

Kandidat: 10093

# Undersøkelse av sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og tilstedeværelse, simuleringssyke, kognitiv last og kjønn i VR

Bacheloroppgave i Psykologi  
Veileder: Sebastian Oltedal Thorp  
Mai 2023



Kandidat: 10093

# **Undersøkelse av sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og tilstedeværelse, simuleringspsyke, kognitiv last og kjønn i VR**

Bacheloroppgave i Psykologi  
Veileder: Sebastian Oltedal Thorp  
Mai 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap  
Institutt for psykologi



Kunnskap for en bedre verden



# Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringspsyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.

## Forord

Jeg har gjennom hele prosjektet hatt mulighet til å søke råd og veiledning både hos min veileder Sebastian Torp, læringsassistent Simon Lervik og medstudenter på bachelorgruppe 5. Det har heller ikke vært mangel på gode svar og både oppfordrede og uoppfordrede råd. Med jevnlig møter og gode diskusjoner i felleskap har prosessen med å skrive en bachelor blitt mye mindre ensom enn fryktet. Selv om min veileder kanskje vil sitere sangeren Bjørn Eidsvåg når han sier «*Eg ser at du er trøtt, men eg kan ikkje gå alle skrittene for deg*», er det følelsen av å være sett som sitter igjen. Å bli sett og hørt når en trenger hjelp og svar, har gjort prosessen med å gå alle skrittene frem til målstreken en hel del enklere. Majoriteten av oppgaven har jeg produsert for egen maskin, for det er virkelig ingen som kan gå skrittene for deg. Likevel har jeg så mang en takk til de tidligere nevnte. Samt min familie, venner og kjæreste med både sosial og emosjonell støtte – samt å ikke gå lei av en dyslektikers mest stilte spørsmål: «Hvordan skrives statistikk igjen?».

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

### **Sammendrag**

Allosentrisk prosessering refererer til menneskets evne til å orientere seg i det romlige miljøet basert på posisjonen til andre objekter i rommet. Denne prosessen har vist seg å være utfordrende i virtuell virkelighet og har vært knyttet til ulike faktorer. Denne oppgaven undersøkte prestasjonene til 32 deltakere i forhold til deres skår på simuleringssyke (opplevelse av reisesykesymptomer under aktivitet i den virtuelle virkeligheten), tilstedeværelse (oppfatning av virkelighetsnærhet i det virtuelle miljøet) kognitiv belastning (opplevelsen av kognitive ressurser som ble brukt under forsøket) og biologisk kjønn.

Sammenhengen mellom disse variablene og deltakernes oppgaveytelse ble analysert ved hjelp av en regresjonsanalyse. Resultatene viste at kun simuleringssyke hadde en signifikant negativ sammenheng med oppgaveytelse  $k = -2.94$ ,  $p < .001$ , og denne koblingen er i tråd med tidligere forskning på området. De andre variablene viste ikke signifikante funn, og dette har implikasjoner for hvordan fremtidige studier kan undersøke forholdet mellom disse variablene og deltakernes oppgaveytelse i virtuell virkelighet. Det konkluderes med at videre forskning bør inkludere variabler som ble utelatt fra denne studien for å undersøke eventuelle medierende effekter. Dette vil bidra til en dypere forståelse av allosentrisk prosessering i virtuell virkelighet og hvordan ulike faktorer påvirker oppfatning og navigasjon i denne settingen.

## **Innledning**

Bruken av virtuell virkelighet (VR) har økt enormt i popularitet de siste årene, med ulike anvendelser innenfor alt fra spill og underholdning til utdanning og trening. Likevel kan det være utfordrende å navigere og orientere seg i den digitale verdenen. Evnen til å orientere seg effektivt i VR er avgjørende for å oppleve en sømløs, effektiv og lærerik VR-opplevelse. Derfor vil denne oppgaven utforske hva som predikerer for en god orienteringsevne i VR. Nærmere sagt vil oppgaven rette seg inn mot individers allosentriske prosesseringsevne. Det vil av den grunn utforskes hvilke variabler som predikerer for en høyere prestasjon innen allosentrisk prosessering. Dette kan bidra med mer nøyaktig informasjon om i hvilken grad enkelte variabler spiller inn på et individs opplevelse av og orientering i VR. Informasjonen som genereres fra denne oppgaven kan supplementere funnene fra eksisterende forskning (Evensmoen et al., 2021). Funn i oppgaven vil også kunne bidra til utviklingen av bedre VR-systemer og forbedre den generelle VR-opplevelsen for brukere, og tilpasse funksjoner for personer med ulike preferanser, utfordringer og særtrekk.

Deltakerne i forsøket som denne oppgaven bygger på vil få testet sine allosentriske prosesseringsegenskaper i VR, deretter vil deres prestasjoner ses i sammenheng med følgende variabler: simuleringssyke, tilstedeværelse, kognitiv last, samt eventuelle kjønnsforskjeller. Simuleringssyke måles ved å vurdere i hvilken grad deltakerne opplever ulike symptomer under eller etter eksperimentet (LaViola Jr, 2000). Tilstedeværelse kan forstås som deltakernes følelse av å "være" i det virtuelle miljøet og oppleve det som virkelighetsnært (Grassini et al., 2020). Kognitiv last estimeres her ved hjelp av deltakerens subjektive opplevelse av kognitiv belastning under forsøket (Sweller, 1988). Kjønn i denne oppgaven vil bli forstått som de biologiske kjønnene mann og kvinne, ettersom ingen deltakere falt utenfor disse kategoriene, og det ikke var mulighet for å inkludere flere alternativer gitt oppgavens begrensede rammer.

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

Forholdet mellom disse variablene og allosentrisk prosessering vil testes ved å se hvordan de ulike variablene predikerer deltakernes prestasjon i et forsøk som tester deres evne til å huske objekters posisjon i et virtuelt miljø, for å senere kunne gjengi deres posisjon. Til tross for omfattende forskning på feltet, er det ikke kjent med tidligere forskning som har undersøkt en slik kombinasjon av variabler i forhold til deltakernes prestasjoner. Derfor har det vært nødvendig å gjøre visse antakelser basert på tidligere forskning i oppgavens hypotese.

### **Allosentrisk prosessering**

Allosentrisk prosessering bør sees i sammenheng med spatial prosessering, som refererer til den kognitive prosessen som finner sted når mennesker orienterer seg i rommet. Denne prosessen kan deles opp i to underkategorier. Den første finner sted i det egosentriske referansesystemet som spesifiserer plassering og orientering med hensyn til organismen, og inkluderer øye-, hode- og kroppskoordinater (McNamara, 2003). Den andre er i det allosentriske referansesystemet som angir plassering og orientering med tanke på elementer og trekk ved miljøet, for eksempel den oppfattede retningen av tyngdekraften, landemerker, eller strukturelle elementer som gulvet, taket og veggene i et rom (McNamara, 2003).

Tidlig forskning knyttet til allosentrisk representasjon beskrev en kognitiv kartlegging med mange av de samme egenskapene som kartografiske kart (Tolman, 1948). Denne konseptualiseringen av allosentrisk representasjon ble utvidet til å inkludere ideen om at disse mentale kartene også inneholder noen av de metriske egenskapene til kartografiske kart (Nadel & MacDonald, 1980). Dette innebærer at objekter er nøyaktig representert med hensyn til både avstand og vinkelrelasjoner i de kognitive kartene, tilsvarende hvordan de er i den virkelige verden (Nadel & MacDonald, 1980).

Imidlertid ble denne teorien kritisert i et eksperiment utført av Stevens et al. (1978), der deltakere ble bedt om å angi hvilke byer fra en liste som lå lengre vest, og en spesifikk feil



## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

knyttet til Reno og San Diego ble gjentatt. Deltakerne indikerte konsekvent at San Diego lå lengst vest, noe som antydte at den felles representasjonen i det kognitive kartet av USA, der California er vestligere enn Nevada, hadde større innflytelse enn faktisk metrisk kunnskap om kartet (Stevens & Coupe, 1978). Dette eksempelet viser komplikasjoner ved å argumentere for en fullstendig allosentrisk prosessering basert på kognitive kart.

McNamara et al. (2003) argumenterer imidlertid for betydningen av allosentrisk prosessering. Ifølge deres teori innebærer læring av den romlige strukturen til et nytt miljø å tolke det i form av et romlig allosentrisk referansesystem. Dette er analogt med å bestemme toppen av en figur eller et objekt. Å tildele oppsettet et konseptuelt "nord" skaper privilegerte retninger i miljøet (McNamara, 2003). Videre vil den romlige strukturen til et miljø bli representert i form av et iboende referansesystem, som igjen defineres av selve oppsettet, for eksempel radene og kolonnene dannet av stolene i et klasserom. Iboende retninger eller akser velges basert på signaler som visningsperspektiv og andre erfaringer, egenskapene til objektene og strukturen til miljøet. Med andre ord, når folk lærer å kjenne et nytt miljø, representerer de plasseringen av objekter i form av et referansesystem som er iboende til selve oppsettet av miljøet (McNamara, 2003). Imidlertid tyder nyere funn også på at visuelle minner fra kjente synspunkter lagres uavhengig av om de er tilpasset miljøreferansesystemer (McNamara, 2003).

Ekstrom antyder på sin side at både egosentriske og allosentriske former for representasjoner vanligvis er involvert i generell spatial læring. Mens den ytterste enden av dette spekteret kan innebære en "ren" form for allosentrisk prosessering, er det foreløpig ingen klar situasjon der en person kan bruke en allosentrisk prosessering i fullstendig fravær av enhver egosentrisk prosessering (Ekstrom et al., 2014). Med andre ord vil de to formene alltid være knyttet til hverandre til en viss grad. Videre hevder BBB-modellen at nesten alle situasjoner krever oversettelse mellom egosentrisk og allosentrisk representasjon (Byrne et

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

al., 2007). Dette taler for at de fleste situasjoner sannsynligvis innebærer en blanding av de to formene av representasjon (Ekstrom et al., 2014). Som beskrevet viser den eksisterende litteraturen til en kombinasjon mellom allosentrisk og egosentrisk prosessering. Derfor, til tross for at forsøket i denne oppgaven fokuserer på allosentrisk prosessering, legges det vekt på forståelsen av hvordan de ulike formene av prosessering er knyttet til hverandre.

