ytterpunktene.



Figur 25 Histogram og Q-Q plot for Matrix, 1. trinn

Appendiks C: Tabeller av hierarkiske multiple regresjonsanalyser

Tabell 4.9 Hierarkisk multippel regresjonsanalyse 1.trinn, Collinearity Statistics

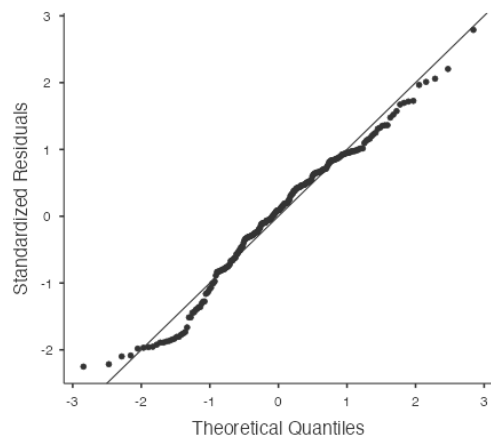
	<u>Lesenøyaktighet</u>		<u>TOWRE</u>	
	VIF	Toleranse	VIF	Toleranse
Raven	1.31	0.76	1.33	0.75
Matrix	1.26	0.79	1.28	0.78
Inhibisjonstid	2.77	0.36	2.68	0.38
Inhibisjonsfeil	2.79	0.36	2.80	0.36
Inhibisjonsforskjell(tid)	2.49	0.40	2.39	0.42
Inhibisjonsforskjell(feil)	2.46	0.41	2.46	0.41
Tower	1.31	0.76	1.33	0.75
Speed Processing	1.19	0.84	1.20	0.83
Listening Recall	1.26	0.80	1.25	0.80
Digit Span Backward	1.47	0.68	1.46	0.69

Tabell 4.9 Hierarkisk multipl regressjonsanalyse 2.trinn, *Collinearity Statistics*

	<u>Lesenøyaktighet</u>		<u>TOWRE</u>		<u>Tekstleseflyt</u>	
	VIF	Toleranse	VIF	Toleranse	VIF	Toleranse
Raven	1.44	0.69	1.39	0.72	1.46	0.69
Matrix	1.29	0.78	1.30	0.77	1.32	0.76
Inhibisjonstid	2.60	0.38	3.76	0.27	3.49	0.29
Inhibisjonsfeil	2.14	0.47	1.98	0.50	1.93	0.52
Inhibisjonsforskjell(tid)	2.36	0.42	3.48	0.29	3.09	0.32
Inhibisjonsforskjell(feil)	2.03	0.49	1.84	0.54	1.85	0.54
Tower	1.17	0.85	1.12	0.89	1.14	0.88
Speed Processing	1.16	0.86	1.22	0.82	1.25	0.80
Listening Recall	1.21	0.83	1.19	0.84	1.17	0.86
Digit Span Backward	1.31	0.76	1.39	0.72	1.29	0.77

Appendiks C: Residualer og Shapiro-Wilk test av studiens 5 hierarkisk multiple regresjonsanalyser

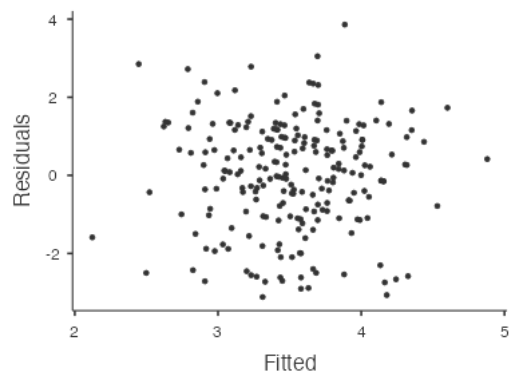
Figur 26 Q-Q plot og Normality test for hierarkisk multipel regresjonsanalyse, Lesenøyaktighet 1.trinn



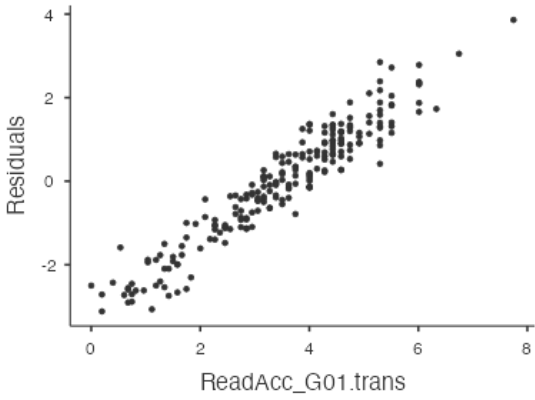
Normality Test (Shapiro-Wilk)

Statistic	p
0.98	0.003

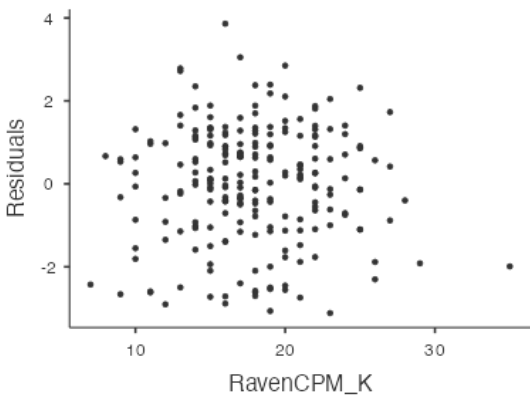
Figur 27 Punktdiagram over fordeling av residualer på predikerte verdier



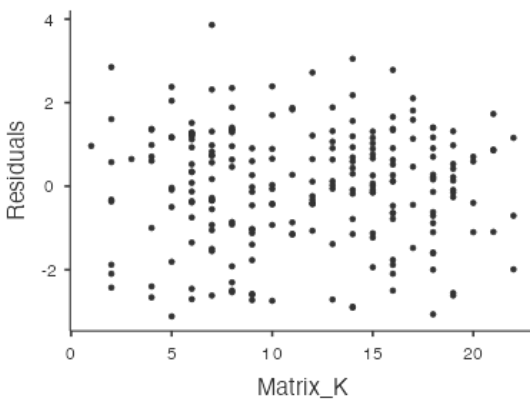
Figur 28 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Lesenøyaktighet, 1.trinn



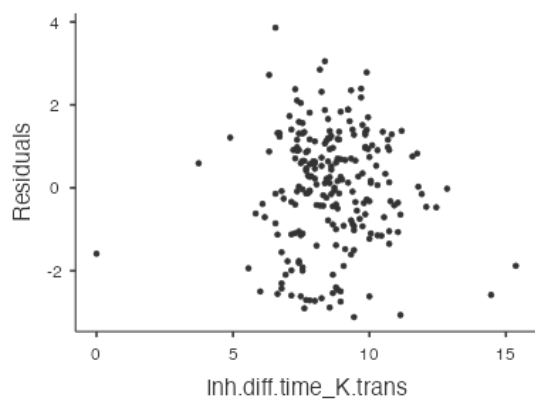
Figur 29 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Raven, barnehage



