

10005

# Bak skjermen: En sammenlikning av 2D versus VR og sammenhengen mellom kognitiv belastning, opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke

Bacheloroppgave i psykologi

Veileder: Sebastian Thorp

Mai 2022



10005

# **Bak skjermen: En sammenlikning av 2D versus VR og sammenhengen mellom kognitiv belastning, opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke**

Bacheloroppgave i psykologi  
Veileder: Sebastian Thorp  
Mai 2022

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



Kunnskap for en bedre verden



EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

**Forord**

Denne oppgaven marker avslutningen på mitt treårige bachelorløp i psykologi ved NTNU. Et prosjekt som både har vært krevende og svært givende. Jeg ønsker å rette en spesielt stor takk til veilederen min Sebastian Thorp, og til studentassistent Simon Lervik. Veileder har bidratt med et kritisk blikk, og jeg har fått gode og konstruktive tilbakemeldinger. Han har stilt opp for oss gjennom hele perioden, bidratt med forelesninger og forslag til problemstillinger. I tillegg har han svart raskt på spørsmål, gitt oss tilbakemeldinger på separate utkast, og satt opp ekstra gruppeveiledningstimer for bachelorgruppen. Problemstillingen og statistiske analyser er utformet selv, men veileder har hjulpet til med å sjekke over tall. Analyser og tolkninger er derimot gjort selvstendig.

Videre ønsker jeg å takke medstudentene mine på bachelorgruppen for gode samtaler og diskusjoner. Bachelorprosjektet er i all hovedsak et selvstendig arbeid, med noen få unntak. Rekrutteringen ble gjennomført av samtlige studenter på bachelorprosjektet og bachelorveileder. Datainnsamlingen ble gjort av en andel av medstudentene, og lab-arbeidet ble utført av bachelorveileder, studentassistent og samtlige medstudenter. Majoriteten av litteraturen er hentet fra Google Scholar og Oria, annen litteratur er også blitt anbefalt av bachelorveileder og delt av andre medstudenter på gruppen. Til slutt ønsker jeg å takke kjæresten min, for uendelig støtte og kjærlighet. Til foreldrene mine, for moralsk støtte og kjærlighet under stressende omgivelser og for vennene mine for støtte og gode ord gjennom en hektisk periode. Til slutt, til Alexandra Elbakyan for hennes arbeid med Sci-Hub, som har gjort det enklere for meg med fri og ubegrenset tilgang til vitenskapelige artikler.

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

**Sammendrag**

Kognitiv belastning (cognitive load) er hvor mye mentale ressurser som kreves sett i forhold til oppgaven. Opplevd tilstedeværelse (sense of presence) er som en illusjon på hvor «til stede» brukeren føler seg i det virtuelle miljøet. Simulatorsyke er en «sykdoms-tilstand» som oppstår ved en VR-eksponering. Det er midlertid lite litteratur som ser på sammenhengen mellom dem og forskjeller i formidlingsmedier. Studiens formål var å sammenlikne 2D-gruppen ( $n = 30$ ) og VR-gruppen ( $n = 32$ ) og undersøke om det fantes en sammenheng mellom kognitiv belastning, opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke. Måleinstrumentene bestod av “*presence questionnaire*”, “*simulation sickness questionnaire*” og “*NASA-TLX*”. En Pearson-korrelasjonsanalyse ble brukt for å undersøke sammenhengen mellom variablene. Det ble funnet en signifikant svak negativ korrelasjon mellom kognitiv belastning og opplevd tilstedeværelse i 2D-gruppen. En t-test ble utført for å se på forskjeller mellom 2D- og VR-gruppen. Oppgaven fant en signifikant forskjell mellom gruppene på simulatorsyke, der VR-gruppen skårte høyere. Studien konkluderer med at det er mye som tyder på at variablene henger sammen. Begrensningene foreslår å undersøke kausaliteten med sammenhengene, vurdering av ANOVA-test, utvalgsstørrelse, type I- og type II-feil. Det foreslås at det er absolutt nødvendig med mer forskning på området.

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

VR og 2D kan sees som to konkurrenter i digital teknologi. De siste årene har utviklingen opplevd et teknologisk skifte (Roettl & Terlutter, 2018, s. 2). Tidligere dominerte det to-dimensjonale (2D) virtuelle miljøet, men nå tilbys et tredimensjonalt miljø (3D) og HMD VR (eng: head-mounted-display virtual reality). HMD VR skildrer et virtuelt miljø som er enda nærmere den virkelige verden, eller den som er skildret i 2D eller 3D (Roettl & Terlutter, 2018, s. 2-3). Ved bruk av VR-briller simuleres en persons fysiske tilstedeværelse til et virtuelt miljø samtidig som den «beskytter» individet fra omgivelsene (Wei, 2016, referert av Roettl & Terlutter, 2018, s. 2). Videre forventes det at VR-teknologien kun vil økes med tiden. Det globale markedet for extended reality (XR), inkludert utvidet virkelighet (AR), virtuell virkelighet (VR) og blandet virkelighet (MR), nådde 29.26 milliarder amerikanske dollar i 2022 og forventes en økning til over 100 milliarder amerikanske dollar innen 2026 (Alsop, 2023).

2D skiller seg ut i grad av tekniske egenskaper som immersjon, dybdesyn og virkelighetstilnærming og (Roettl & Terlutter, 2018). Budskapet vil som regel bli vist på en PC-skjerm der brukeren ser hva som foregår og interaksjonen foregår ved hjelp av en kontrollmekanisme, for eksempel en mus, tastatur eller håndkonsoller som er utviklet for det aktuelle formålet (Holm et al., 2023). Det som er interessant med både 2D og VR er at kognitiv belastning, simulatorsyke og opplevd tilstedeværelse kan oppstå i begge teknologier. Flere studier har sett på hvordan variablene korrelerer i VR (Shafer et al., 2017; Weech et al., 2019). Andre studier har sett på sammenhengen mellom variablene, men også hvordan de skiller seg ut i 2D mot 3D mot HMD VR (Roettl & Terlutter, 2018; Weidner et al., 2017; Wenk et al., 2021). I lys av den voksende utviklingen kan det være interessant å sammenlikne variablene med utgangspunkt i symptomer til ovennevnte variabler.

# EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

Målet med oppgaven er å sammenlikne gruppene og se på sammenhengen mellom kognitiv belastning, opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke, og se om forekomsten av variablene skiller seg ut mellom gruppene. Det er derimot lite litteratur som ser på sammenhengen mellom variablene og forskjeller i formidlingsmediet i hvert konstrukt. Studien vil derfor kort ta for seg forholdet mellom variablene og forskjellene i formidlingsmediene. Oppgavens hensikt er å få en økt forståelse over forskjeller i formidlingsmediene og sammenhengen mellom konseptene. Dette kan gi kunnskap om fordeler og ulemper i visualiseringsteknologier. I tillegg kan én utforske hvordan samspillet kan være relevant for videreutviklingen av digital teknologi. I følgende teoridel vil teoretisk bakgrunn fra alle tre konseptene presenteres, etterfulgt av alle forholdene mellom variablene, og avslutningsvis presenteres forskningsspørsmålene.