### **Simuleringssyke**

Simuleringssyke (SS) er en samling av symptomer som ubehag, svimmelhet og kvalme forårsaket av VR-eksponering (LaViola Jr, 2000). SS er typisk kategorisert som en form for visuelt fremkalt reisesyke, som beskriver enhver sykdom forårsaket av observasjon av visuell bevegelse (Stanney et al., 1997). SS er imidlertid ikke det samme som reisesyke, ettersom at ved reisesyke kan vestibulær stimulering alene være tilstrekkelig til å skape symptomene, mens ved SS kan de oppstå med bare visuell og ingen vestibulær stimulering (LaViola Jr, 2000). Det er ingen eksakt årsak for simuleringssyke, og den beskrives ofte som en multigenet sykdom (LaViola Jr, 2000). Mens mange individer opplever SS, ser andre ut til å være mer robuste overfor symptomene (Weech et al., 2019). Det er vanskelig å fastslå en bestemt andel som opplever symptomer, men enkelte studier har vist en andel mellom 20-80% (Davis et al., 2014). Simuleringssyke kan også vare lenge etter at man er ferdig med VR-opplevelsen, og dette kan potensielt være farlig, spesielt med tanke på kjøring av kjøretøy (LaViola Jr, 2000).

Flere studier viser at simuleringssyke har en negativ korrelasjon med oppgaveytelse (Frank et al., 1988). Mange som lider av simuleringssyke må også avslutte en økt med VR tidlig og kan derfor ikke fullføre den gitte oppgaven (DiZio & Lackner, 1997). I studier der det ikke er funnet noen sammenheng mellom oppgaveutførelse og sykdomsgrad, har det ofte blitt hevdet at symptomene var for milde til å forstyrre oppgaveytelsen. Det finnes også bevis som tyder på at oppgaveytelsen påvirkes i større grad av simuleringssyke enn av

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

tilstedeværelse i VR (Grassini & Laumann, 2020). Det finnes også forsøk som ikke har funnet noen sammenheng mellom oppgaveytelse og simuleringssyke i VR (Grassini & Laumann, 2020). Imidlertid kan dette fenomenet skyldes den generelt lave simuleringssykepoengsummen som er rapportert for VR-simuleringen brukt i eksperimentet sammenlignet med tidligere undersøkelser (Nelson et al., 2000).

Grunnlaget for simuleringssyke er omdiskutert, og en av de mest anerkjente teoriene på feltet er den sensoriske konfliktteorien. Teorien postulerer at uoverensstemmelser mellom sansene som gir informasjon om kroppens orientering og bevegelse (vestibulær og visuelle sanser) forårsaker en perseptuell konflikt som kroppen ikke vet hvordan den skal håndtere (Reason & Brand, 1975). Imidlertid har denne teorien begrenset prediktiv kraft når det gjelder å avgjøre om simuleringssyke vil oppstå i en bestemt situasjon, eller hvor alvorlig den vil være (LaViola Jr, 2000). Andre faktorer som er diskutert i forhold til simuleringssyke er knyttet til teknologien. Rapporter viser at visuelle egenskaper som bildefrekvens, bildehastighet og synsfelt påvirker både tilstedeværelse og simuleringssyke (Weech et al., 2019). Lav visuell skjermbildefrekvens er kjent for å kunne generere simuleringssyke (Weech et al., 2019). Simuleringssyke viser seg å være en reell utfordring for mange som bruker VR, selv om årsakene til disse utfordringene er omdiskutert. Å utelate en variabel som er korrelert med både oppgaveytelse og tilstedeværelse, vil begrense graden en kan kartlegge deltakeres allosentriske prestasjoner.

### **Tilstedeværelse**

Tilstedeværelse kan forstås som observatørens følelse av å psykologisk forlate sin virkelige plassering og føle seg transportert til et virtuelt miljø (Grassini et al., 2020). Mange anser tilstedeværelse å være forbundet med graden av miljøinteraksjon så vel som troskap til og realisme av informasjon om det simulerte landskapet som formidles til sensoriske mottakere (Slater & Usoh, 1994). Det er også visse distinksjoner mellom to ulike typer

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

tilstedeværelse: *fysisk tilstedeværelse*, følelsen av fysisk flytting av observatøren, og *sosial tilstedeværelse*, følelsen av å være samlokalisert med virtuelle agenter (Weech et al., 2019).

Tilstedeværelse er en subjektiv psykologisk konstruksjon, og dens måling og undersøkelser kan være utfordrende.

Forskning har vist at en opplevd høy grad av tilstedeværelse i et virtuelt rom synes å forbedre prestasjonen på oppgaveløsning, for eksempel i et sjakkspill satt i VR, menneskelig interaksjon, motorvedlikeholdsoppgaver og enkle psykomotoriske oppgaver (Slater et al., 1996). Imidlertid kan den konseptuelle koblingen mellom tilstedeværelse og oppgaveytelse være sterkt påvirket av andre faktorer, som eksperimentelle instruksjoner, individuell motivasjon og simuleringssyke (Weech et al., 2019). Likevel har tilstedeværelse vist å ha en korrelasjon til bedre oppgaveytelse i VR (Weech et al., 2019). Inkluderingen av tilstedeværelse vil da kunne bidra til å se om denne effekten overføres til prestasjon i allosentrisk prosessering.

Det er også viktig å skille tilstedeværelse fra relaterte begreper, som "oppslukning" eller "nedsenkning". Et individ kan være svært oppmerksom på en oppgave i VR (oppslukt) uten å føle tilstedeværelse (Weech et al., 2019). På samme måte vil i hvilken grad et individ opplever å være avstengt fra den virkelige verden grunnet et VR-systems evne til å simulere den (nedsenkning) heller ikke være synonymt med tilstedeværelse (Weech et al., 2019).

Forholdet mellom simuleringssyke og tilstedeværelse er omdiskutert blant forskere. Data fra Witmer et al (1996). viser for eksempel en stor negativ korrelasjon mellom skår på et tilstedeværelsesspørreskjema og selvrapportert alvorlighetsgrad av symptomer på en SS-skala. Forfatterne foreslår at blant deltakere som opplever symptomer er flere internt fokusert og mindre i stand til å behandle funksjoner ved miljøet, og dermed begrense følelsen av tilstedeværelse (Witmer et al., 1996). Bevisbalansen innen forskningen favoriserer tolkningen om at tilstedeværelse og SS er negativt relatert (Weech et al., 2019). Det er flere grunner til

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

dette. For det første oppveier antallet forskningsstudier som rapporterer om eksistensen av en negativ korrelasjon, antallet studier som rapporterer det motsatte. Studier som beskriver en negativ korrelasjon, har også en tendens til å gi mer overbevisende resultater. Studier som har observert en positiv korrelasjon mellom tilstedeværelse og SS klarer ofte ikke å bekrefte dette forholdet i en annen del av samme studie (Weech et al., 2019). Likevel er det sannsynlig at positive assosiasjoner oppstår på grunn av det faktum at "oppslukning" kreves for at en person skal oppleve SS, noe som igjen er korrelert med tilstedeværelse (Weech et al., 2019).

### **Kognitiv last**

Under en krevende prosess med informasjonsinnhenting blir det generert kognitiv belastning. Dette fenomenet refererer til den totale mengden ressurser som blir investert i en læringsprosess (Sweller, 1988). Ut fra denne definisjonen kan kognitiv belastning hypotetisk representeres som et reservoar av kognitive ressurser som er tilgjengelig for å utføre oppgaver. Det er derfor nødvendig å optimalisere nivået, samtidig som man unngår overbelastning av begrensede kognitive ressurser (Sweller et al., 1998). For å kunne strategisk bruke begrensede kognitive ressurser, må en først forstå den underliggende teorien: kognitiv belastningsteori (CLT) (Sweller et al., 1998). CLT hevder at arbeidsminneressurser er tilgjengelige i tre interavhengige lagre.

CTML modellen bygger videre på CTL, og antyder at det er tre typer kognitiv behandling som kan forekomme under multimedieinstruksjon: *fremmed prosessering* – kognitiv prosessering som ikke støtter oppgavens formål, forårsaket av dårlig instruksjonsdesign eller distraksjoner under læring; *essensiell prosessering* – kognitiv prosessering som kreves for å mentalt prosessere det essensielle materialet, forårsaket av kompleksiteten til materialet for individet; og *generativ prosessering* – kognitiv prosessering rettet mot å gi mening ut av materialet, forårsaket av individets motivasjon til å anstrenge seg (Moreno & Mayer, 2002). Hvis et individ engasjerer overdrevne mengder til uvedkommende

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

behandling, vil det ikke være tilstrekkelig kapasitet tilgjengelig for essensiell og generativ prosessering.

Ett perspektiv antyder at oppslukende VR kan fremme generativ prosessering ved å gi en mer realistisk opplevelse som resulterer i en høyere følelse av tilstedeværelse (Van der Heijden, 2004). Dette kan føre til at en person anstrenger seg mer og aktivt engasjerer seg i kognitiv prosessering for å konstruere en sammenhengende mental representasjon av materialet og opplevelsen. Dette kan igjen føre til høyere prestasjon på oppgaver i VR (Makransky et al., 2019). Forventningen om økt fordypning kan gjøre oppgaveytelse og læring spesielt relevant for VR, fordi tilstedeværelsen kan ha en positiv innvirkning på effektiv bruk av deltakerens kognitive ressurser. Modeller av Salzman og Chen (1999) antyder også at oppslukende miljøer skaper en dyp tilstedeværelse, som fører til høyere engasjement, motivasjon og en dypere kognitiv bearbeiding av materialet. Noe som igjen kan bidra til høyere oppgaveprestasjon i VR (Salzman et al., 1999).

En studie utført av Armougum et al. (2019) undersøkte ekspertiseeffekten for å evaluere forskjeller i kognitiv belastning i en retningssansoppgave mellom virkelige og virtuelle miljøer. Resultatene viste at nybegynnere opplevde høyere kognitiv belastning enn eksperter, både i det virtuelle og virkelige miljøet (Armougum et al., 2019). Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller i den kognitive belastningen mellom deltakerne som ble testet i det virtuelle og det virkelige miljøet (Armougum et al., 2019). Dette antyder at forskning på kognitiv belastning i sammenheng med retningssans gjort utenfor VR kan overføres til forskning på VR. Derfor er kognitiv belastning inkludert for å undersøke hvordan oppfattet kognitiv belastning forholder seg til prestasjonen innen allosentrisk prosessering i VR.