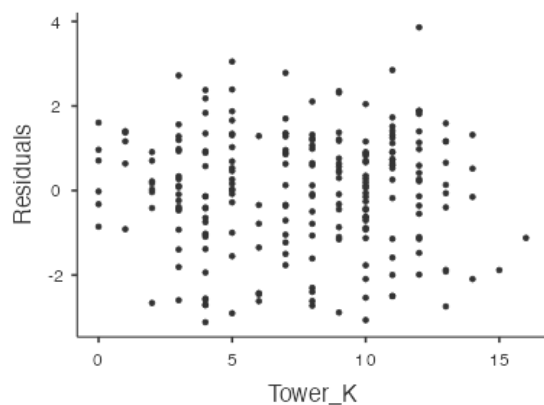
Figur 30 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Matrix, barnehage



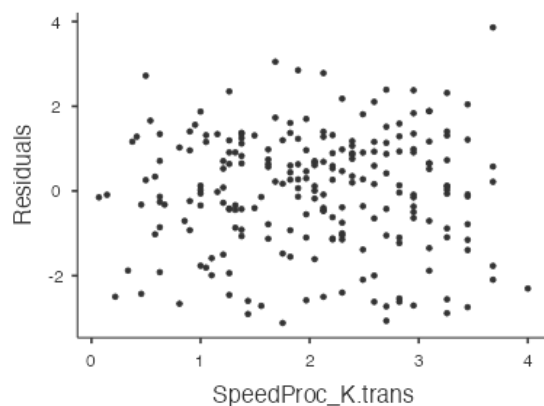
Figur 31 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonsforskjell tid, barnehage



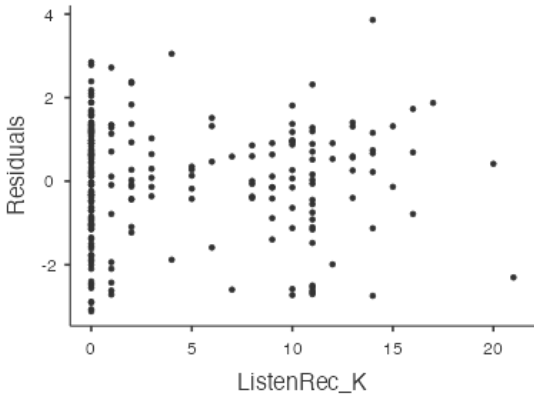
Figur 32 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Tower, barnehage



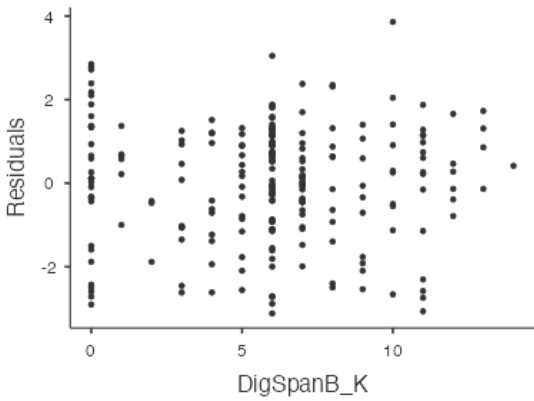
Figur 33 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Prosesseringshastighet, barnehage



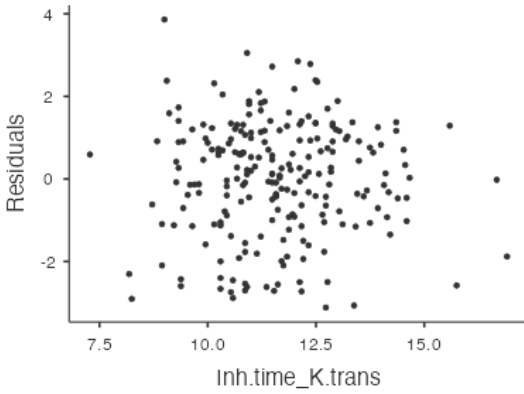
Figur 34 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Listening Recall*, barnehage



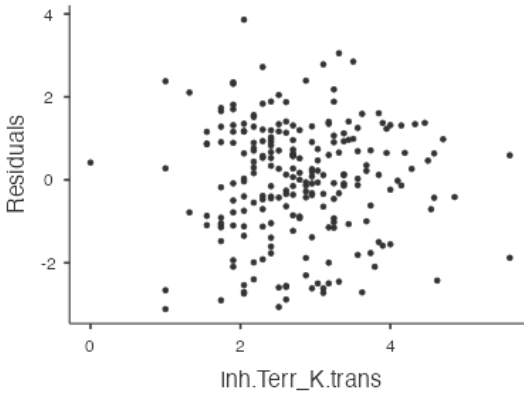
Figur 35 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Digit Span Backward*, Barnehage



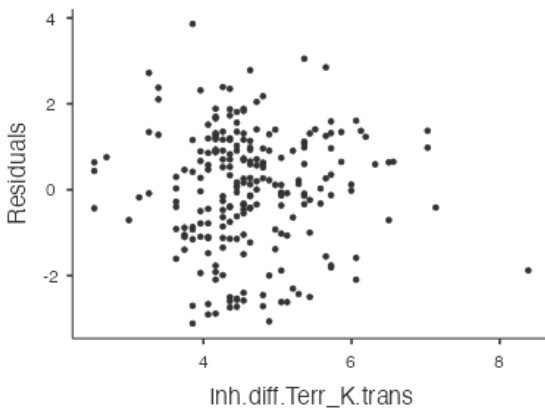
Figur 36 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Inhibisjonstid*, barnehage



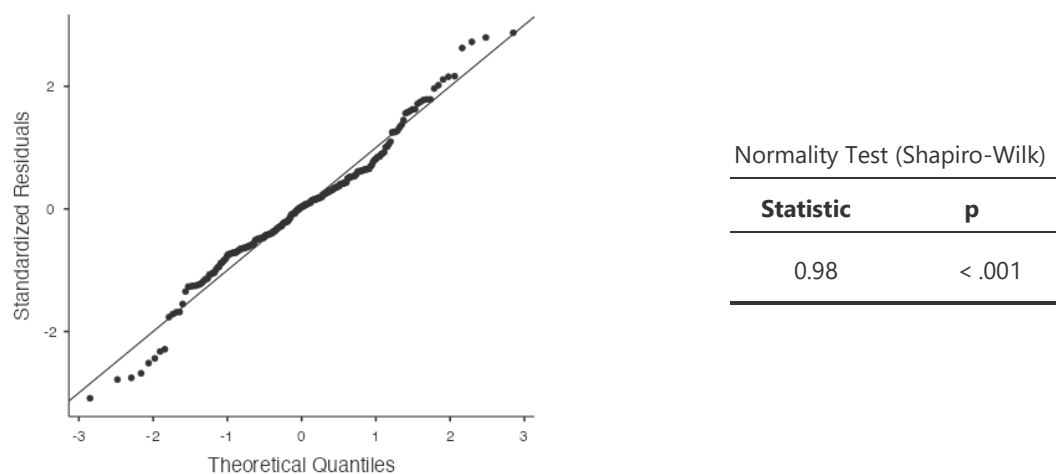
Figur 37 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonsfeil, Barnehage