## **Teori**

Virtuell virkelighet (VR) er forstått som en illusjon som genereres av datateknologi og som gir brukeren opplevelsen av å være på et fiktivt sted (Dvergsdal & Aabakken, 2023). Til sammenlikning blir det tradisjonelle to-dimensjonale virtuelle miljøet (2D) ofte satt opp mot VR-teknologien. Forskning peker på at VR inneholder unike fordeler ved seg, som økt læringsutbytte, bedre treningseffekter, interaktiv læring og muligheten til å støtte hyperrealistiske simulasjoner (Martirosov & Kopocek, 2017, s. 0718). Samtidig kan det fasilitere for overføringen av lærte ferdigheter i VR til reell kontekst (Grassini & Laumann, 2020a).

Samtlige studier peker på at simulerte treninger kan være verdifullt i høy-risiko situasjoner. Det kan bidra til emosjonsregulering, trening for militærpersonell, økt situasjonsforståelse i trafikken, kirurgisk praksis og vedlikehold i luftfarten (El-Aeraky et al., 2016; Freina & Ott, 2015; Harris et al., 2023; Khanal et al., 2014; Koźlak et al., 2014; Wu & Vu, 2022). Likevel hevdes det at treningsopplæringen kan være mindre effektivt enn 2D-



## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

monitoren (Makransky et al., 2019, s. 233). Dette kan påvirkes av egenskaper fra det virtuelle miljøet som produserer en ekstern kognitiv belastning (eng: extraneous cognitive load) i stedet for å fremme læring. En studie av Wenk et al., (2021, s. 313-316) undersøkte fordelene med oppslukende (eng: immersive) teknologier ved bruk av HMD-er (eng: head-mounted displays). Deltakerne utførte en 3D motorisk-kognitiv oppgave og en kognitiv telleoppgave ved bruk av tre teknologier, HMD VR, AR og 2D og resultatene viste at grad av kognitiv belastning ikke differensierte på tvers av visualiseringsteknologiene. På bakgrunn av at ulike studier har dannet ulike konklusjoner, vil det være interessant å sammenlikne 2D og VR. Sett i henhold til den ekspanderende utviklingen av XR og hvor mye det vil fortsette å vokse innen 2026 (Alsop, 2023), vil det være betydningsfullt å sette VR opp mot tidligere teknologi.

### **Kognitiv belastning**

Kognitiv belastning eller «cognitive load» er «graden av mentale ressurser som kreves av en bestemt oppgave i forhold til etterspørselen» (APA Dictionary of Psychology, 2023). Når en deltaker føler på høyere kognitiv belastning indikerer det høyere pågang og bruk av ens mentale kapasitet (APA Dictionary of Psychology, 2023b). Fenomenet har blitt forsket på innenfor kognitiv psykologi og har implikasjoner for utdanning, menneske-maskin-interaksjon og i helsetjenester (Collins, 2020; de Jong, 2009; Hollender et al., 2010). En unik egenskap med VR kan være kognitiv belastning. I en studie ble kognitiv belastning, livlighet og simulatorsyke undersøkt hos sykepleierstudenter og resultatene viste at mental innsats for kognitiv belastning var positivt korrelert med simulatorsyke (Park, 2020, s. 92). En post-hoc-studie (Roettl & Terlutter, 2018, s. 12) fant at kognitiv belastning fremtrådte sterkere i VR og lavest i 3D. Det samme forholdet fant Breves & Stein (2022), der de sammenliknet opplevelser med kognitiv belastning i en 360-graders video i 2D eller HMD VR. Resultatene viste høyere skåre av kognitiv belastning, romlig tilstedeværelse og simulatorsyke i VR enn

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

2D. Resultatene kan indikere at kognitiv belastning er noe som forekommer av høyere grad i VR enn 2D.

Den kognitive belastningsteorien (eng: cognitive load theory) ble introdusert av John Sweller og kan inndeles i: indre (eng: intrinsic), fremmed (eng: extraneous) og german (eng: germane) (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011, s. 57-58). Indre kognitiv belastning er den iboende kompleksiteten som pålegges av egenskapene til innholdet (de Jong, 2009; Kirschner, 2002). Fremmed kognitiv belastning er forårsaket av designet til instruksjonsmaterialet (de Jong, 2009, s. 108), mens german kognitiv belastning er kognitiv innsats som kreves for å oppnå meningsfull læring (de Jong, 2009; Kirschner, 2002). Utviklingen av kognitive skjemaer innebærer tolkning, eksemplifisering, differensiering og organisering (Mayer, 2002, s. 228), det er belastningen fra disse prosessene som resulterer i en german kognitiv belastning. Læringsprosessen fokuserer på å bygge og automatisere kognitive skjemaer (Sweller et al., 1998, s. 255-256) og videre vil overbelastning av arbeidsminnetkapasiteten hemme læringen ved å påføre en german kognitiv belastning. Dette fører til at individet er nødt til å benytte seg av arbeidsminnekapasiteten (de Jong (2009, s. 105-106).

CTML (eng: cognitive theory of multimedia learning) hevder at det finnes tre typer til kognitiv prosessering som oppstår under en multimedie-instruksjon (Mayer & Pilegard, 2005). Multimedia er all bruk av datautstyr som tilrettelegger for «interaktiv gjengivelse av tekst, lyd, grafikk, animasjon og video» (Rossen, 2020). CTML påstår at når en multimedie-instruksjon presenterer komplisert materiale på kort tid kan brukere bli kognitivt overbelastet. Teorien inndeles i ekstern (eng: extraneous processing-cognitive processing), essensiell (eng: essential processing-cognitive processing) og generativ (eng: generative processing-cognitive processing) (Mayer & Pilegard, 2005).

Ekstern prosessering er typen som ikke støtter instruksjonsmålet forårsaket av dårlig design eller distraksjoner. Essensiell prosessering kreves for at én kan mentalt representere

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHengen MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

materialet. Generativ prosessering er rettet mot å forstå materialet, forårsaket av elevenes motivasjon til å anstrenge seg (Makransky et al., 2019, s. 226). CTML hevder at dersom den kognitive prosesseringskapasiteten er overbelastet vil det være utilstrekkelig kapasitet for essensiell- og generativ-prosessering. Det vil foregå dersom vedkommende tar inn for mye ekstern-prosessering. Det er lite hensiktsmessig ettersom essensiell- og generativ-prosessering fasiliterer for et meningsfullt læringsutbytte (Makransky et al., 2019, s. 226). Et tiltak kan være å redusere ekstern-prosessering, samtidig kan et annet mål være å fremme generativ-prosessering, da et engasjerende læringsmiljø kan motivere elevene.