## **Kjønnsforskjeller**

Få artikler har rapportert om kjønnsforskjeller i prestasjon knyttet til bruk av VR, og resultater har ofte vist ingen forskjeller. Imidlertid viser et mindretall av studier at kvinner kan prestere bedre i oppgaver knyttet til VR (Allen et al., 2016). De fleste funn bekreftet imidlertid at kjønn ikke er assosiert med forskjeller i oppgaveytelse (Grassini et al., 2020). Til tross for dette vil kjønnsforskjeller fremdeles være en interessant variabel å undersøke. Blant annet ettersom det kan bli observert forskjeller mellom kjønnene i de ulike inkluderte variablene, selv om dette ikke påvirker prestasjonen, kan det hinte til enkelte sårbarheter eller styrker hos ett kjønn. Samtidig er det av interesse for denne oppgaven å kartlegge hva som kjennetegner høyere prestasjon innen allosentrisk prosessering i VR, og hvis det skulle vise seg at et kjønn presterer høyere vil det kunne bidra til å forklare ulike mønstre som kan oppstå i forsøkets resultater.

Studier har funnet at menn rapporterer høyere nivåer av tilstedeværelse enn kvinner både i VR og i videospill som ikke bruker VR (Felnhofer et al., 2012). Dette blir ofte forklart med mer erfaring med datamaskiner blant menn. Det er også bevis for at det å spille dataspill kan ha en positiv innvirkning på tilstedeværelse (Lachlan & Krcmar, 2011). Siden menn er funnet å engasjere seg oftere i å spille dataspill enn kvinner kan de derfor anses å være mer kjent med virtuelle scenarier, og det kan være lettere for dem å engasjere seg i det virtuelle miljøet (Hartmann & Klimmt, 2006). Det er også mulig at menn opplever en større selveffektivitet i håndtering av maskinvare og programvare og dermed føler mindre skepsis til virtuelle miljøer og relaterte maskinvarekomponenter som f.eks det hodemonterte displayet (HMD)(Felnhofer et al., 2012).

I et forsøk dokumenterte Felnhofen en kjønnseffekt på tilstedeværelsesvurderingen IPQ (romlig tilstedeværelse), hvor menn scorer høyere enn kvinner. Likevel viste menn og kvinner ingen signifikante forskjeller i deres tidligere erfaring med datamaskiner i utvalget til

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

Felnhofer et al. (2012) Det hevdes derfor at det er hensiktsmessig å anta at denne potensielle påvirkningsfaktoren ikke kan forklare de observerte kjønnsforskjellene (Felnhofer et al., 2012). Det eksisterer også forskning som viser ingen forskjell mellom menn og kvinner i henhold til romlig tilstedeværelse (Sawyer & Deering, 2013).

En mulig faktor som kan forklare forskjellen mellom menn og kvinner i opplevelsen av å være fysisk til stede i et virtuelt miljø, er forskjeller i romforståelse. Forskning har vist gjentatte ganger at det er stabile kjønnsforskjeller i romlige evner, der menn viser bedre prestasjoner i ulike oppgaver knyttet til romforståelse sammenlignet med kvinner (Felnhofer et al., 2012). Derfor kan forskjeller mellom menn og kvinner i romlige evner, ikke bare forklare kjønnsforskjellene på romlig tilstedeværelse, men også for kjønnsforskjellen i tilstedeværelse generelt i VR. Ettersom følelsen av å faktisk være i et miljø kan kreve riktig romlig orientering i, og navigering gjennom det virtuelle miljøet (Nash et al., 2000).

Studier har vist at kvinner ser ut til å være mer utsatt for SS enn menn. En av årsakene til dette kan være at kvinner har bredere synsfelt enn menn, og et bredt synsfelt øker sannsynligheten for flimmeroppfatning (La Viola Jr, 2000; Kolasinski, 1995). Studier av Sawyer avslørte at det var betydelig større sannsynlighet for å oppleve SS-symptomer hos kvinnelige deltakere enn mannlige (Sawyer & Deering, 2013). Videre har nylige undersøkelser hevdet at HMD-er kan ha negative effekter spesielt for kvinnelige brukere (Makransky et al., 2019). Imidlertid har disse dataene ofte bare fokusert på negative symptomer fra SS og ikke undersøkt andre faktorer som prestasjon og mulige læringsforskjeller mellom menn og kvinner i VR (Grassini & Laumann, 2020).

### **Forskningsspørsmål**

På bakgrunn av dette stiller oppgaven følgende forskningsspørsmål; *Hvordan predikerer simuleringssyke, tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn deltakeres prestasjon innen allosentrisk prosessering i VR?* Oppgavens hypotese er at en høyere prestasjon innen



## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

allosentrisk prosessering vil samsvare med lave skår på simuleringssyke, høyt nivå av tilstedeværelse, et middels nivå av kognitiv last hvor både høyere og lavere skårer vil korrelerer med et dårligere resultat, mens det ikke vil finnes noen statistisk signifikante kjønnsforskjeller. Kjønn er inkludert som variabel til tross for at det ikke er forventet funn ettersom det er funnet kjønnsforskjeller i flere av de andre variablene som er inkludert i oppgaven. Samtidig som en utelatelse av kjønnsvariabelen vil kunne svekke dataen oppgaven genererer. Oppgaven vil også ha en underhypotese om en negativ korrelasjon mellom simuleringssyke og tilstedeværelse. Korrelasjonen mellom disse skal derfor undersøkes uavhengig av prestasjonen på allosentrisk prosessering. Dette er gjort for å skape et mer nyansert bilde av variablenes interne påvirkning.

### **Metode**

#### **Utvalg**

Deltakerne ble rekruttert via et bekvemmelighetsutvalg og bestod av 32 studenter fra NTNU i Trondheim. Blant deltakerne var det 14 kvinner (43%) og 18 menn (57%). Aldersrammen ble satt til 18-30 år, og deltakerne hadde tilnærmet normalt syn, enten med eller uten hjelpemidler. Synskriteriet ble innført for å sikre at eventuelle synsvansker ikke ville påvirke resultatene. Bruk av briller kunne være utfordrende på grunn av begrenset plass i det hodeoppsatte displayet, - linser ville derimot fungere. Det var også et kriterium at deltakerne ikke hadde tidligere historie med epilepsi. Studien ble gjennomført i tråd med et godkjent forslag til Datatilsynet (NSD).

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

### **Utstyr**

Utstyret som ble benyttet i forsøket bestod av en Nvidia 1080ti datamaskin koblet til en 1080P 60hz monitor. VR utstyret som ble benyttet var Oculus Quest 2 HMD med to tilhørende håndholdte kontrollere. Oppløsningen var 1080p, med en oppdateringsfrekvens på 60hvz. Windows 10 ble benyttet som oppresjonssystem.

### **Prosedyre**

Ved ankomst fikk deltakerne et dokument som forklarte prosessen og formålet med forskningsprosjektet, og de signerte samtykkeskjemaet dersom de ønsket å delta. Et spørreskjema ble deretter delt ut for å samle inn informasjon om alder, biologisk kjønn, synsvansker og historikk med epilepsi. Deltakerne fikk så en muntlige instruksjoner om forskningsprosjektets prosedyre og oppgavene de skulle utføre.

Deltakerne ble ledet inn i laboratoriet og ble bedt om å sette seg foran en datamaskin, hvor den tilkoblede skjermen viste det virtuelle miljøet deltakerne skulle delta i. De fikk så utdelt HMDen og justerte hodebåndet og display for komfort og optimal synlighet. Med to tilhørende håndholdte kontroller kunne deltakeren styre en virtuell avatar, velge kommandoer og bestemme avatarens synsretning. Deltakerne kunne også kontrollere avatarens perspektiv ved å bevege hodet. Deltakeren gikk deretter igjennom eksperimentets ti runder, og fikk så i oppgave å svare på tre spørreskjema som målte dere opplevde simuleringssyke, tilstedeværelse og kognitive belastning.

### **Virtuelt miljø**

Det virtuelle miljøet benyttet i dette forsøket var konstruert ved hjelp av spillet Minecraft. Minecraft ble valgt grunnet muligheten til å utføre komplekse kommandoer og konstruere ønskede miljøer på en kostnadseffektiv måte. Sekvensene i forsøket ble gjennomført ved å bruke kommandoblokker som teleporterte deltakeren til ulike posisjoner.

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

For å starte hver ny sekvens ble en "redstoneblock" kodet inn på spesifikke koordinater, som startet kaskaden av teleporteringer.

I løpet av forsøket befant deltakeren seg i totalt tre ulike virtuelle rom. Det første er blitt kalt Øvingsrommet, dette rommet ble benyttet til at deltakeren skulle bli kjent med kontrollene og opplevelsen av den virtuelle virkeligheten, rommet er illustrert i «Figur 1». Deltakeren ble sendt tilbake til øvingsrommet mellom hver gjennomgang av forsøket. Det neste rommet ble kalt det mørke rommet, dette rommet viste en sort skjerm med et hvitt kryss sentralt i bildet, og ble benyttet som et venterom mellom de andre segmentene av simuleringen. Det siste ble kalt oppgaverommet, dette rommet kunne forstås som et rutenett. Her skulle deltakerne bevege seg rundt og memorere seks ulike objekters plassering. Et eksempel på dette rommet er illustrert i «Figur 2», plasseringen av objektene ville imidlertid variere mellom hver gjennomgang av forsøket.

### **Figur 1**

*«Øvingsrommet» fra simuleringen*

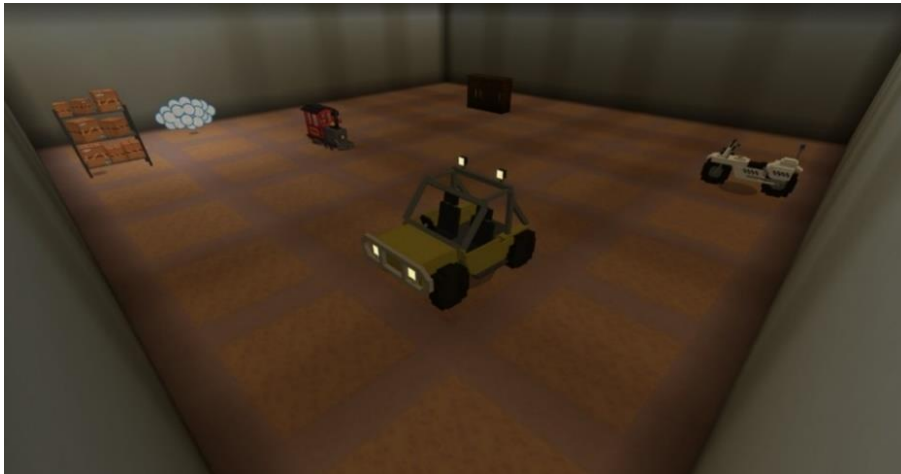


*Notat: Eksempelbilde fra «øvingsrommet» hvor deltakerne oppholdt seg mellom hver runde av eksperimentet.*

## Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringspsyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.