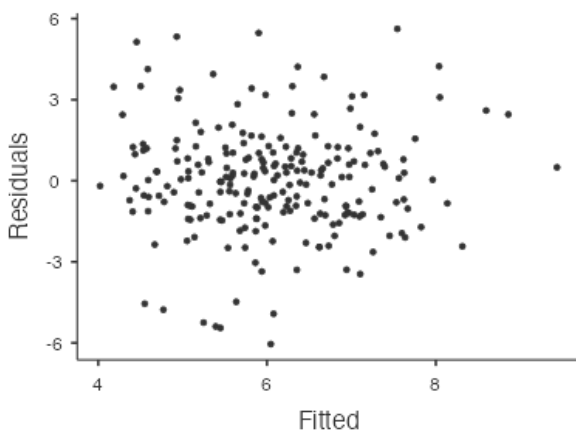
Figur 38 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonsforskjell feil, barnehage



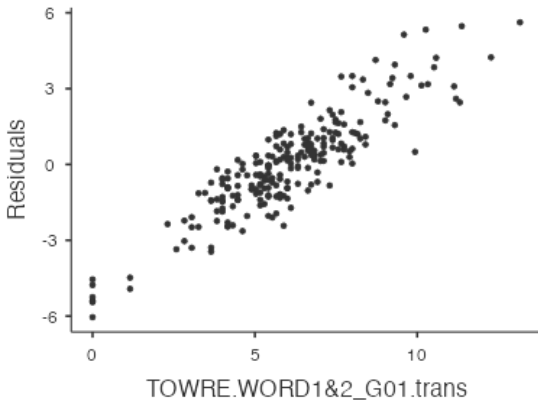
Figur 39 Q-Q plot og Normality test for hierarkisk multippel regresjonsanalyse, TOWRE 1.trinn



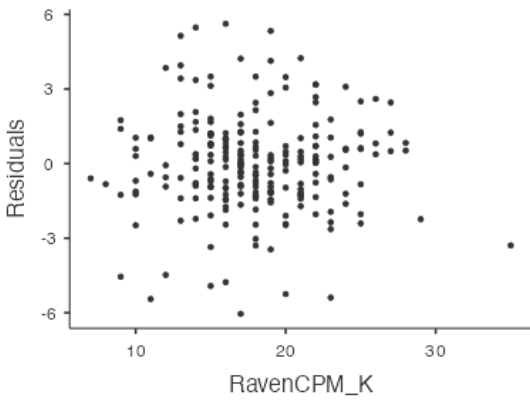
Figur 40 Punktdiagram over fordeling av residualer på predikerte verdier



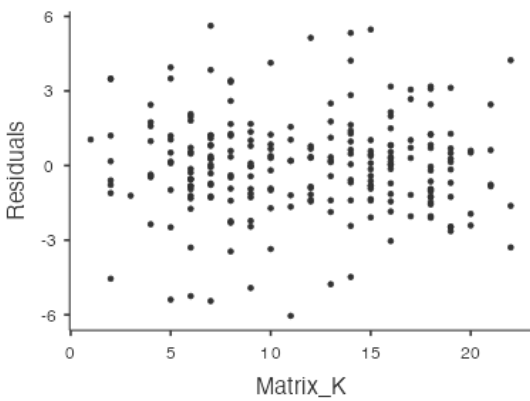
Figur 41 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen TOWRE, 1.trinn



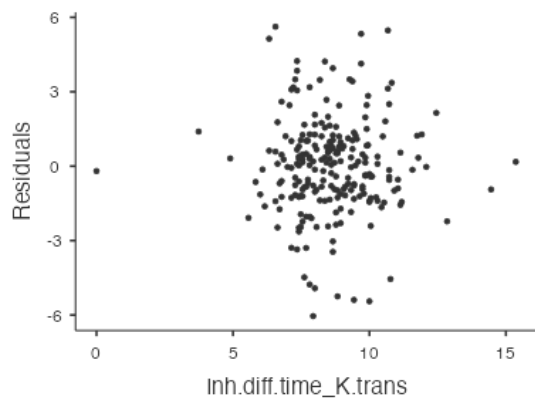
Figur 42 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Raven, barnehage



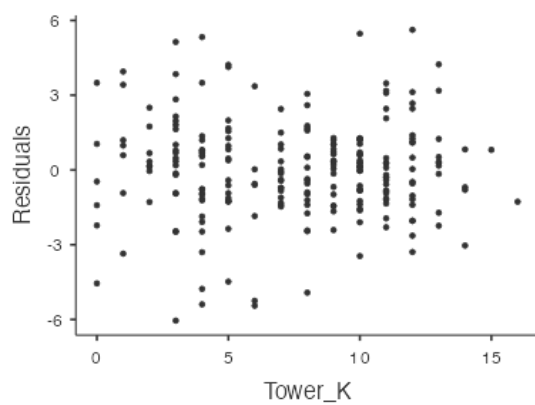
Figur 43 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Matrix, barnehage



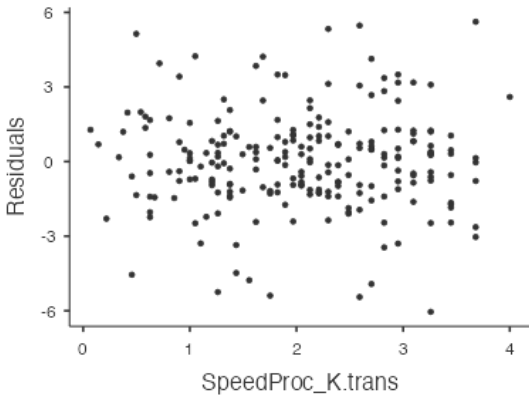
Figur 44 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonsforskjell tid, barnehage



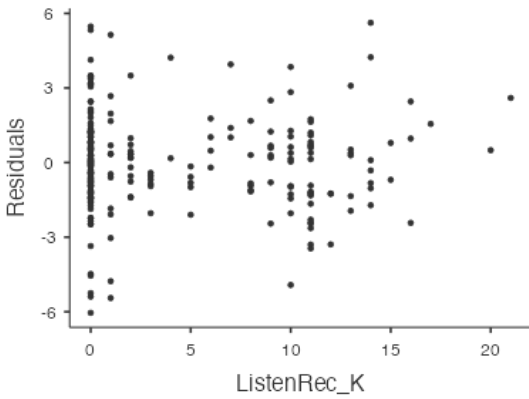
Figur 45 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Tower, barnehage