CTML går ut ifra at det er en begrensning på hvor mye informasjon som kan lagres i arbeidsminnet og kun noen elementer kan memoreres samtidig. VR-teknologi kan dermed være så intense at det overstiger brukerens kognitive prosesserings-kapasitet og grad av kognitiv belastning kan differensieres på tvers av formidlingsmedier. Flere studier viste at deltakere som gjennomførte et eksperiment i VR, opplevde høyere grad av kognitiv belastning enn 2D-gruppen (Roetl & Terlutter, 2018; Breves & Stein, 2022). Det kan forklares på bakgrunn av CTML, når multimedia-instruksjoner presenterer komplisert innhold på kort tid. Likevel har andre studier funnet andre resultater (Wenk et al., 2021) og det vil være av spesiell interesse å forske nærmere på fremtredelsen av kognitiv belastning i 2D og VR.

### **Opplevd tilstedeværelse**

Opplevd tilstedeværelse eller sense of presence defineres som “the user’s sense of being inside the simulated environment” (APA Dictionary of Psychology, 2023). Flere definisjoner er blitt introdusert (Skarbez et al., 2017; McCreery et al., 2013), men det er nesten universelt definert som «observatørens følelse av å psykologisk forlate sin virkelige plassering, og føle seg som om de transporteres til et virtuelt miljø.» (Weech et al., 2019, s. 2). McCreery et al., (2013, s. 1635) siterer Minsky (1980) som betegnet følelsen som å være

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHengen MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE  
«til stede». I tillegg stipulerer følelsen en psykologisk tilstand der ens opplevelser i det virtuelle- skiller seg fra det fysiske miljøet.

Lee bidrar med trolig den mest inkluderende konseptualiseringen av begrepet (2004, s. 32), “a psychological state in which the virtuality of experience is unnoticed”. En mer komplett definisjon kan være «observatørens følelse av å psykologisk forlate sin virkelige plassering, og føle seg som om de transporteres til et virtuelt miljø.» (Weech et al., 2019, s. 2), og «[...] opplevelsens virtualitet er ubemerket» (Lee, 2004, s. 32). En unik egenskap med VR kan være opplevd tilstedeværelse. Fenomenet eksisterer i 2D, 3D og HMD VR, men studier peker på at forekomsten av det er forskjellig i formidlingsmediene. I VR og i noe mindre grad i 3D, er brukerne mer sannsynlige i å bli oppslukt i VR-miljøet og oppfatter mindre av det fysiske miljøet. Det er til kontrast med 2D-brukerne som vil oppleve det fysiske miljøet sterkere (Roettl & Turletter, 2018, s. 3-4). I VR vil brukeren være utstyrt med simulasjonsbriller som forseglar dem fra visuell stimuli i det fysiske miljøet. Brukeren blir mer «immersed» ettersom stimulien fra det virtuelle miljøet (VE) er den eneste vedkommende mottar (Roettl & Turletter, 2018, s. 4). VR-brukerne kan føle på et høyere nivå av immersjon (eng: immersion) enn 3D og 2D.

Immersion brukes ofte om sense of presence (Wilkinson et al., 2021, s. 1100) og flere studier har diskutert forskjellene deres. Likevel tydeliggjør Slater (1999, s. 1-4) definisjonene ved å fastslå sense of presence som subjektivt, mens immersion som objektivt og bestemmes av tekniske egenskaper. Det er karakteristikene som reagerer på den sensoriske stimulien, som brukeren opplever som opplevd tilstedeværelse. Immersion reflekteres i hvor stor grad formidlingsmediet tillater engasjement fra brukerne, panoramisk syn, oppløsning av skjermen og fraværet av fysiske elementer (Slater, 2018, s. 431-432). Lee tematiserer (2004, s. 41-42) tre typer opplevd tilstedeværelse basert på måten mennesker interagerer med den virkelige verden: fysisk, sosialt og selvet. Basert på måten de interagerer i den virtuelle verden, hevdes

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

det at deres opplevd tilstedeværelse vil strekke seg betraktelig når de forholder seg til et eller flere av disse domene (McCreery, 2013, s. 1636).

En unik egenskap med VR kan være opplevd tilstedeværelse. Det er flere faktorer som kan påvirke sannsynligheten for forekomsten, somvection, intuitiv samhandling, navigasjonskontroll, kontekst, kjønn og spillerfaring (Weech et al., 2019, s. 10-13). Det kan tyde på at VR har særegne karakteristikk som skiller seg fra 2D, som ikke induserer en like sterk sense of presence. Riches et al., (2019, s. 4) presenterte flere faktorer som påvirker opplevd tilstedeværelse i VR. Studien fant åtte kategorier og underkategorier omhandlende følelser om én selv, følelser om andre, tanker om seg selv, tanker om andre, fysiologiske reaksjoner, atferd til avatarene, interaktivitet med miljøet og miljøegenskaper. Det er flere av faktorene vi ikke undersøker i studien vår, ettersom opplevd tilstedeværelse ble målt ved bruk av "presence questionnaire", der spørsmål om intuitiv samhandling og grad av navigasjonskontroll er inkludert. Det er derfor lite hensiktsmessig å diskutere faktorene presentert av Riches et al. (2019, s. 4), eller Weech et al. (2019, s. 10-13). Likevel kan det være nyttig for å forstå underforliggende faktorer for fenomenet og hvordan det skiller seg fra 2D.

### **Simulatorsyke**

Simulatorsyke er undersøkt i flere studier (Duzmańska, 2018; Kennedy, 1993; LaViola, 2000), og er en sykdomstilstand som oppstår når én blir eksponert for virtuelle simulasjoner. Symptomene inkluderer tåkesyn, desorientering, vertigo, kvalme og generelt ubehag (Kennedy et al., 1993, s. 207). Tilstanden indikerer en naturlig reaksjon til et unaturlig miljø og oppstår på bakgrunn av et misforhold mellom sensoriske inputs (Martirosov & Kopeček, 2017, s. 0719). Visuell informasjon fra en HMD kan gi inntrykk til at brukeren beveger seg, mens balanseorganet i øret oppdager ikke noe bevegelse. Dette forvirrer hjernen og resulterer til simulatorsyke-symptomer (LaViola, 2000, s. 50). Det er introdusert flere

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHengen MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

løsninger for å redusere simulatorsyke, som bevegelsesplattformer, legge til luftstrøm, gradvis tilpasse seg simulatoren, justere bevegelsene og hastigheten, eller å ta pauser mellom øktene (D'Amour et al., 2017; LaViola, 2000), likevel finner studier at simulatorsyke skader deltakernes ytelse (Yörük Açikel et al., 2018, s. 42).