### Figur 2

«Oppgaverommet» fra simuleringen



*Notat: Eksempelbilde fra rommet deltakerne opphold seg mens de skulle memorere objektene plassering. De samme gjenstandene ble benyttet for hver runde av forsøket.*

### Eksperiment

Varigheten av hele eksperimentet var mellom 80-110 minutter, hvor deltakerne brukte omtrent 40 minutter på å utføre oppgavene, fordelt på 10 omganger.

Deltakeren ble først introdusert til øvingsrommet. I forsøkets første gjennomgang startet deltakerne med å bli sendt til det mørke rommet i to minutter. Dette ble ikke gjennomført i de ni påfølgende gjennomgangene av forsøket. Deretter ble deltakeren transportert til oppgaverommet. De fikk oppholde seg og bevege seg rundt her i ett minutt, før de ble sendt tilbake til det mørke rommet i ett minutt.

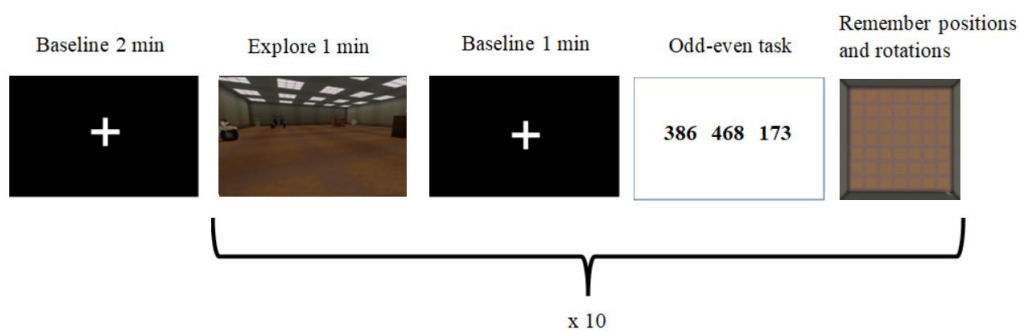
Deretter fikk deltakerne beskjed om å ta av seg HMDen og om å løse en «odd-even oppgave», hvor de skulle skille par- og oddetall. Denne testen ble inkludert for å belaste arbeidsminnet og forhindre at deltakerne repeterte gjenstandenes plassering for seg selv. Forskjellige odd-even tester ble benyttet til hver runde, og de ble sett over av forskningsassistenten slik at deltakerne ikke kunne svare vilkårlig. Når deltakeren hadde fullført testen, ble de bedt om å plassere figurer som representerte de ulike gjenstandene de

## Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.

hadde sett, på en modell som viste oppgaverommet ovenfra. Etter ett minutt eller når deltakeren sa seg ferdige, ble modellen fotografert med figurenes plassering. Det ble tatt bilder av hvert miljø, der deltakerne hadde plassert de seks figurene innenfor et 6x6 rutenett. Forsøkets gjennomgang er illustrert i «Figur 3».

### Figur 3

*Illustrasjon av eksperimentets gjennomgang*



*Notat: figuren illustrerer eksperimentets gang, hvorav de tre første bildene fra venstre illustrerer hva deltakeren så i det virtuelle miljøet. Mens de to siste illustrerer sekvensen hvor deltakeren måtte løse en odd-even oppgave og plassere gjenstandene på en modell, utenfor det virtuelle miljøet.*

### Instrumenter

Engelske versjoner ble benyttet for alle spørreskjemaene, da ingen validerte norske versjoner av SSQ, PQ eller NASA-TLX eksisterer.

#### ***Simulation Sickness Questionnaire (SSQ)***

SSQ ble opprinnelig utviklet for å måle bivirkningene som oppleves ved virtuelle miljøer av Kennedy et al. (1993). Spørreskjemaet ble utviklet som en tilpasning av Pensacola Motion Sickness Questionnaire for å skille simuleringssyke fra reisesyke, gi underskalaer og en skåringsmetode for sporing og overvåking symptomer (Kennedy et al., 1993).

Spørreskjemaet består av elementer som beskriver 16 vanlige VR-relaterte fysiologiske

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

symptomer som deltakerne vurderer på en skala fra 0 (ingen symptomer), 1 (lette symptomer), 2 (moderat symptomer), og 3 (alvorlige symptomer). Den endelige poengsummen oppnås ved å multiplisere fasettene ved å bruke forhåndsbestemte vekter.

### ***Presence Questionnaire (PQ)***

For å undersøke deltakernes opplevde følelse av tilstedeværelse ble PQ-versjonen revidert av l'Université du Québec en Outaouais Cyberpsychology Lab (2013) benyttet. Denne modifiserte PQ (basert på PQ 3.0) består av 24 elementer fordelt på syv skalaer: mulighet til å undersøke, selvevaluering av ytelse, realisme, mulighet til å handle, kvalitet på interferens, lyder og haptikk 25 (Witmer et al., 2005). Hvert element bruker en skala fra 1 til 7, der 1 beskriver laveste nivå av tilstedeværelse og 7 høyeste. Denne spesifikke versjonen av PQ ble brukt da den tillater en enkel modifisering av spørreskjemaet basert på relevansen for den aktuelle simuleringen. Lyd var ikke til stede i eksperimentell tilstand; dermed ble de tre spørsmålene som refererte til lyd forkastet. Den totale poengsummen for spørreskjemaet ble beregnet ved å ta gjennomsnittet av poengsummene for de gjenværende 21 elementene.

### ***NASA Task Load Index (CLQ)***

CLQ målte de kognitive belastningen deltakerne opplevde ved hjelp av 10-punkts skalaer. Deltakerne ble stilt spørsmål om fem følgende kategorier: (1) Psykisk krevelsesgrad, (2) Temporal krevelsesgrad, (3) Innsats, (4) Ytelse og (5) Frustrasjonsnivå (Hart, 2006). I sin standardversjon består NASA-TLX av et ekstra element som vurderer de fysiske kravene til oppgaven. Dette elementet ble forkastet på grunn av mindre praktisk relevans for denne studien.

### ***Beregning av spatial prosessering***

For å analysere deltakernes opplevelse av allosentrisk prosessering ble følgende fremgangsmåte benyttet. Først ble X- og Y-koordinater tilordnet hver figur i hvert av de 10

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

miljøene, og disse koordinatene ble registrert i et Excel-ark. Excel-arket inneholdt dermed en liste over X- og Y-koordinater for hver figur og hvert miljø for alle 32 deltakere, knyttet til deltakernummer og forsøksrunde. Deltakernes posisjonskartmønster ble deretter konstruert basert på deres tilbakekalling av objektenes posisjoner, uten å ta hensyn til rotasjon eller om objektene var riktig plassert. Kabsch-algoritmen ble deretter brukt til å tilpasse posisjonen til objektene til en referanse, rotere objektene til referansen og skalere objektene i forhold til referansen (Kabsch, 1976). Dette ble gjort for å måle allosentrisk prosessering avhengig av objektenes posisjoner i forhold til hverandre, uten å ta hensyn til eventuell zooming av deltakernes mentale representasjon av miljøet (Horecka et al., 2018). Avstanden mellom deltakernes mønster og det korrekte mønsteret ble beregnet ved hjelp av "root-mean square deviation", der et høyere tall indikerer en større avstand mellom deltakernes gjenkalling og det faktiske mønsteret.

### **Analyser av datamaterialet**

For å teste om forutsetningene for den statistiske analysen var oppfylt, ble flere antagelsesanalyser utført. Først ble multikorrelasjonen mellom de uavhengige variablene (simuleringssyke, tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn) undersøkt ved hjelp av en VIF-test. Ingen av variablene viste et for høyt nivå av multikorrelasjon  $p > .05$ , bortsett fra variablene knyttet til kognitiv last. Disse variablene er imidlertid basert på samme mål, og kun den tredjegradsleddete versjonen av disse ( $CL^3$ ) ble brukt i analysen. Normaliteten i dataene ble også testet ved hjelp av en Shapiro-Wilk-test, som viste at dataene for alle variablene var normalfordelte og dermed ikke krevde transformasjoner i videre analyse.

Deretter ble det testet for heteroskedastisitet ved hjelp av en hes-test, som undersøker om variansen til residualene er konstant på tvers av alle nivåer. Denne testen viste seg å være signifikant  $p < .05$ , noe som tyder på at det kan være heteroskedastisitet til stede. Dette kan bety at forskjellen mellom de observerte og predikerte verdiene av den avhengige variabelen

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

(prestasjon på oppgave) ikke er konstant på tvers av alle nivåer. Dette kan være et problem, da den vanlige minste kvadraters metode som brukes til å estimere parameterne til en lineær regresjonsmodell, antar at variansen til residualene er konstant. Dette kan igjen føre til partiske standardfeil og konfidensintervaller, samt upålitelige hypotesetester.

Det ble så gjennomført en ov-test som tester om modellen som helhet er statistisk signifikant, det vil si at den forklarer en betydelig andel av variasjonen i den avhengige variabelen. Denne testen viste seg å ikke være statistisk signifikant  $p > .05$ , noe som indikerer at de uavhengige variablene samlet sett ikke forklarer en signifikant del av variasjonen i den avhengige variabelen. Det er imidlertid viktig å merke seg at et ikke-statistisk signifikant resultat av ov-testen ikke nødvendigvis betyr at ingen av koeffisientene til de uavhengige variablene er individuelt signifikante.