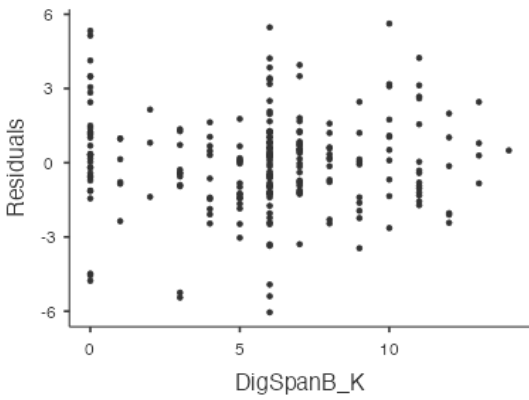
Figur 46 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Prosesseringshastighet, barnehage



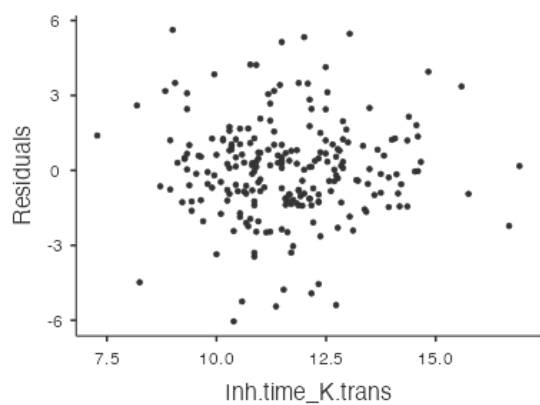
Figur 47 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Listening Recall*, barnehage



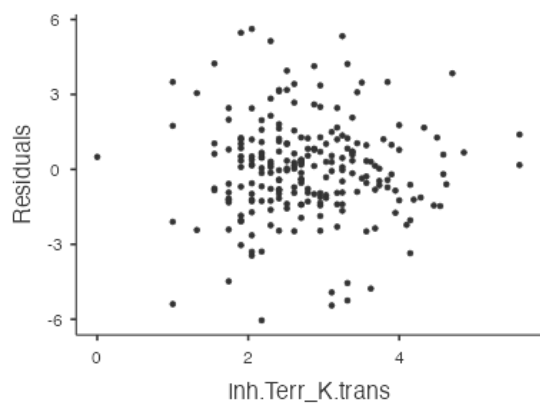
Figur 48 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Digit Span Backward*, barnehage



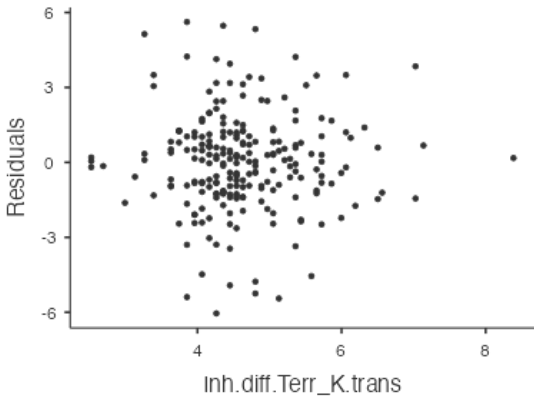
Figur 49 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Inhibisjonstid, barnehage*



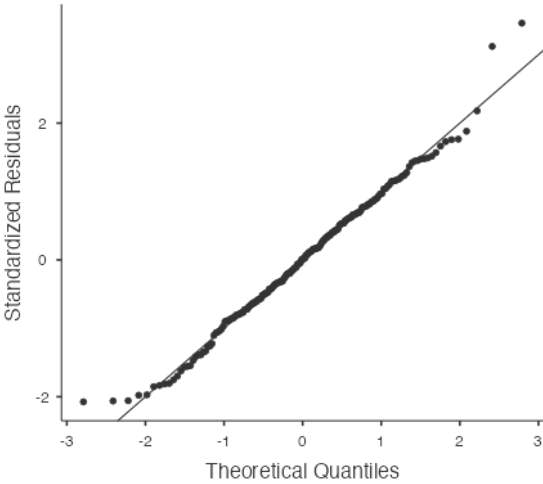
Figur 50 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Inhibisjonsfeil, barnehage*



Figur 51 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Inhibisjonsforskjell feil, barnehage*

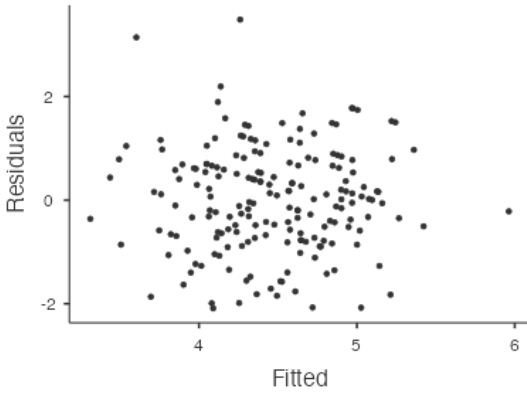


Figur 52 Q-Q plot og Normality test for hierarkisk multipl regressjonsanalyse, Lesenøyaktighet 2.trinn

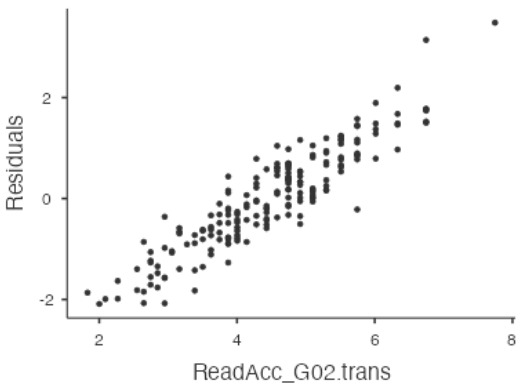


Normality Test (Shapiro-Wilk)	
Statistic	p
0.99	0.159

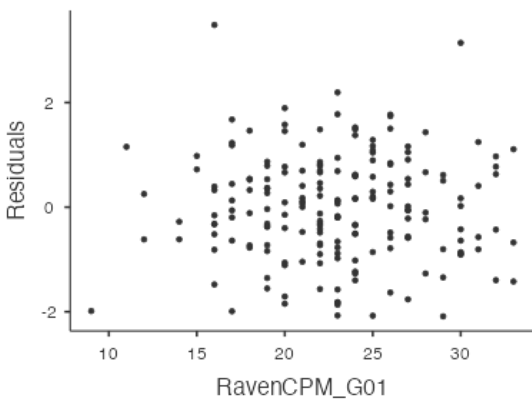
Figur 53 Punktdiagram over fordeling av residualer på predikerte verdier