I tillegg kan simulatorsyke påvirke en persons evne til å bruke virtuelle simulatorer og ettervirkningene er et av de mest farlige aspektene (LaViola, 2000, s. 48). I noen tilfeller kan symptomene vare i timevis eller i flere dager. Som et resultat av dette hadde flere luftvåpenbaser med flysimulatorer, innført at en pilot ikke kunne fly fra 12 til 24 timer etter eksponeringen (LaViola, 2000, s. 48). På en annen side er eksponeringstiden i VR for fritidsbruk vanligvis mye kortere enn i transportsimulatorer, og intensiteten er også mer alvorlige (LaViola, 2000, s. 48). Det kan derfor påvirke sikkerheten for transportsimulatorer og militære applikasjoner, der nøyaktighet og sikkerhet er viktig. En annen ettervirkning er at VR-bruken reduseres. Folk vil generelt unngå ubehag og dersom en VR-opplevelse konsekvent forårsaker det, kan det resultere til at folk slutter å bruke det (LaViola, 2000, s. 48). I tillegg vil en annen konsekvens være kompromittert trening der treningsprosessen kan forstyrres dersom symptomene blir overveldende. Til slutt kan en siste konsekvens være at brukerne endrer atferden sin, for å unngå simulatorsyke-symptomer. Det kan senere påvirke kjøringen eller flyvningen av det fysiske transportmiddelet (LaViola, 2000, s. 48).

En unik egenskap med VR er simulatorsyke, men som ikke fremmes i like stor grad i 2D. Flere studier viser at simulatorsyke har implikasjoner for ytelsen i VR, deriblant at symptomene øker med eksponeringstiden. Det er også funnet bevis for et terskelnivå der symptomene slutter å øke eller begynner å avta (Duzmańska et al., 2018, s. 11). Andre studier foreslår at simulatorsyke påvirker kognitive egenskaper i VR (Yörük Açikel et al., 2018) og nedgang i ytelse (Mittelstaedt et al., 2018). En studie viste at VR-opplevelsen resulterte i høyere testskåre i kognitiv belastning, romlig tilstedeværelse, og simulatorsyke enn i 2D

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE  
(Breves & Stein, 2022). Det ble også observert at simulatorsyke var den eneste meningsfulle  
mediatorvariabelen av deltakernes kognitive kapasitet.

Cybersyke og simulatorsyke blir ofte brukt om hverandre (Grassini et al., 2020) og forskning bruker ulike begrep til å skildre samme fenomen. Cybersyke defineres som en visuelt induisert reisesyke som produseres etter eksponering fra digital teknologi. Simulatorsyke blir forårsaket av oppslukende VR-simulasjoner (Weech et al., 2019, s. 4) og kan defineres som reisesyke-liknende symptomer. Stanney et al. (1997, s. 1138) har diskutert om forskningen på begrepene er to ulike fenomener. Dersom forskningen som finnes på simulatorsyke skal videreføres til andre virtuelle systemer, må cybersyken som oppleves i VE-systemer være den samme. Forskjeller i alvorlighetsgrad og symptomatologi indikerer at sykdomsformene er ulike og kan derfor ikke omtales som det samme. Til tross for sykdommenes likheter er cybersyke karakterisert av desorienteringssymptomer, mens simulatorsyke er dominert av oculomotoriske symptomer (Weech et al., 2019, s. 4.).

Reisesyke blir ofte satt opp mot simulatorsyke, der simulatorsyke oppstår i en virtuell virkelighet (VR) mens reisesyke oppstår i den virkelige verden (Martirosov & Kopeček, 2017, s. 0719). Selv til tross for liknende symptomer er det ulike årsaker til fenomenene. Reisesyke utløses av vestibulær stimulering, men synet kan også ha innvirkning, mens simulatorsyke kan oppstå alene av visuell stimulering, uten noen vestibulær stimulering (LaViola, 2000, s. 47). Simulatorsyken kan derfor skje når hjernen oppfatter en bevegelse som ikke samsvarer med de sansemessige opplevelsene fra det indre øret eller balanseorganet (LaViola, 2000, s. 47).

Til tross for at det ikke er en eksakt årsak til hvordan simulatorsyke oppstår, har det blitt beskrevet som en polygen sykdom (Kennedy & Fowlkes, 1992). Det kan indikere at flere faktorer påvirker risikoen for å utvikle simulatorsyke, individuelle forskjeller i det vestibulære systemet, kjønn, visuell følsomhet og tekniske aspekter (Shafer et al., 2017, s. 9). Det er

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

hovedsakelig tre teorier for simulatorsyke: den sensoriske konfliktteorien (eng: sensory

conflict theory), giftteorien (eng: the poison theory) og den posturale ustabilitetsteorien (eng: the postural instability theory) (LaViola, 2000, s. 50). Denne studien vil kun fokusere på den sensoriske konfliktteorien.

Den sensoriske konfliktteorien er den eldste og mest aksepterte (LaViola, 2000, s. 50). Teorien bygger på at uoverensstemmelser mellom sansene som gir informasjon om kroppens orientering og bevegelse, forårsaker en sensorisk konflikt som kroppen ikke vet hvordan den skal håndtere. Konflikten baserer seg på et misforhold mellom de to primære sansene som er involvert i de vestibulære og visuelle sansene. Det sensoriske misforholdet utspiller seg når den sensoriske informasjonen ikke er den faktiske stimulien som vedkommende forventet, på bakgrunn av egen erfaring.

Vi kan sammenlikne opplevelsen med en kjøresimulator. Når subjektet sitter i simulatoren vil den optiske strømmen i veien, bygninger og andre elementer bevege seg forbi subjektets periferi, som subjektet opplever somvection (LaViola, 2000, s. 50). Vection er en «illusorisk selvbevegelse i fravær av fysisk bevegelse gjennom rommet» (Keshavarz, 2015, s. 1). Fenomenet kan eksemplifiseres med tog-illusjonen, der det å se bevegelsen til et nabo-tog skaper en illusjon om at ens stillestående tog beveger seg, når det ikke gjør det (Keshavarz, 2015, s. 1). Videre mottar subjektet stimuli fra det visuelle systemet, om hvilken retning bilen kjører og opplevelsen av akselerasjon når gasspedalen eller bremsen trykkes ned. Det som skaper et sensorisk misforhold er når forsøkspersonen ikke beveger seg, men sitter stille i simulatoren. Det resulterer i at det vestibulære systemet ikke gir noe følelse av lineær-, vinkelakselerasjon eller bremsing. Under realistiske kjøreforhold ville både det vestibulære og visuelle systemet gitt informasjonen og det ville samsvart med det subjektet forventer. Når subjektet ikke mottar den forventede responsen, vil det resultere i konflikten, og simulatorsyke oppstår (LaViola, 2000, s. 50).



## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

Simulatorsyke kan være en relativt unik egenskap ved VR, som 2D muligens ikke kan oppleve i like stor grad. Likevel kan det være naturlig å oppleve noe form for ubehag eller reisesyke-liknende symptomer ved bruken av 2D.

### **Sammenhengen mellom kognitiv belastning og opplevd tilstedeværelse**

Begge konseptene fremtrer i 2D og VR, men i ulike grader basert på formidlingsmediet. Variablene har blitt studert i lys av hvordan opplevd tilstedeværelse og ikke-trivielle læringsutbytter medieres delvis gjennom økt kognitiv belastning. I tillegg betydningen av læringsstiler, og hvordan det kan påvirke opplevd tilstedeværelse og kognitiv belastning i læringsprosessen (Huang et al., 2020; Schrader & Bastiaens, 2012). Studier viser at opplevd tilstedeværelse er signifikant relatert til kognitiv belastning (Schrader & Bastiaens, 2012). I tillegg er det funnet bevis for at elevene som fikk en vitenskapelig simulering i HMD VR rapporterte høyere opplevd tilstedeværelse enn elevene i 2D. Likevel lærte dem mindre og hadde signifikant høyere kognitiv belastning basert på EEG-mål (Makransky et al., 2019). På tross av de motiverende egenskapene ved HMD VR, kan læring i formidlingsmediet resultere til at elevene blir kognitivt overbelastet.

### **Sammenhengen mellom opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke**

Forholdet mellom opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke er stadig mer utforsket på innenfor VR. Forskning har forsøkt å finne om det er positivt eller negativt korrelert (Kim et al., 2005; Ling et al., 2013; Thorp et al., 2022; Weech et al., 2019), men det viser seg at forholdet er mer komplisert. Noen studier argumenter for at forholdet er negativt, og at studiene som finner en positiv korrelasjon kan forklares ved den forvirrende forvekslingen av immersion (Weech et al., 2019). Likevel er det flere studier som favoriserer tolkningen av at variablene er negativt relatert som kan forklares av antallet forskningsstudier som rapporterer en negativ korrelasjon, oppveier antallet studier som rapporterer det motsatte (Weech et al., 2019, s. 9). Thorp et al., (2022, s. 6) ga bevis for denne teorien og resultatene indikerte at

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE  
variablene moduleres med tiden i det virtuelle miljøet og er med å forklare den positive

korrelasjonen. Ulikheter i studier som finner en positiv eller negativ korrelasjon, tyder på at det trengs mer forskning på området.

### **Sammenhengen mellom simulatorsyke og kognitiv belastning**

Sammenhengen mellom variablene er blitt undersøkt i flere studier (Grassini et al., 2020; Makransky et al., 2019; Mittelstaedt et al., 2019; Thorp et al., 2023; Yörük Açikel et al., 2018). Studiene fokuserte på treningseffekter og læringsutbytte og hensikten har vært å se om VR kan brukes til å forbedre utdanning og trening (Grassini et al., 2020; Makransky et al., 2019). Studiene hevder at effektene av VR-trening på læringseffektivitet sammenliknet med tradisjonelle læringsmetoder ennå ikke er fullstendig forstått, og at det er inkonsekvente resultater (Thorp et al., 2023). Likevel ble det funnet at VR-trening fører til moderate nivåer av simulatorsyke, men førte til mindre reduksjoner i kognitiv ytelse (Mittelstaedt et al., 2018). En annen studie fant at simulatorsyke påvirket kognitiv egenskaper i 3D og korrelerte negativt med treningsytelse i alle scenarioene (Yörük Açikel et al., 2018). En tredje studie fant at VR-opplevelsen førte til høyere testskåre i kognitiv belastning, romlig tilstedeværelse og simulatorsyke enn 2D, men simulatorsyke så ut til å være en mediatorvariabel av deltakernes kognitive kapasitet (Breves & Stein, 2022).

### **2D mot VR i kognitiv belastning, opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke**

Det er svært liten forskning på gruppeforskjeller i 2D og HMD VR, og hvordan forskjellene påvirker ulike aspekter av brukeropplevelsen. I en studie undersøkte dem ulike påvirkninger VR- og ikke-VR hadde på fysiologiske responser som simulatorsyke.

Resultatene indikerte at en HMD VR gir liknende responser som stereoskopisk 3D eller 2D-skjermer og det ble ikke observert noe signifikant gruppeforskjell i fysiologiske responser (Weidner et al., 2017, s. 282). Imidlertid ble det observert signifikant økt simulatorsyke i HMD VR enn 3D og 2D (Weidner et al., 2017, s. 282). En annen studie fant at

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE  
tilstedeværelsen var høyere i HMD VR enn 3D og 2D, men deltakerne rapporterte høyere nivåer av simulatorsyke i VR-spillet (Roetl & Terlutter, 2018). En tredje studie undersøkte forskjeller i bruken av oppslukende HMD fremfor 3D og 2D, og fant at kognitiv belastning ikke var forskjellig på tvers av visualiseringsteknologier (Wenk et al., 2021).

### **Problemstilling**

Til tross for at det de siste årene har vært en økning av litteraturen om kognitiv belastning, simulatorsyke og opplevd tilstedeværelse er det likevel mindre forskning på sammenhengen mellom variablene og en sammenlikning mellom 2D og VR. Dette til tross for at utviklingen av XR har ekspandert betraktelig og forventes å øke mer innen 2026 (Alsop, 2023). Derfor har denne studien som mål å sammenlikne 2D og VR, samtidig å utforske sammenhengen mellom kognitiv belastning, opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke. Tidligere forskning tyder på at konseptene har en sammenheng med hverandre, men at det er tvetydige resultater og for få studier om området. Oppgaven vil undersøke følgende forskningsspørsmål: (1) Hva slags sammenheng er det mellom kognitiv belastning, opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke? (2) Hvordan skiller forholdet mellom 2D-gruppen og VR-gruppen seg fra hverandre?