Til slutt ble det gjennomført en Linktest som undersøkte om det var noen viktige uavhengige variabler som ble utelatt fra modellen. Resultatet viste at det ikke var noen statistisk signifikante funn  $p > .05$ , noe som tyder på at linearitetsantagelsen kan gjelde for prediktorvariablene i regresjonsmodellen, og at det ikke er behov for videre analyse på dette punktet

### **Statistiske analyse**

Det ble utført en regresjonsanalyse, da denne typen analyse er egnet for å predikere verdien av den avhengige variabelen (deltakernes prestasjon) basert på verdiene til de uavhengige variablene (simuleringssyke, tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn). Samtidig anses det å være den mest optimale analysen for å forstå sammenhengene mellom variablene, basert på dette menes det at en slik analyse best i stand til å besvare oppgavens forskningsspørsmål.

Variablene som ble brukt i analysen ble kjørt i statistikkprogrammet STATA 17, og var basert på svarene hentet fra SSQ, PQ og CLQ, samt deltakernes prestasjon i forsøket og



## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

kjønn. Målene fra de ulike spørreskjemaene ble slått sammen til enkeltstående variabler ved å beregne gjennomsnittsskårer for hver deltaker. Selv om det ikke er standardisert praksis å estimere resultatene fra SSQ ved hjelp av gjennomsnitt, er det tidligere blitt gjort i etablert forskning (Keshavarz & Hecht, 2012). Deltakernes prestasjonsmål ble reversert slik at positive tall indikerte bedre prestasjon. Dette ble gjort for å gjøre tallene i analysen lettere å tolke. Variablene fra CLQ ble brukt som et tredjegradspolynom for å få en kurvelineær utvikling med to brytningspunkter, i tråd med hypotesen i oppgaven. For å undersøke det interne forholdet mellom SSQ og PQ, ble det utført en korrelasjonsanalyse. Siden det tidligere er gjort mye forskning på dette forholdet, ønsket oppgaven å undersøke om variabelkorrelasjonen stemmer overens med tidligere forskning og dermed bidra til å øke forståelsen på området (Weech et al., 2019).

### **Deskriptiv statistikk**

All deskriptiv statistikk er presentert i «Tabell 1». Variasjonen mellom høyest og lavest skår på oppgaven i allosentrisk prosessering spente fra 1 til 8.25, gjennomsnittsskåren var 5.84 (SD = .30). SSQ-poengsummen var i gjennomsnitt .64 (SD = .07). SSQ-resultatene var lavere enn gjennomsnittsskårene rapportert i andre studier som bruker moderne HMD-er (Kim et al., 2018). Dette kan ha sammenheng med at SSQ i denne oppgaven ble beregnet med gjennomsnitt i stedet for den standardiserte formelen som vanligvis benyttes i utregningen av SSQ. Den gjennomsnittlige PQ-poengsummen var 5,84 (SD = .13), dette er resultater som er noe lavere enn det målt i andre studier (Witmer & Singer, 1998). CLQ-poengsummen var i gjennomsnitt 8,31 (SD = .46), dette er tall som er markant lavere enn de registrert i andre studier som måler den kognitive belastningen ved oppgaveløsning i VR (Chao et al., 2017).

## Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.

**Tabell 1**

*Notat: Deskriptiv statistikk.*

| Variabler | Gjennomsnitt | Standardavvik | Min  | Max   |
|-----------|--------------|---------------|------|-------|
| Poeng     | 5.84         | 0.30          | 1    | 8.25  |
| Sex       | 0.44         | 0,09          | -    | -     |
| SSQ       | 0.64         | 0,07          | 0    | 1.69  |
| PQ        | 4.99         | 0,13          | 3    | 6.11  |
| CLQ       | 8.31         | 0.46          | 4.17 | 14.17 |

$N=32$

### Resultat

Funnene fra analysen er presentert i «Tabell 2».  $R^2$  representerer i hvilken grad variasjonen i prestasjon på oppgaven kan forklares av simuleringssyke, tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn (Sex). Kjønn viser en negativ koeffisient på  $-1.01$ , noe som betyr at kvinner i gjennomsnitt skåret lavere enn menn, men denne effekten var ikke statistisk signifikant  $p = .08$ . SSQ viser en negativ koeffisient på  $-2.94$ , og denne påvirkningen var statistisk signifikant  $p < .01$ . PQ hadde en positiv koeffisient på  $.95$ , men denne var ikke statistisk signifikant  $p = .12$ . Koeffisienten til variabelen  $CL^3$  var på  $.002$ . Den lave koeffisienten skyldes at  $CL^3$  har en kurvelineær utvikling noe som medfører at koeffisienten vil leses av svakere enn den egentlig er. Dette er illustrert i «Figur 4» hvor deltakere som rapporterte lav til middels kognitiv belastning hadde omtrent lik prestasjon, mens prestasjonen økte betydelig med økende rapportert kognitiv belastning.  $CL^3$  var ikke statistisk signifikant  $p = .14$ . Resultatene fra korrelasjonsanalysen viste en negativ korrelasjon på  $.41$ . For å evaluere analysens statistiske styrke ble programvaren G\*Power benyttet. Resultatet fra den

## Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.

etterfølgende post hoc poweranalysen viste en statistisk styrke på 0.86, som øker sannsynligheten for å korrekt avvise nullhypotesen (Faul et al., 2007)

**Tabell 2**

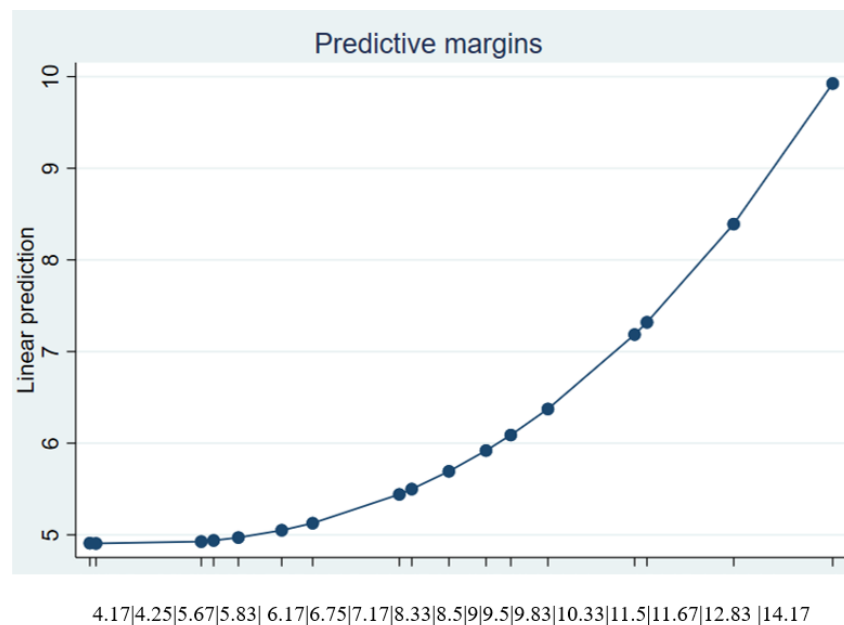
*Notat: Regresjonsanalyse.*

| Variabler       | Koeffisient | P-verdi |
|-----------------|-------------|---------|
| Sex             | -1,01       | 0,08    |
| SSQ             | -2,94       | 0,01    |
| PQ              | 0,71        | 0,12    |
| CL <sup>3</sup> | 0,002       | 0,14    |

$N=32, R^2=0,34$

**Figur 4**

*Graf over CL<sup>3</sup>s utvikling.*



Notat: Grafen er hentet ut fra STATA 17 ved hjelp av marginsplot, noci kommandoen og illustrerer stigningen av kognitiv last i forhold til prestasjon på oppgaven. X-aksen viser målt nivå av kognitiv belastning, mens Y-aksen viser deltakerens prestasjon.

## **Diskusjon**

Selv om fåtallet av variablene inkludert i analysen viste en signifikant korrelasjon med deltakernes prestasjon innen allosentrisk prosessering, er det flere funn som bør diskuteres. Dette inkluderer både funnenes implikasjoner for forståelsen av allosentrisk prosessering i VR, samt deres sammenheng med eksisterende litteratur på området.

### **Simuleringssyke**

Funnene knyttet til simuleringssyke viste en tydelig negativ korrelasjon med prestasjonen på oppgaven, denne korrelasjonen var også statistisk signifikant. Dette støtter opp under oppgavens hypotese og er i tråd med tidligere forskning på området (Frank et al., 1988). Imidlertid eksisterer det også tidligere forskning som ikke har funnet noen sammenheng mellom oppgaveytelse og simuleringssyke i virtuelle miljøer (Grassini & Laumann, 2020). Det er mulig at dette fenomenet kan skyldes de generelt lave poengsummene for simuleringssyke som er rapportert i forbindelse med VR-simuleringen (Nelson et al., 2000). Det er samtidig tidligere nevnt funn som tyder på at oppgaveytelse påvirkes i større grad av simuleringssyke enn av tilstedeværelse i virtuelle miljøer (Grassini & Laumann, 2020). Disse funnene blir styrket av funnene fra denne studien, siden simuleringssyke viste seg å ha en effekt på deltakernes prestasjon, i motsetning til tilstedeværelse. Det er viktig å merke seg at resultatene fra dette eksperimentet ikke kan brukes til å forutsi om simuleringssyke vil oppstå i en bestemt situasjon eller hvor alvorlig det vil være. Det er også mulig at teknologien som ble brukt i dette eksperimentet kunne ha påvirket opplevelsen av simuleringssyke hos deltakerne.

Som nevnt viser forskningen en negativ sammenheng mellom tilstedeværelse og simuleringssyke (Weech et al., 2019). De to variablene har og viste motsatte effekt på deltakernes prestasjon. Dette var også tilfellet i denne oppgavens funn, men tilstedeværelse var imidlertid ikke var statistisk signifikant. Noe som antyder at simuleringssyke kan ha en

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

mer betydelig effekt enn tilstedeværelse på deltakernes prestasjon. Videre viste en korrelasjonsanalyse mellom de to variablene en middels negativ korrelasjon på 0.4, noe som bygger opp under det meste av etablert forskning på feltet som favoriserer tolkningen om at tilstedeværelse og simuleringssyke er negativt relatert (Weech et al., 2019).

Simuleringssykes effekt på deltakernes prestasjon indikerer at de utfordringene som er dokumentert i tidligere forskning også er gjeldende for oppgaver som involverer allosentrisk prosessering. Dette kan tyde på at simuleringssyke er en av de største utfordringene i utviklingen av VR-teknologi, da det har en betydelig hemmende effekt på brukerens evne til å orientere seg i rommet. Dette kan igjen begrense muligheten til å bruke VR på en effektiv, lærerik og brukervennlig måte.