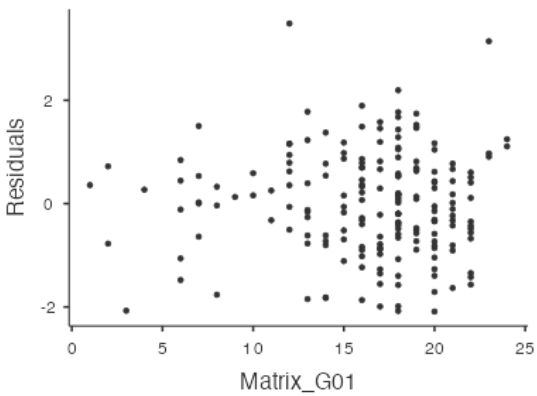
Figur 54 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Lesenøyaktighet, 2.trinn*



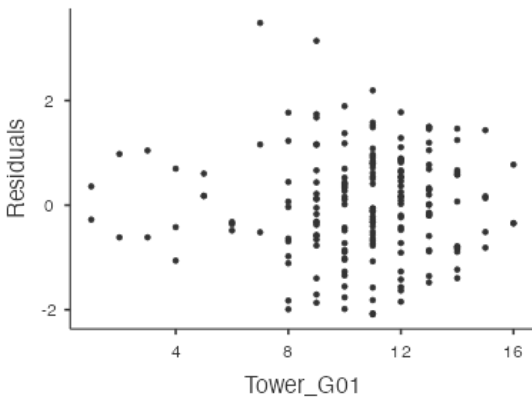
Figur 55 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Raven, 1.trinn*



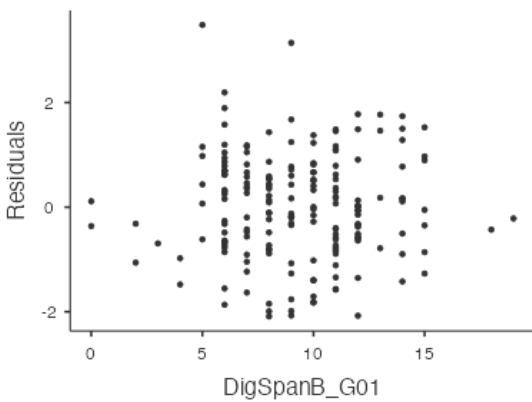
Figur 56 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Matrix, 1.trinn



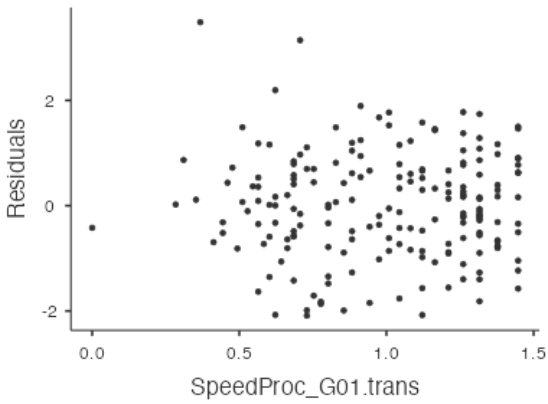
Figur 57 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Tower, 1.trinn



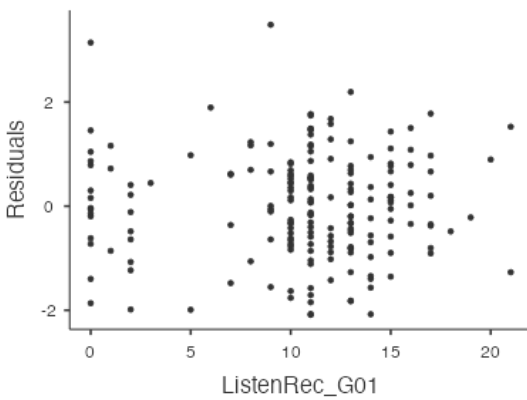
Figur 58 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Digit Span Backward, 1.trinn



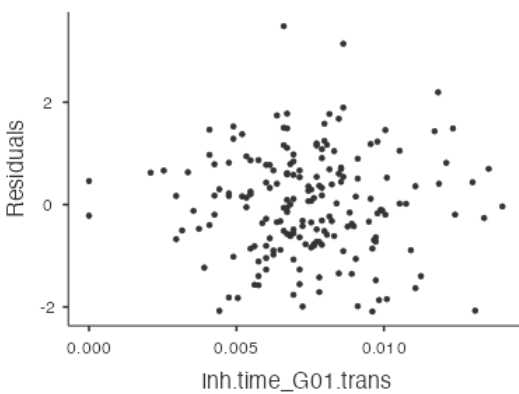
Figur 59 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Prosesseringshastighet, 1.trinn*



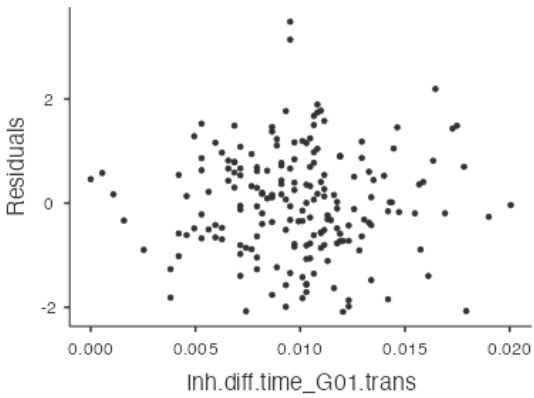
Figur 60 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Listening Recall, 1.trinn*



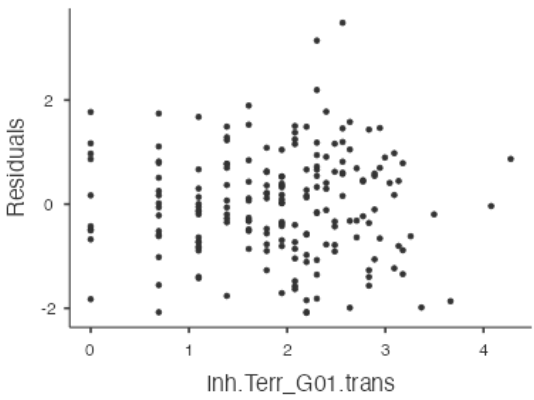
Figur 61 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Inhibisjonstid, 1.trinn*