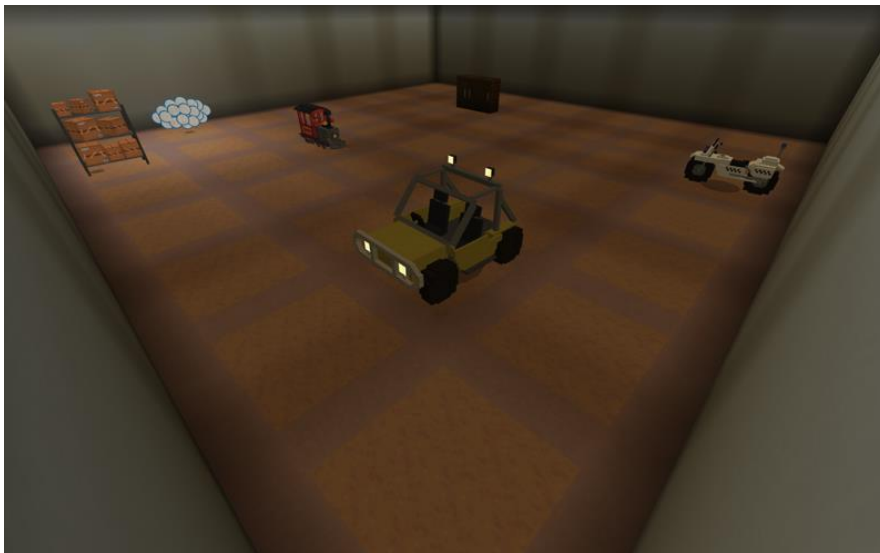
### **Metode**

#### **Utvalg**

Studien bestod av 62 forskningsdeltakere ( $N = 62$ ) og det var 30 2D-deltakere (48%) og 32 VR-deltakere (52%). Alderen varierte fra 20 til 29 år ( $M = 23.23$ ,  $SD = 1.97$ ) og det var 36 menn (58%) og 26 kvinner (42%). Det kommer til uttrykk at fire deltakere (7%) har misforstått syn-spørsmålet i personalia-skjemaet. Etersom det var en av kriteriene for å delta i forskningsprosjektet antar vi at det kommer av misforståelser fra ordlyden. Studien har valgt å inkludere deltakerne, men har manuelt korrigert om svarene deres i datasettet. Studien er godkjent fra NSD.

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE **VR-miljøet**

Det virtuelle systemet fungerte ved å bruke kommandoblokker som teleporterte avataren til ulike posisjoner og rom. For å starte en ny sekvens ble en redstone-block spawnnet på spesifikke koordinater, som igangsatte kaskaden av teleporteringer. VR-miljøet bestod av tre miljøer, (1) «baseline», (2) et virtuelt treningsrom (3) og varehuset. Deltakerne brukte en Intel Core i7 8086K-pc med grafikkort Nvidia 1080ti. Det ble tatt i bruk en 1080p monitor med refresh rate på 60 Hz. Halvparten av deltakerne gjennomførte studien i VR med en Oculus Quest 2. Resten av deltakerne gjennomførte studien i 2D med en Xbox One og Xbox Elite konsoller. VR- og 2D-deltakerne brukte joysticksa under studien, der høyre joystick var for å gå, venstre for å manøvrere seg rundt. VR-gruppen kunne også bruke hodet sitt for å se seg rundt. Minecraft ble benyttet ettersom vi kunne utføre komplekse kommandoer. I tillegg var det hensiktsmessig slik at vi kunne tilpasse og manipulere miljøene som vi ønsket mot forskningsprosjektet vårt. Se figur 1 for bildet av VR-miljøet.



**Figur 1**

*Skjerm bilde av VR-miljøet hentet fra Minecraft som illustrerer varehuset som forskningsdeltakerne fikk utforske (Minecraft, 2023a).*

### **Datainnnsamling**

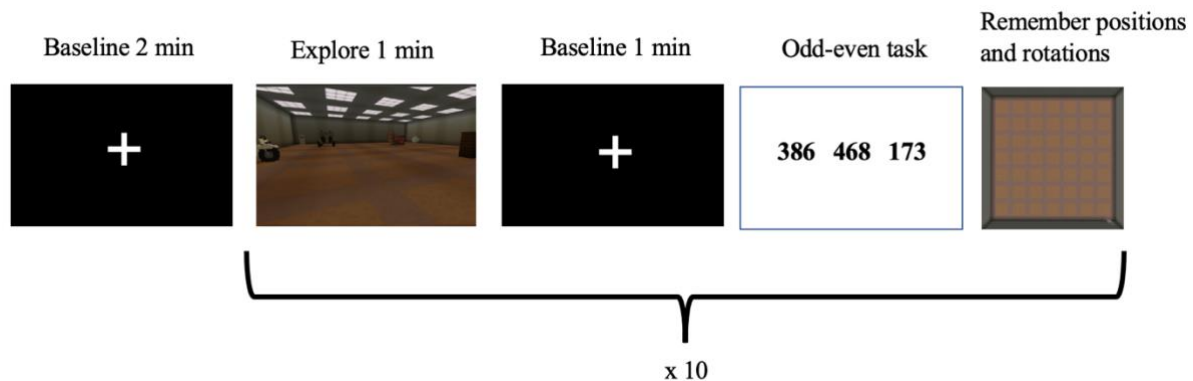
## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

Dataen ble innsamlet ved bruk av bekvemmelighetsutvalg. Forskningsdeltakerne ble spurt tilfeldig på campuser på NTNU i Trondheim om de var imellom 18 og 30 år, og om de ønsket å delta i et forskningsprosjekt. I tillegg til å forhøre seg med venner og bekjente, ble deltakerne også rekruttert gjennom Facebook-gruppen «Gamere i Trondheim».

Rekrutteringen begynte i midten av januar til slutten av mars. Deltakernes navn og e-post ble registrert i et lukket Word-dokument i Teams-gruppen til bachelorgruppen. Av hensyn til etiske retningslinjer ble det ikke innsamlet noen sensitive, personidentifiserende opplysninger, kun informasjon som alder, kjønn, normalt- eller korrigert-til-normalt syn, epilepsi diagnose eller tidligere epileptiske episoder, og VR- og videospill-erfaring. Ut ifra dette grunnlaget var det ikke behov for å søke om godkjenning fra REK (NTNU, 2023). Datainnsamlingen begynte 7.februar og avsluttet 6.mars. Dataoverføringen fungerte ved at studenter på bachelorgruppen overførte svarene fra spørreskjemaene til IBM SPSS Statistics 28 og Microsoft Excel.

For overføringen av plasseringene fra deltakerne, ble ett bilde av hvert miljø tatt, som tilsier ti bilder per deltaker. Hvert objekt for hvert miljø ble navngitt med x- og y-koordinater som ble plassert i Microsoft Excel. X- og y-koordinater gjenspeilte objekt én i miljø én, objekt to i objekt én også videre. Det ble gjort for alle objektene i 10 miljøer. Målene ble innhentet for å kalkulere allosentrisk performance, men undersøkes ikke i denne studien. Alle deltakerne mottok en e-post dagen før om sted og tidspunkt til forskningsprosjektet.

# EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHengen MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE



**Figur 2**

*Illustrasjon av eksperimentmodell som viser eksperimentet, inkludert baseline, utforsking i Minecraft, oddetall- eller partallstest og memorering av plasseringene.*

## **Eksperimentet**

Eksperimentet bestod av en oppgave der deltakerne skulle memorere plasseringene til 6 objekter plassert i et 7x7 rutenett i Minecraft. Alle deltakerne fikk innledningsvis presentert en eksperimentmodell av hvordan studiet ville foregå, se figur 2 for eksperimentmodellen. Før gjennomførelsen av eksperimentet fikk deltakerne muligheten til å utforske VR-miljøet i et treningsrom, se figur 3. Etter utforsking ble deltakerne instruert i å stirre på en sort skjerm med et hvit kryss i to minutter, for å skape en baseline ved måling av EEG. Dette blir ikke brukt i denne studien. De ble dermed teleportert varehuset med objektene, som varierte fra en lastebil, kommode, bil og til en traktor. Deltakerne fikk 1 minutt på å undersøke objektene og memorere plasseringene deres. Uten nedtelling ble deltakernes skjerm sort, og de havnet i baseline. Til slutt ble en oddetall- eller partalls-test gjennomført med hensikt i å tømme korttidshukommelsen og for å ikke innhente informasjon fra arbeidsminnet. I tillegg for å luke vekk deltakere som bevisst fokuserte på å memorere plasseringene og var likegyldige til testen. Dette gjennomførte deltakerne i 10 runder. Allosentrisk performance ble målt ved hjelp av deltakernes gjenskapninger av plasseringene, dette undersøkes ikke i denne studien.

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE



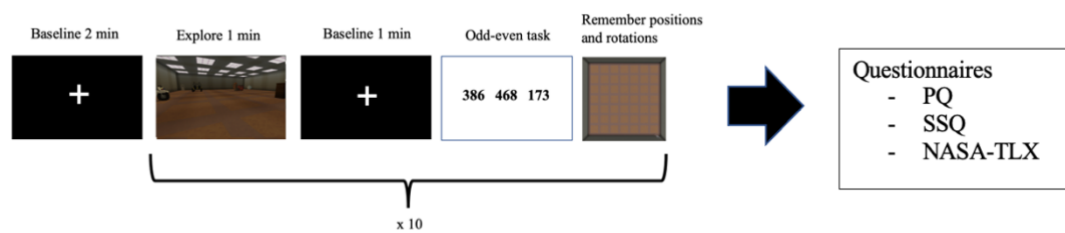
**Figur 3**

*Skjerm bilde av treningsrommet i Minecraft som deltakerne fikk lov til å utforske før eksperimentets start (Minecraft, 2023b).*

### **Prosedyre**

Alle deltakerne fikk utdelt et samtykkeskjema og personalia-skjema ved oppmøte. Samtykkeskjemaet forklarte formålet, gjennomførelsen av studien og hvilke målinger som ville foregå. Deltakelsen var frivillig og all data ville bli anonymisert. Deltakerne kunne trekke seg når som helst og fikk muligheten til å stille spørsmål underveis. Etter å ha skrevet under skjemaene ble deltakerne flyttet inn til VR-laben og fikk påført en EEG-hette med gel i. VR-deltakerne ble bedt om å justere HMD-en og øyepartiet slik at disse satt behagelig. De ble også bedt om å manøvrere seg med HMD-en slik at den satt trygt på hodet. 2D- og VR-deltakerne ble instruert i hvordan man brukte joysticksa. Studien ble gjennomført i sittende stilling. Deretter gjennomførte deltakerne eksperimentet og etterpå besvarte dem tre spørreskjemaer, *presence questionnaire*, *simulation sickness questionnaire*, og *NASA-TLX*. Respondentene ga skjemaene til administrator i hånda. Se figur 4 for illustrasjon av hele eksperimentets design.

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE



**Figur 4**

*Illustrasjon av hele eksperimentets design innledningsvis Minecraft-eksperimentet og avslutningsvis spørreskjemaene.*

### **Instrumenter**

Respondentene besvarte tre spørreskjemaer etter eksperimentet. Joystick Years ble målt i forkant av eksperimentet. Presence questionnaire (PQ), måler opplevd tilstedeværelse i virtuelle virkeligheter (Witmer & Singer, 2005), simulation sickness questionnaire (SSQ), måler simulatorsyke (Kennedy et al., 1993, s.19) og NASA-TLX, måler kognitiv arbeidsprosessering (eng: work load), som er noe avvikende fra kognitiv belastning (eng: cognitive load), men som likevel kan brukes for å måle det (Hart, 2005). Engelske versjoner ble brukt for alle målingene da det ikke finnes noen validerte versjoner av PQ, SSQ, NASA-TLX og Joystick Years. Alle spørreskjemaene er vedlagt i appendiks.

### ***Presence questionnaire***

For å undersøke opplevd tilstedeværelse ble den reviderte PQ-versjonen av l'Université du Québec en Outaouais Cyberpsychology Lab (2013) brukt. PQ-versjonen består av 24 variabler inndelt i 7 subskalaer: muligheten til å undersøke, selvevaluering av ytelsen, realisme, muligheten til å handle, interferenskvalitet, lyder og haptikk (Witmer et al., 2005). Ethvert element er blitt operasjonalisert til en Likert-skala fra 1 til 7, der 1 er «Not at all» og 7, er «Completely». Tre variabler er blitt reversert i spørreskjemaet, der en lav skåre indikerer bra, mens en høy skåre indikerer dårlig. Disse er blitt reversert for å samsvare med de korresponderende spørsmålene i datasettet. Dette ble gjort manuelt ved dataoverføringen. PQ6



EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE og PQ20-24 ble utelatt fra spørreskjemaet, ettersom vi ikke hadde lyd, haptisk feedback eller noen bevegelser i objekter i miljøet.

PQ er ansett som det mest brukte spørreskjemaet som måler opplevd tilstedeværelse i VR (Grassini & Laumann, 2020). Beregningen av PQ-skåre er blitt diskutert, da Witmer et al. (2005) har påstått at snittet av alle variablene er riktig, men det finnes også en «scoring key». Majoriteten bruker gjennomsnitt og det er det som brukes i studien, det gjøres ved å snitte poengsummen til de 21 variablene slik at vi får en gjennomsnittlig test-skåre. Witmer et al. (2005) har vist at PQ er et reliabelt mål for opplevd tilstedeværelse. PQ-versjonen har god indre reliabilitet ( $\alpha = .84$ ; UQO Cyberpsychology Lab, 2004).

### *Simulation sickness questionnaire*

Simulation Sickness Questionnaire brukes for å måle ubehag etter en simuleringseksposering (Kennedy et al., 1993). SSQ ble brukt ettersom det er det mest brukte måleverktøyet for å måle simulatorsyke (Stanney et al., 2003). Spørreskjemaet ble videreutviklet fra Penasacola Motion Sickness Questionnaire, for å differensiere simulatorsyke fra reisesyke. I tillegg til å utarbeide flere underskalaer, bedre skåringsmetode og for å oppdage simulatorsyke-symptomer bedre (Kennedy et al., 1993).