### **Tilstedeværelse**

Funnene indikerer at variabelen tilstedeværelse ikke viste en signifikant sammenheng med oppgaveytelse. Dette funnet er i strid med både oppgavens hypotese og tidligere etablert litteratur på området. Tidligere forskning har antydnet at økt tilstedeværelse kan forbedre oppgaveytelse i oppgaver som sjakk eller enkle psykomotoriske oppgaver i VR (Slater et al., 1996). En mulig årsak til at denne effekten ikke ble funnet i eksperimentet kan være at tidligere studier ikke eksplisitt har testet for allosentrisk prosessering, til tross for at aspekter av dette kan være involvert i sjakk. Det kan derfor være tilfelle at effekten av tilstedeværelse på oppgaveytelse er mindre tydelig i oppgaver som mer spesifikt tester for allosentrisk prosessering. Forskning har også vist at koblingen mellom tilstedeværelse og oppgaveytelse kan bli påvirket av andre faktorer, slik som eksperimentelle instruksjoner, individuell motivasjon og simuleringssyke (Weech et al., 2019). Funnene fra forsøk utført i denne studien kan derfor styrke synet om at effekten av tilstedeværelse på oppgaveytelse i større grad er mediert av eksterne faktorer. Det må her klargjøres at funnene herfra kun gjør rede for allosentrisk prosessering, selv om aspekter ved de observerte effektene kan overføres til andre

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

oppgaver i VR.

Det er mulig at fraværet av en signifikant effekt av tilstedeværelse på deltakernes prestasjon kan skyldes graden av miljøinteraksjon og realisme i det virtuelle miljøet (Slater & Usoh, 1994). Effekten av tilstedeværelse kan ha blitt svekket i dette eksperimentet, som brukte Minecraft til å fremstille det virtuelle miljøet. Minecraft fokuserer i større grad på praktikalitet og kreativitet fremfor en realistisk og virkelighetsnær representasjon av miljøet, noe som kan ha påvirket deltakernes opplevelse av realisme. Heller ikke lyd ble inkludert i dette studiet som kan ha svekket graden av tilstedeværelse og dens påvirkning på deltakernes prestasjon. Dette støttes også opp under av at denne oppgavens PQ-skårene i gjennomsnitt var lavere enn de registrert i andre studier. Videre kan prosessen hvor deltakerne måtte gå ut av de virtuelle omgivelsene mellom hver runde ha svekket deres opplevelse av tilstedeværelse, og dette kan igjen ha påvirket variabelens effekt på deres prestasjon.

I tillegg fanget ikke dette eksperimentet opp sosial tilstedeværelse, da deltakerne ikke hadde muligheten til å være samlokalisert med virtuelle agenter (Weech et al., 2019). Sosial tilstedeværelse er en sentral del av opplevelsen i virtuelle miljøer, og mangelen på dette elementet kan ha påvirket deltakernes opplevelse av tilstedeværelse og dermed svekket koblingen mellom variabelen og prestasjon (Weech et al., 2019).

### **Kognitiv last**

Hypotesen knyttet til kognitiv belastning var at deltakere som opplevde et moderat nivå av kognitiv belastning ville prestere best på oppgaven. Imidlertid viste funnene fra analysen at deltakere som rapporterte høyere kognitiv belastning presterte bedre. Disse funnene viste seg å ikke være statistisk signifikante. Det ble altså ikke funnet noen sammenheng mellom kognitiv belastning og prestasjon i denne studien. Tidligere forskning har funnet at nybegynnere opplever høyere kognitiv belastning sammenlignet med eksperter i VR, noe som kan tyde på at deltakere med lavere prestasjon vil ha høyere kognitiv belastning

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

(Armougum et al., 2019). Samtidig kan denne belastningen skyldes at deltakeren opplever større grad av fremmed prosessering framfor generativ prosessering, da deltakeren kan engasjere seg i overdrevne mengder av irrelevant behandling, og det kan ikke være tilstrekkelig kapasitet tilgjengelig for generativ eller essensiell prosessering (Moreno & Mayer, 2002). Denne effekten ble imidlertid ikke gjenspeilet i funnene fra denne studien.

Det er mulig at årsaken til manglende sammenheng mellom kognitiv belastning og prestasjon kan være at oppgaven deltakerne skulle løse ikke var krevende nok, og at forskjellene i prestasjon i større grad ble påvirket av deltakernes motivasjon enn deres kognitive kapasitet. Det kan også være tilfellet at det virtuelle miljøet ikke var tilstrekkelig oppslukende for deltakerne, og dermed forsvant effekten av generativ prosessering, da noen perspektiver hevder at et oppslukende VR-miljø kan fremme generativ prosessering (Van der Heijden, 2004). Dette kan igjen ha redusert graden av anstrengelse og engasjement deltakerne la i kognitiv prosessering for å konstruere en sammenhengende mental representasjon av materialet og opplevelsen, noe som kan føre til lavere kobling mellom prestasjon og kognitiv belastning (Makransky et al., 2019). Det er også mulig at faktorer som erfaring med VR eller personlighetstrekk kan mediere effekten mellom kognitiv belastning og prestasjon.

En annen årsak til manglende sammenheng mellom kognitiv belastning og prestasjon kan være den subjektive naturen til spørreskjemaene. Det er mulig at deltakerne trakk svarene mot en tenkt gjennomsnittsverdi, særlig siden det var andre til stede i rommet under eksperimentet, og sosial ønskelighet kan ha påvirket hvordan deltakerne svarte. Det kan også hende at deltakernes respons på spørreskjemaene kan ha blitt påvirket av sosiale stigma, knyttet til å svare med ekstreme verdier på et spørreskjema som deltakerne kan oppleve måler kognitive evner.

## **Kjønn**

Resultatene fra analysen er i samsvar med oppgavens hypotese om at det ikke ville være noen signifikante kjønnsforskjeller i deltakernes prestasjon. Dette er også i tråd med tidligere forskning som har rapportert lite om kjønnsforskjeller i prestasjon knyttet til bruk av VR. Selv om noen studier har indikert at kvinner kan prestere bedre i oppgaver knyttet til VR (Allen et al., 2016). Viser de fleste funn i litteraturen konsistent at kjønn ikke er assosiert med forskjeller i oppgaveytelse (Grassini et al., 2020). Funnene fra dette forsøket antyder at det er en lik prestasjonsevne mellom kjønnene i håndteringen av allosentrisk prosessering i VR. Dette kan tolkes som et motargument mot tidligere observerte kjønnsforskjeller i oppgaveløsning ved bruk av teknologi (Felnhofer et al., 2012). Det er her viktig å merke seg at det i dette forsøket kun ble testet for deltakernes evne til allosentrisk prosessering i et virtuelt miljø og ved å benytte en HMD.

En teori hevder at kvinner ofte skårer dårligere på romlig tilstedeværelse, og dette kan skyldes forskjeller i romforståelse, da tidligere forskning har funnet stabile kjønnsforskjeller i denne egenskapen (Felnhofer et al., 2012). Imidlertid viste tilstedeværelse seg å være en ikke-signifikant variabel i dette forsøket, og derfor ville eventuelle kjønnsforskjeller knyttet til denne variabelen ikke påvirke deltakernes prestasjon. Det har også blitt diskutert om menns større erfaring med videospill, høyere selveffektivitet i håndtering av maskinvare, og dermed mindre skepsis til virtuelle miljøer, kan påvirke deres prestasjon i VR (Felnhofer et al., 2012; Gamito et al., 2008, s. 90). Videospillerfaring ble ikke inkludert som en variabel i denne oppgaven, men det kan ikke konkluderes med at den nevnte tendensen, som ofte er kjønnsdelt, påvirker deltakernes prestasjon. Dette kan skyldes at utvalget var hentet fra en relativt ung populasjon (18-30 år), hvor videospillerfaringen og kyndighet med teknologi muligens er mer jevnt fordelt mellom kjønnene enn hva eldre forskning opererer med (Arning & Ziefle, 2007).



## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

Kvinner ser imidlertid ut til å være mer utsatt for simuleringssyke, selv om grunnlaget for dette er omdiskutert. En årsak kan være at kvinner har et bredere synsfelt, og et bredt synsfelt kan øke sannsynligheten for oppfattelse av flimmer, som igjen kan føre til simuleringssyke-symptomer (La Viola Jr, 2000; Kolasinski, 1995). Selv om simuleringssyke viste seg å være en statistisk signifikant hemmende faktor i vårt forsøk, ble det ikke registrert at denne effekten ble gjenspeilet i kjønnsforskjellene. Dette til tross for at det finnes forskning som hevder at det er en betydelig større sannsynlighet for å oppleve simuleringssyke-symptomer hos kvinnelige deltakere sammenlignet med mannlige deltakere (Sawyer & Deering, 2013). Dette kan skyldes at kjønnsfordelingen i forsøket ikke var balansert, med en overvekt av mannlige deltakere på 57%, eller at utvalget ikke var tilstrekkelig til å produsere signifikante kjønnsforskjeller. Det kan også være tilfelle at teknologien som ble brukt i eksperimentet ikke hadde samme tendens til å forårsake mer simuleringssyke hos kvinner, og at forskning som har funnet slike tendenser ofte kun har fokusert på negative symptomer av simuleringssyke og ikke undersøkt andre faktorer som prestasjon mellom kvinner og menn i VR (Grassini & Laumann, 2020).

### **Styrker og begrensninger**

Det er flere begrensninger ved forsøket som kan forklare hvorfor det ikke ble funnet noen signifikante effekter av de ulike variablene på deltakernes prestasjon. Utvalget dette forsøket er basert på, ble rekruttert via et bekvemmelighetsutvalg. Dette medfører at ingen randomiseringsprosesser eller andre prosedyrer for å sikre ytre validitet ble gjennomført for å oppnå et mer representativt utvalg. Deltakerne besto kun av studenter, dette kan virke både styrkende og svekkende. På den ene siden er deltakerne innenfor den valgte aldersrammen (18-30 år) og muligens bedre rustet til å mestre teknologien som ble benyttet i forsøket (Arning & Ziefle, 2007). På den andre siden svekker det generaliserbarheten til befolkningen, ettersom alle deltakerne har en rekke fellesnevner. Videre var ikke utvalget fullstendig

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

kjønnsfordelt, noe som kan ha påvirket effekten av kjønn på forsøket og analysens resultater.