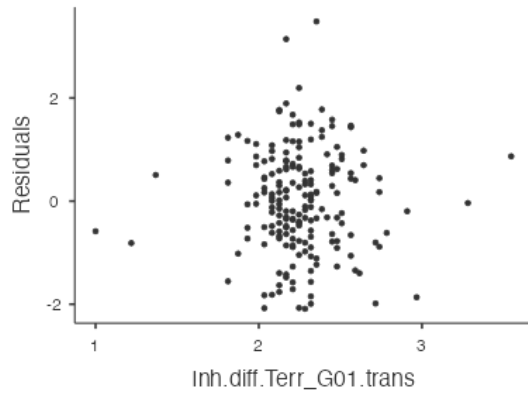
Figur 62 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonsforskjell tid, 1.trinn



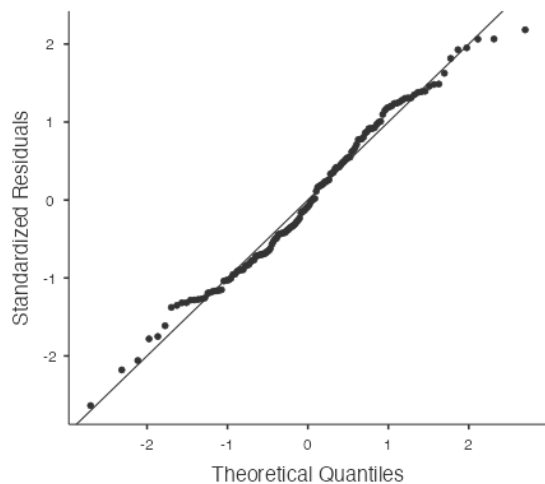
Figur 63 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonsfeil, 1.trinn



Figur 64 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonsforskjell feil, 1.trinn



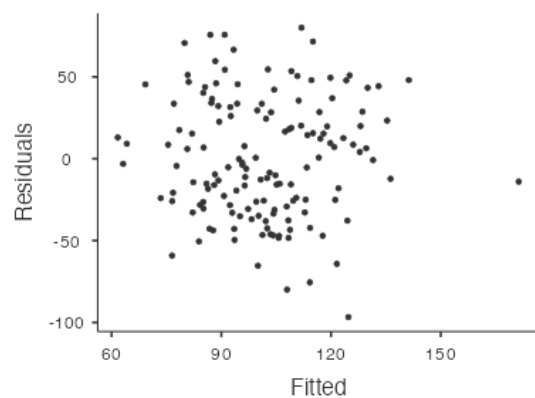
Figur 65 Q-Q plot og Normality test for hierarkisk multippel regresjonsanalyse, TOWRE 2.trinn



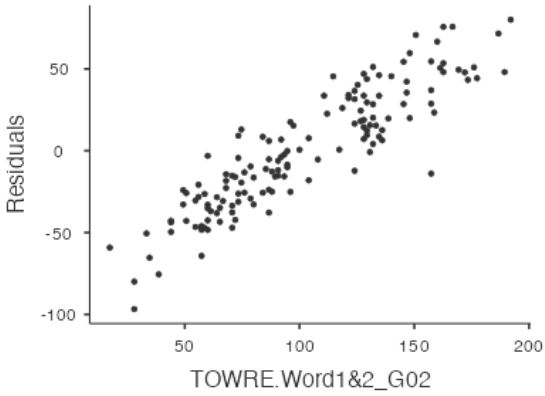
Normality Test (Shapiro-Wilk)

Statistic	p
0.99	0.118

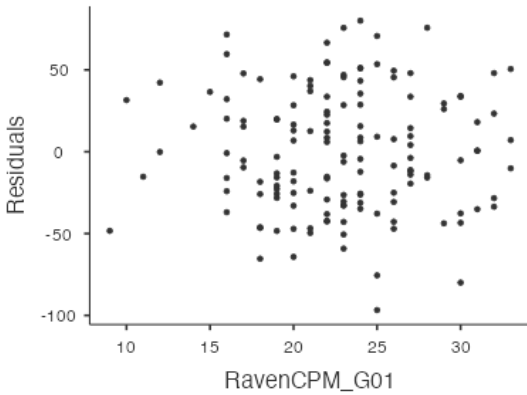
Figur 66 Punktdiagram over fordeling av residualer på predikerte verdier



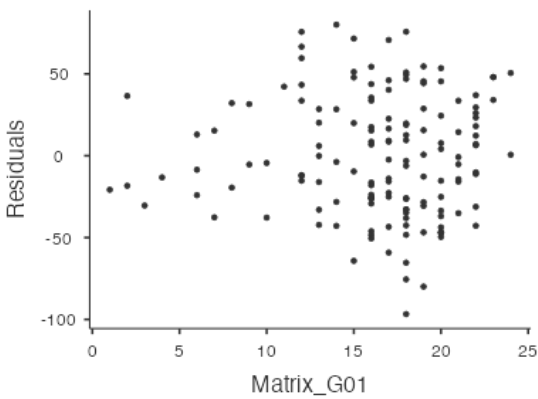
Figur 67 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Lesenøyaktighet, 2.trinn



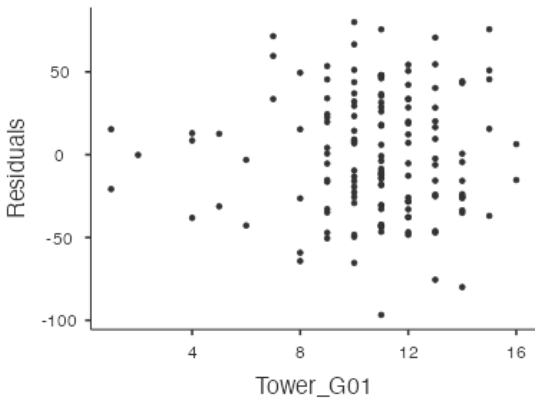
Figur 68 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Raven, 1.trinn



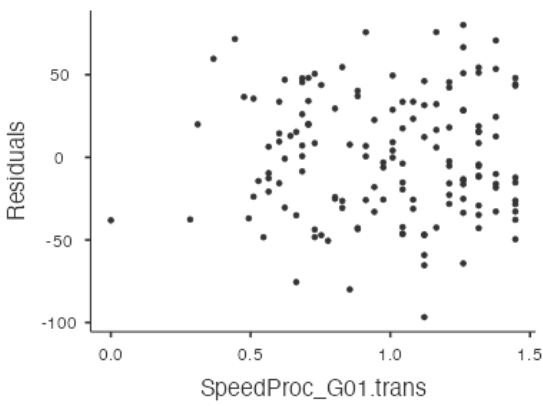
Figur 69 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Matrix, 1.trinn