Størrelsen på utvalget kan ha påvirket generaliserbarheten av funnene og antallet signifikante resultater i analysen. Det er mulig at det begrensede antallet deltakere kan ha bidratt til at enkelte variabler ikke viste seg å være statistisk signifikante i analysen. Dette kan også forklare hvorfor noen av funnene motsatte seg oppgavens hypotese. Programvaren G\*Power ble brukt for å gjennomføre en effektanalyse. Målet var å oppnå en power på 0.80 for å kunne oppdage en middels effektstørrelse på 0.25 ved standard alfa-feilsannsynlighet på 0.05 (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007). Resultatene fra analysen indikerte at forsøket ville kreve et utvalg på 41 personer for å oppnå de ønskede kriteriene. Dette støtter opp under at utvalget til forsøket var for lite, og viser til områder videre forskning bør utbedre.

Forsøkets prosedyre kan ha påvirket forskningens kvalitet og funnene i analysen. For det første kan det urealistiske miljøet i Minecraft ha påvirket flere av variablene som er knyttet til tilstedeværelse, slik som beskrevet tidligere. For det andre måtte deltakerne tre ut av det virtuelle miljøet mellom hver runde, dette kan ha påvirket effekten av variablene som ble inkludert i analysen. For det tredje kan Minecraft manglende realisme ha bidratt til å indusere simuleringssyke, for eksempel fordi bevegelsesarten i spillet i liten grad gjenspeiler virkeligheten. Dette kan føre til en større forskjell mellom visuell og vestibulær stimuli, noe som igjen kan føre til større grad av SS-symptomer, slik som tidligere forskning har vist (Reason & Brand, 1975).

Deltakerne observerte det virtuelle miljøet fra et førstepersonsperspektiv omtrent 1,8 meter over bakkeplan, mens modellen de skulle plassere objektene på, viste rommet fra et fugleperspektiv. Denne endringen i perspektiv kan ha bidratt til enkelte misforståelser og vansker for deltakerne. På den andre siden kan dette ha bidratt til at deltakerne måtte kognitivt rotere rommet, og dermed teste deres allosentriske prosesseringsegenskaper. Forsøkets varighet kan også ha påvirket funnene, i den forstand at det kan ha målt deltakernes kognitive

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

utholdenhet mer enn deres evne til å orientere seg i rommet. Imidlertid kan man argumentere for at deltakere som mestrer allosentriske prosesseringsevner bedre, vil oppleve mindre kognitiv slitasje og dermed være mer utholdende gjennom forsøket.

Selv om spørreskjemaene som ble brukt i studien var standardiserte og har blitt benyttet i flere tidligere studier, er det noen faktorer som kan ha svekket studiens kvalitet. En av disse er at alle skjemaene var selvrapporteringsskjemaer, noe som betyr at deltakerne måtte tolke spørsmålene subjektivt, og dette kunne føre til ulik tolkning av spørsmålene blant deltakerne. Dette var spesielt relevant ettersom kun engelske versjoner av spørreskjemaene ble brukt, og spørsmålene kanskje ikke var like dagligdagse for deltakerne. Videre kan sosial ønskelighet ha påvirket deltakernes svar på skjemaene, noe som var relevant i diskusjonen om kognitiv belastning. Likevel er flere av målene oppgaven benytter seg av subjektive mål av et opplevd fenomen, det kan altså argumenteres for at den subjektive naturen til spørreskjemaene styrker den indre validiteten.

Resultatene fra både hes-testen og ov-testen som ble brukt for å analysere dataene i denne oppgaven kan være begrensninger for studien. Ettersom ov-testen ikke viste noen statistisk signifikante funn, noe som indikerer at simuleringssyke, tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn (uavhengig variabler) ikke forklarer en betydelig del av variasjonen i deltakernes prestasjon (avhengig variabel). Videre viste hes-testen heteroskedastisitet, noe som kan bety at forskjellen mellom de observerte og predikerte verdiene av den avhengige variabelen ikke er konstant over alle nivåer. Det er likevel viktig å påpeke at selv om disse testene kan indikere svakheter i datamaterialet, så utelukker ikke disse funnene at analysen fortsatt har en beskrivende kraft mellom de avhengige og uavhengige variablene.

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

### **Implikasjoner for videre forskning**

Denne oppgaven hadde som mål å undersøke hvilke variabler som predikerte for allosentrisk prosesseringsferdighet i VR. På grunn av flere ikke-statistisk signifikante funn og en ikke-signifikant ov-test, viste flere av variablene ingen signifikant sammenheng med deltakernes prestasjoner. For fremtidige studier vil det derfor være hensiktsmessig å inkludere flere variabler og et større utvalg for å bedre undersøke hvilke uavhengige variabler som påvirker deltakernes prestasjon i allosentrisk presiseringsevne. Mulige variabler kan være erfaring med VR og videospill, ulike aldersgrupper, personlighetstrekk, og undersøkelser av hjerneaktivitet ved hjelp av EEG eller MRI.

Fremtidige studier bør også undersøke årsakene til simuleringssyke og hvilke særtrekk som gjør en person mer mottakelig for symptomer. Dette fordi denne oppgaven fant simuleringssyke som den eneste variabelen som signifikant påvirket deltakernes prestasjon. En økt forståelse av hvorfor simuleringssyke oppstår og hvem som er mest sårbare, kan bidra til å forbedre VR-systemer og skape mer effektive og brukervennlige enheter. Samtidig bør videre forskning undersøke forholdet mellom tilstedeværelse og simuleringssyke. Til tross for at korrelasjonen mellom disse variablene er godt dokumentert, styrker denne oppgaven et syn som vektlegger hvordan simuleringssyke fungerer mer modulerende på oppgaveytelse enn tilstedeværelse (Grassini & Laumann, 2020). Å forstå hvorfor og i hvilken grad dette er tilfellet, kan være interessant å undersøke nærmere, ettersom det vil kunne skape en bredere forståelse av hva som påvirker deltakernes opplevelse og mestring av VR.

Selv om funnene i denne oppgaven ikke viste noen kjønnsforskjeller, har det tidligere blitt observert statistisk signifikante forskjeller mellom kjønnene når det gjelder SS-symptomer (La Viola Jr, 2000; Kolasinski, 1995). Årsakene til dette har også blitt diskutert, og det har blant annet blitt påvist at HMD-er kan ha negative effekter spesielt for kvinnelige brukere (Makransky et al., 2019). Videre forskning bør derfor fokusere på å undersøke hvilke

## **Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

aspekter ved teknologien, biologien og psykologien som bidrar til disse kjønnsforskjellene i SS. Dette er viktig ettersom simuleringssyke har vist seg å være en av de største utfordringene knyttet til prestasjoner i VR, og en skjev kjønnsfordeling i forhold til dette vil være uheldig.

### **Konklusjon**

Denne oppgaven konkluderer med at en lavere grad av simuleringssyke predikerer for bedre prestasjon innen allosentrisk prosessering i VR. De øvrige variablene viste seg å ikke ha noen betydelig innvirkning på deltakernes prestasjoner. Slik det er diskutert i denne oppgaven så kan dette ha implikasjoner for hvilke variabler som er mest sentrale knyttet til personers prestasjoner på allosentrisk prosessering i VR. Disse implikasjonene kan være sentrale for hva som bør vektlegges i utviklingen av ny teknologi. For eksempel i hvilken grad motvirkning av simuleringssykesymptomer bør prioriteres i forhold til å redusere personers opplevde tilstedeværelse. Til slutt bør senere forskning utforske forholdet mellom prestasjon i VR og tilknyttede variabler videre for å skape et mer helhetlig bilde av hva som bidrar til et mer effektivt og brukervennlig virtuelt miljø. Samt at større og mer sammensatte utvalg også bør undersøkes for å kunne bedre den ytre validiteten til forsøket.

## Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.

### Referanser

- Allen, Brian, Hanley, Taylor, Rokers, Bas & Green, C Shawn. (2016). Visual 3D motion acuity predicts discomfort in 3D stereoscopic environments. *Entertainment computing*, 13, 1-9.
- Arning, K., & Ziefle, M. (2007). Understanding age differences in PDA acceptance and performance. *Computers in Human Behavior*, 23(6), 2904-2927.
- Armougum, A, Orriols, E, Gaston-Bellegarde, A, Joie-La Marle, C & Piolino, P. (2019). Virtual reality: A new method to investigate cognitive load during navigation. *Journal of Environmental Psychology*, 65, 101338.
- Biocca, Frank. (1992). Will simulation sickness slow down the diffusion of virtual environment technology? *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(3), 334-343.
- Byrne, Patrick, Becker, Suzanna & Burgess, Neil. (2007). Remembering the past and imagining the future: a neural model of spatial memory and imagery. *Psychological review*, 114(2), 340.
- Chao, C. J., Wu, S. Y., Yau, Y. J., Feng, W. Y., & Tseng, F. Y. (2017). Effects of three dimensional virtual reality and traditional training methods on mental workload and training performance. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 27(4), 187-196.
- Cooper, Natalia, Milella, Ferdinando, Pinto, Carlo, Cant, Iain, White, Mark & Meyer, Georg. (2018). The effects of substitute multisensory feedback on task performance and the sense of presence in a virtual reality environment. *PloS one*, 13(2), e0191846.
- Cryer, Alice, Kapellmann-Zafra, Gabriel, Abrego-Hernández, Samantha, Marin-Reyes, Hector & French, Richard. (2019). Advantages of virtual reality in the teaching and

**Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringspsyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

- training of radiation protection during interventions in harsh environments. 2019 24th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFFA),
- Davis, S., Nesbitt, K., & Nalivaiko, E. (2014, December). A systematic review of cybersickness. In *Proceedings of the 2014 conference on interactive entertainment* (pp. 1-9).
- Dewey, John. (1913). *Interest and effort in education*. Forgotten Books.
- DiZio, Paul & Lackner, James R. (1997). Circumventing side effects of immersive virtual environments. *Advances in human factors/ergonomics*, 21, 893-896.
- Dubovi, Ilana, Levy, Sharona T & Dagan, Efrat. (2017). Now I know how! The learning process of medication administration among nursing students with non-immersive desktop virtual reality simulation. *Computers & Education*, 113, 16-27.
- Ekstrom, Arne D, Arnold, Aiden EGF & Iaria, Giuseppe. (2014). A critical review of the allocentric spatial representation and its neural underpinnings: toward a network-based perspective. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 803.
- Evensmoen, H. R., Rimol, L. M., Winkler, A. M., Betzel, R., Hansen, T. I., Nili, H., & Håberg, A. (2021). Allocentric representation in the human amygdala and ventral visual stream. *Cell Reports*, 34(3), 108658.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G. & Buchner, A. (2007). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175-191.
- Felnhofer, Anna, Kothgassner, Oswald D, Beutl, Leon, Hlavacs, Helmut & Kryspin-Exner, Ilse. (2012). Is virtual reality made for men only? Exploring gender differences in the sense of presence. *Proceedings of the International Society on presence research*, 103-112.

**Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

Frank, Lawrence H, Casali, John G & Wierwille, Walter W. (1988). Effects of visual display and motion system delays on operator performance and uneasiness in a driving simulator. *Human factors*, 30(2), 201-217.

Gallistel, Charles R. (1990). *The organization of learning*. The MIT Press.

Gamito, Pedro, Oliveira, J, Santos, P, Morais, D, Saraiva, T, Pombal, M & Mota, B. (2008). Presence, immersion and cybersickness assessment through a test anxiety virtual environment. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 6, 83-90.

Grassini, Simone & Laumann, Karin. (2020). Are modern head-mounted displays sexist? A systematic review on gender differences in HMD-mediated virtual reality. *Frontiers in psychology*, 11, 1604.

Grassini, Simone, Laumann, Karin & Rasmussen Skogstad, Martin. (2020). The use of virtual reality alone does not promote training performance (but sense of presence does). *Frontiers in psychology*, 11, 1743.

Hart, S. G. (2006, October). NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later. In Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting (Vol. 50, No. 9, pp. 904-908). Sage CA: Los Angeles, CA: Sage publications.

Hartmann, Tilo & Klimmt, Christoph. (2006). Gender and computer games: Exploring females' dislikes. *Journal of computer-mediated communication*, 11(4), 910-931.

Harwood, Kelly & Foley, Patrick. (1987). Temporal resolution: An insight into the video display terminal (VDT) "problem". *Human factors*, 29(4), 447-452.

Horecka, K. M., Dulas, M. R., Schwarb, H., Lucas, H. D., Duff, M., & Cohen, N. J. (2018). Reconstructing relational information. *Hippocampus*, 28(2), 164-177.

Kabsch, W. (1976). A solution for the best rotation to relate two sets of vectors. *Acta Crystallographica Section A: Crystal Physics, Diffraction, Theoretical and General Crystallography*, 32(5), 922-923.



**Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

- Kennedy, Robert S & Fowlkes, Jennifer E. (2017). Simulator sickness is polygenic and polysymptomatic: Implications for research. I *Simulation in Aviation Training* (s. 167-182). Routledge.
- Kennedy, Robert S, Lane, Norman E, Berbaum, Kevin S & Lilienthal, Michael G. (1993). Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *The international journal of aviation psychology*, 3(3), 203-220.
- Keshavarz, B., & Hecht, H. (2012). Stereoscopic viewing enhances visually induced motion sickness but sound does not. *Presence*, 21(2), 213-228.
- Kim, Young Youn, Kim, Hyun Ju, Kim, Eun Nam, Ko, Hee Dong & Kim, Hyun Taek. (2005). Characteristic changes in the physiological components of cybersickness. *Psychophysiology*, 42(5), 616-625.
- Kim, H. K., Park, J., Choi, Y., & Choe, M. (2018). Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment. *Applied ergonomics*, 69, 66-73.
- Kolasinski, Eugenia M. (1995). Simulator sickness in virtual environments.
- Kühn, Simone & Gallinat, Jürgen. (2014). Amount of lifetime video gaming is positively associated with entorhinal, hippocampal and occipital volume. *Molecular psychiatry*, 19(7), 842-847.
- Lachlan, Kenneth & Krcmar, Marina. (2011). Experiencing presence in video games: the role of presence tendencies, game experience, gender, and time spent in play. *Communication Research Reports*, 28(1), 27-31.
- LaViola Jr, Joseph J. (2000). A discussion of cybersickness in virtual environments. *ACM Sigchi Bulletin*, 32(1), 47-56.

**Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

- Liu, Cheng-Li & Uang, Shiao-Tsyr. (2011). Effects of presence on causing cybersickness in the elderly within a 3D virtual store. *Human-Computer Interaction. Users and Applications: 14th International Conference, HCI International 2011, Orlando, FL, USA, July 9-14, 2011, Proceedings, Part IV 14*,
- Makransky, Guido, Terkildsen, Thomas S & Mayer, Richard E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and instruction, 60*, 225-236.
- Mania, Katerina & Chalmers, Alan. (2001). The effects of levels of immersion on memory and presence in virtual environments: A reality centered approach. *Cyberpsychology & behavior, 4*(2), 247-264.
- McNamara, Timothy P. (2003). How are the locations of objects in the environment represented in memory? I *Spatial cognition III: Routes and navigation, human memory and learning, spatial representation and spatial learning* (s. 174-191). Springer.
- McNamara, Timothy P, Rump, Björn & Werner, Steffen. (2003). Egocentric and geocentric frames of reference in memory of large-scale space. *Psychonomic bulletin & review, 10*(3), 589-595.
- Meehan, Michael, Insko, Brent, Whitton, Mary & Brooks Jr, Frederick P. (2002). Physiological measures of presence in stressful virtual environments. *Acm transactions on graphics (tog), 21*(3), 645-652.
- Moreno, Roxana & Mayer, Richard E. (2002). Learning science in virtual reality multimedia environments: Role of methods and media. *Journal of educational psychology, 94*(3), 598.
- Nadel, Lynn & MacDonald, Lloyd. (1980). Hippocampus: Cognitive map or working memory? *Behavioral and neural biology, 29*(3), 405-409.

**Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

- Nash, Eric B, Edwards, Gregory W, Thompson, Jennifer A & Barfield, Woodrow. (2000). A review of presence and performance in virtual environments. *International Journal of human-computer Interaction*, 12(1), 1-41.
- Nelson, W Todd, Roe, Merry M, Bolia, Robert S & Morley, Rebecca M. (2000). *Assessing simulator sickness in a see-through HMD: Effects of time delay, time on task, and task complexity*. AIR FORCE RESEARCH LAB WRIGHT-PATTERSON AFB OH.
- Park, George D, Allen, R Wade, Fiorentino, Dary, Rosenthal, Theodore J & Cook, Marcia L. (2006). Simulator sickness scores according to symptom susceptibility, age, and gender for an older driver assessment study. Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting,
- Pausch, Randy, Crea, Thomas & Conway, Matthew. (1992). A literature survey for virtual environments: Military flight simulator visual systems and simulator sickness. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(3), 344-363.
- Pettijohn, Kyle A, Peltier, Chad, Lukos, Jamie R, Norris, Jacob N & Biggs, Adam T. (2020). Virtual and augmented reality in a simulated naval engagement: Preliminary comparisons of simulator sickness and human performance. *Applied ergonomics*, 89, 103200.
- Reason, James T & Brand, Joseph John. (1975). *Motion sickness*. Academic press.
- Schmutz, Peter, Heinz, Silvia, Métrailler, Yolanda & Opwis, Klaus. (2009). Cognitive load in eCommerce applications—measurement and effects on user satisfaction. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2009.
- Salzman, Marilyn C, Dede, Chris, Loftin, R Bowen & Chen, Jim. (1999). A model for understanding how virtual reality aids complex conceptual learning. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 8(3), 293-316.

**Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringspsyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

- Sawyer, Taylor Lee & Deering, Shad. (2013). Adaptation of the US Army's after-action review for simulation debriefing in healthcare. *Simulation in Healthcare*, 8(6), 388-397.
- Slater, Mel. (2003). A note on presence terminology. *Presence connect*, 3(3), 1-5.
- Slater, Mel, Linakis, Vasilis, Usoh, Martin & Kooper, Rob. (1996). Immersion, presence and performance in virtual environments: An experiment with tri-dimensional chess. Proceedings of the ACM symposium on virtual reality software and technology,
- Slater, Mel & Usoh, Martin. (1994). Body centred interaction in immersive virtual environments. *Artificial life and virtual reality*, 1(1994), 125-148.
- Slater, Mel & Wilbur, Sylvia. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(6), 603-616.
- Stanney, Kay M, Kennedy, Robert S & Drexler, Julie M. (1997). Cybersickness is not simulator sickness. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society annual meeting,
- Stevens, Albert & Coupe, Patty. (1978). Distortions in judged spatial relations. *Cognitive psychology*, 10(4), 422-437.
- Sweller, John. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2), 257-285.
- Sweller, John, Van Merriënboer, Jeroen JG & Paas, Fred GWC. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, 251-296.
- Thorp, Sebastian, Sævilid Ree, Alexander & Grassini, Simone. (2022). Temporal development of sense of presence and cybersickness during an immersive vr experience. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(5), 31.
- Tolman, EC. (1948). Cognitive maps in man and animals. *Psychol Rev*, 55, 189-208.

**Sammenhengen mellom prestasjon i allosentrisk prosessering og simuleringssyke tilstedeværelse, kognitiv last og kjønn.**

- Van der Heijden, Hans. (2004). User acceptance of hedonic information systems. *MIS quarterly*, 695-704.
- Weech, Séamas, Kenny, Sophie & Barnett-Cowan, Michael. (2019). Presence and cybersickness in virtual reality are negatively related: a review. *Frontiers in psychology*, 10, 158.
- Wilson, John R, Nichols, Sarah & Haldane, Clovissa. (1997). Presence and side effects: Complementary or contradictory? *Advances in human factors/ergonomics*, 21, 889-892.
- Witmer, Bob G, Bailey, John H, Knerr, Bruce W & Parsons, Kimberly C. (1996). Virtual spaces and real world places: Transfer of route knowledge. *International journal of human-computer studies*, 45(4), 413-428.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7(3), 225-240.
- Witmer, Bob G, Jerome, Christian J & Singer, Michael J. (2005). The factor structure of the presence questionnaire. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 14(3), 298-312.