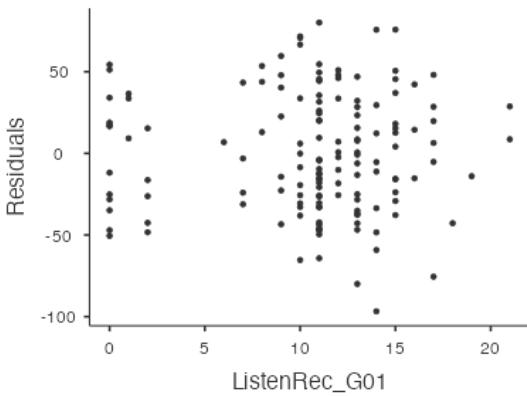
Figur 70 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Tower, 1.trinn



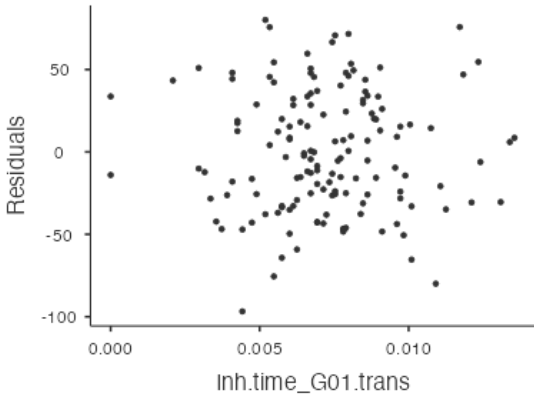
Figur 71 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Prosesseringshastighet, 1.trinn*



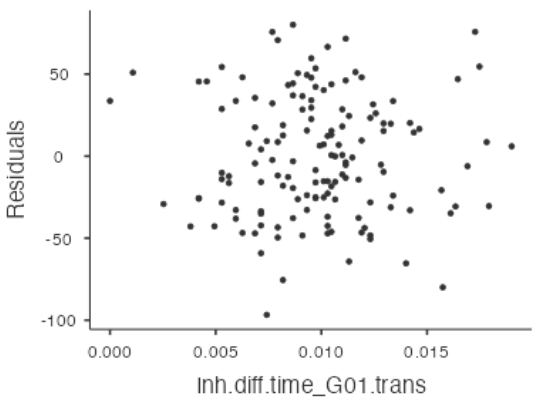
Figur 72 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Listening Recall, 1.trinn*



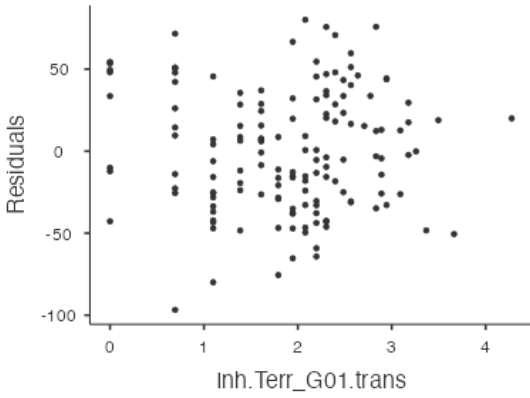
Figur 73 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Inhibisjonstid, 1.trinn*



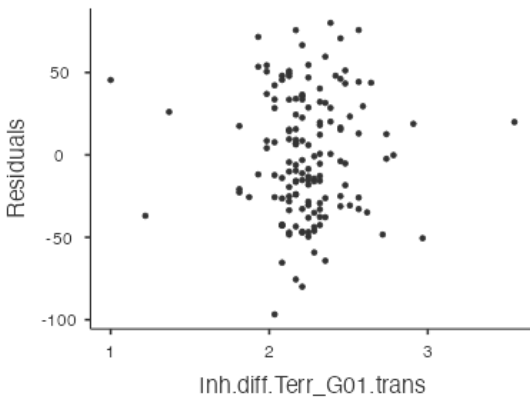
Figur 74 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonsforskjell tid, 1.trinn



Figur 76 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonsfeil, 1.trinn

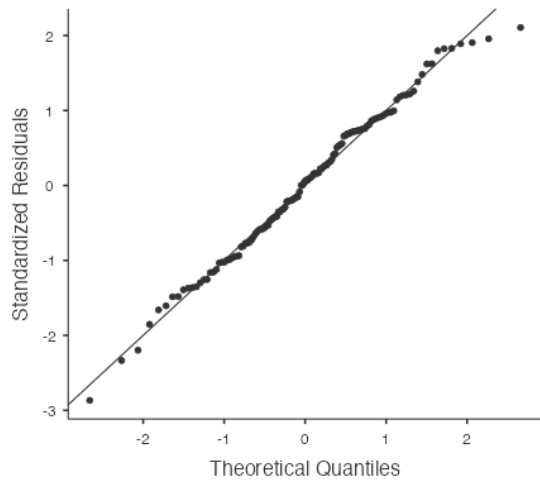


Figur 77 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonsforskjell feil, 1.trinn

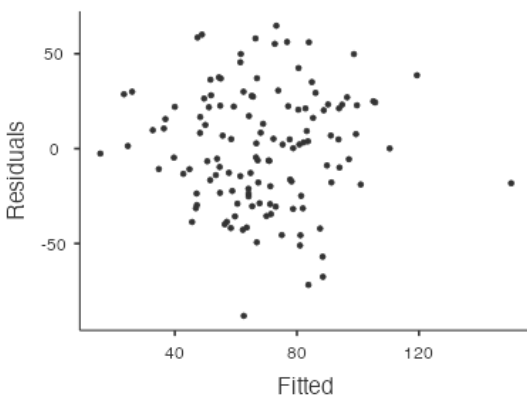


Figur 78 Q-Q plot og Normality test for hierarkisk multippel regresjonsanalyse, Tekstleseflyt 2.trinn

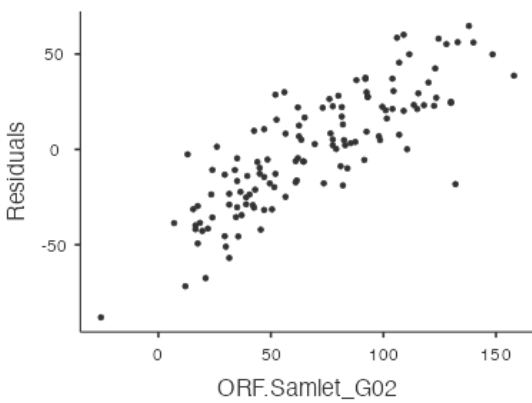
Normality Test (Shapiro-Wilk)	
Statistic	p
0.99	0.545



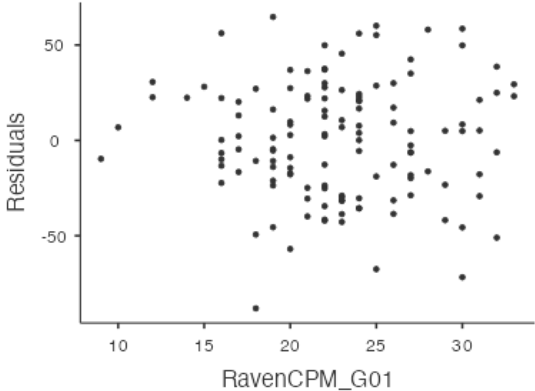
Figur 79 Punktdiagram over fordeling av residualer på predikerte verdier



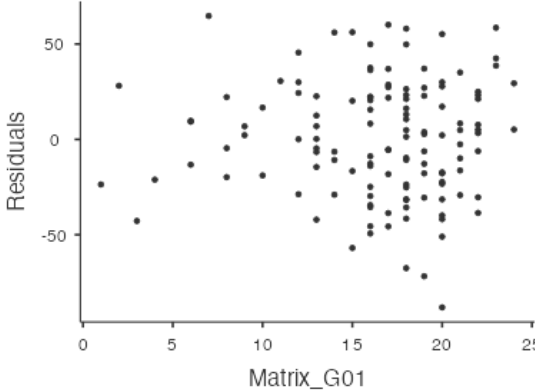
Figur 80 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Tekstleseflyt, 2.trinn



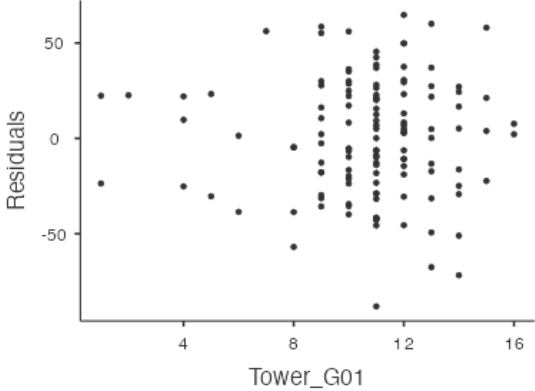
Figur 81 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Raven, 1.trinn



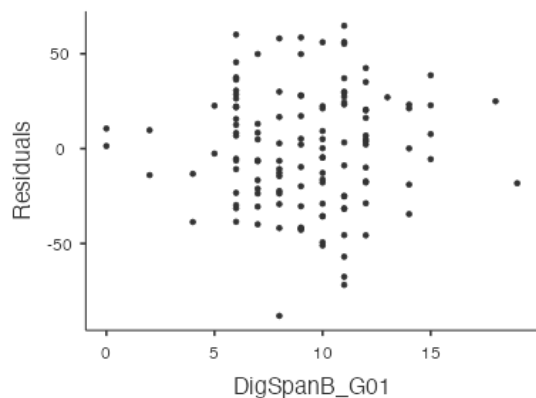
Figur 82 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Matrix, 1.trinn



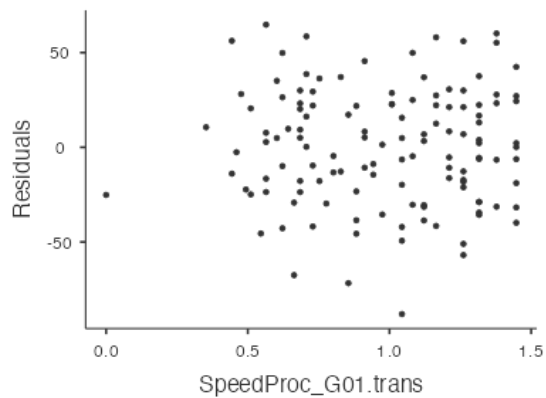
Figur 83 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Tower, 1.trinn



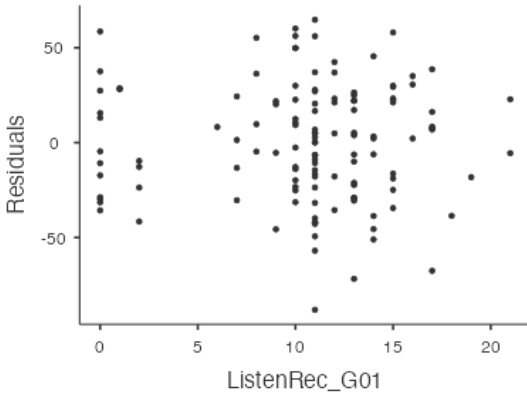
Figur 84 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Digit Span Backward, 1.trinn*



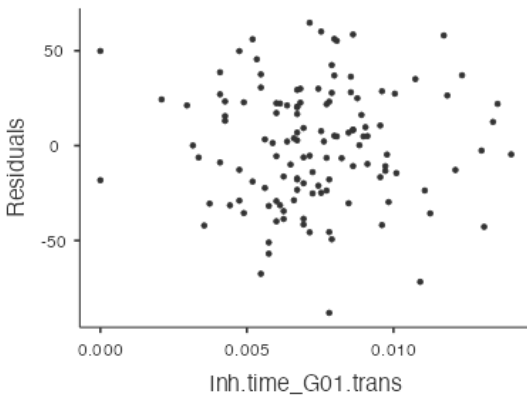
Figur 85 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Prosesseringshastighet, 1.trinn*



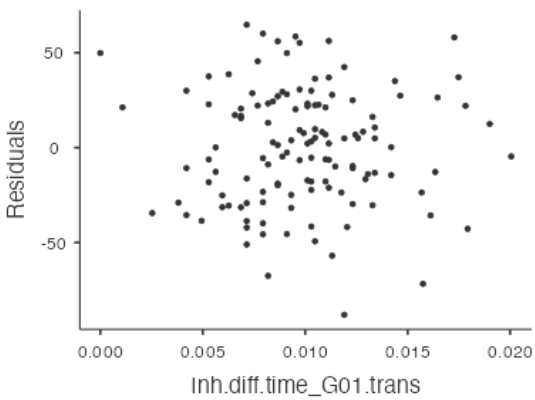
Figur 86 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Listening Recall, 1.trinn*



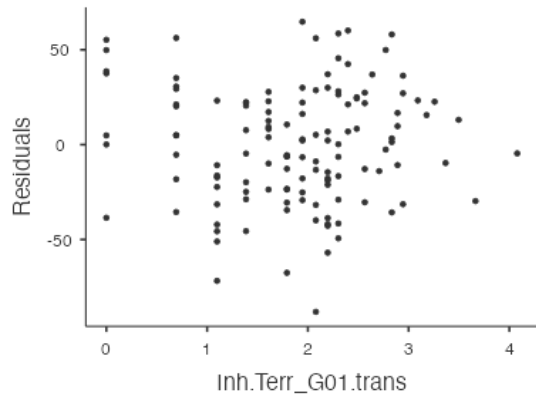
Figur 87 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonstid, 1.trinn



Figur 88 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonsforskjell tid, 1.trinn



Figur 89 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen Inhibisjonsfeil, 1.trinn



Figur 90 Punktdiagram over fordeling av residualer på variabelen *Inhibisjonsforskjell feil, 1.trinn*