Spørreskjemaet er operasjonalisert med 16 variabler som beskriver de mest vanlige, fysiologiske symptomene. Deltakerne vurderer opplevelsen på en skala fra 0 (ingen symptomer), 1 (lettere symptomer), 2 (moderate symptomer) og 3 (alvorlige symptomer). De 16 symptomene inndeles i 3 faktorer: **O**culomotor, **D**esorientation og **N**ausea. Dermed kan poengsummen til hver deltaker utregnes ved å multiplisere de ulike fasettene ved bruk av forhåndsbestemte vektore, se appendiks (Kennedy et al., 1993).

### *NASA-TLX*

Forskningsdeltakerne ble målt på kognitiv belastning ved bruk av NASA Task Load Index. Spørreskjemaet bestod av seks spørsmål som målte ulike former for kognitiv

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

belastning. Eksempler på spørsmålene var “How mentally fatiguing was the procedure?”, “How complex was the procedure?”, og “How distracting was the operating environment?” (Hart, 2006, s. 904). Svarene ble rangert etter en 20-punkts Likert-skala, der 20 = indikerte “very high”, og 1 = indikerte “very low”. Kognitiv arbeidsprosessering utregnes ved å ta gjennomsnittet av de seks spørsmålene. Likevel måler NASA-TLX kognitiv arbeidsprosessering (eng: workload), som ikke er helt det samme som kognitiv belastning, men som også *kan* brukes for å måle det. Med de mange definisjonene som finnes i den psykologiske litteraturen, kan det vise til graden av kompleksitet til konstruksjonen, samt det økende antallet av årsaker, konsekvenser og symptomer som er blitt indentifisert til kognitiv belastning (Hart, 2006, s. 904).

### ***Joystick Years***

Joystick Years ble brukt for å kartlegge spillerfaring. Kühn og Gallinat (2014) sin versjon er blitt benyttet i studien og består av «Hvor mange dager i uka spiller du videospill?», «Hvor mange timer spiller du i gjennomsnitt videospill disse dagene?», og «Hvor mange års erfaring har du spilt videospill med jevne mellomrom?». Den samlede skåren kan måles ved å multiplisere Antall timer om dagen \* Antall dager uka \* 52 (uker i et år) \* Antall års erfaring.

Et problem kan være at alt som multipliseres med 0 blir 0. En mulig løsning er å modifisere 0 til 1, og det vil gi et bedre bilde av reell spillerfaring. Enkelte kan skrive «0» på antall timer daglig ettersom de ikke spiller lenger, men har i realiteten 10 års-spillerfaring. For å unngå misforståelser kan en løsning være å presisere at «Antall timer om dagen» refererer til et gjennomsnitt personen har spilt gjennom livet. Joystick Years er ikke inkludert i denne studien.

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHengen MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE  
**Statistiske analyser**

Dataen ble analysert ved bruk av IBM SPSS Statistics 28. En uavhengig t-test ble gjennomført for å undersøke forskjeller mellom gruppene. En Pearson-korrelasjonsanalyse ble gjennomført for å finne sammenhengen mellom to og to av konseptene. Signifikansnivået ble satt til  $p \leq .05$ . Følgende forutsetninger ble sjekket for, normalitet, lineær sammenheng mellom konstruktene, ingen ekstremverdier og varianshomogenitet. Alle forutsetningene ble møtt.

Det er observert 5 deltakere som har unnlat å svare på ulike spørsmål. Én av deltakerne besvarte ikke på tidsmessige krav, ved kognitiv belastning, to av deltakerne unnlot å svare på i hvor stor grad opplevelsen i VR-miljøet var i samsvar med den virkelige verden, ved opplevd tilstedeværelse, én av deltakerne besvarte ikke på hvor fort de tilpasset seg det virtuelle miljøet, i opplevd tilstedeværelse, og én siste deltaker besvarte ikke på hvor utmattet de følte seg, relatert til simulatorsyke. For manglende data utregnet vi gjennomsnittsverdien til variabelen og brukte det som utgangspunkt. I tillegg har 4 av deltakerne misforstått synspørsmålet i personalia-skjemaet. For disse deltakerne har vi i god tro antatt at de har misforstått ordlyden, ettersom det var et kriterium for å delta. Vi har manuelt korrigert svarene deres slik at de fortsatt kan brukes.

Ved Pearsons korrelasjon benyttes Cohen's standardiserte mål,  $r = .10$  er en svak effekt,  $r = .30$  indikerer en moderat effekt og  $r = .50$  en stor effekt (Field, 2018, s. 117). For t-test er det foreslått å bruke standard-regelen for Cohen's, der  $r = .20$ , er liten effekt,  $r = .50$ , er en moderat effekt og  $r = .80$  er en stor effekt (Field, 2018). Disse skalaene brukes som utgangspunkt ved tolkning av analysene.

### **Resultater**

Respondentene skårte gjennomsnittlig høyere på simulatorsyke,  $M = 43.05$ ,  $SD = 33.76$ , enn kognitiv belastning,  $M = 8.30$ ,  $SD = 2.69$ , og opplevd tilstedeværelse,  $M = 5.10$ ,

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

$SD = .84$ . VR-gruppen hadde en relativt høyere test-skåre på simulatorsyke,  $M = 55.03$ ,  $SD = 35.20$ , enn 2D-gruppen,  $M = 30.29$ ,  $SD = 27.31$ . Resultatene viste at 2D-gruppen hadde en noe høyere test-skåre på kognitiv belastning,  $M = 8.32$ ,  $SD = 2.68$ , enn VR-gruppen,  $M = 8.28$ ,  $SD = 2.73$ . En siste sammenlikning mellom 2D- og VR-gruppen, viste at VR-gruppen hadde høyere test-skåre på opplevd tilstedeværelse,  $M = 5.18$ ,  $SD = .96$ , enn 2D-gruppen,  $M = 5.03$ ,  $SD = .71$ .

### Deskriptiv statistikk

**Tabell 1**

*Deskriptiv statistikk for kognitiv belastning, opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke for 2D- og VR-gruppen*

	Gruppen som helhet ( $N = 62$ )	2D ( $N = 30$ )	VR ( $N = 32$ )
	M (SD)	M (SD)	M (SD)
Kognitiv belastning	8.30 (2.69)	8.32 (2.68)	8.28 (2.73)
Opplevd tilstedeværelse	5.10 (.84)	5.03 (.71)	5.18 (.96)
Simulatorsyke	43.05 (33.76)	30.29 (27.31)	55.03 (35.20)

### Korrelasjonsanalyse 2D-gruppen

**Tabell 2**

*Oppsummerende tabell av Pearson-korrelasjonsanalyse for 2D-gruppen*

Variabel	1. Kognitiv belastning	2. Opplevd tilstedeværelse	3. Simulatorsyke
1. Kognitiv belastning		-.39*	.02
2. Opplevd tilstedeværelse	-.39*		.32
3. Simulatorsyke	.02	.32	

*Notat.  $p < .05^*$*

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENG MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

En Pearson-korrelasjonsanalyse viste en signifikant svak negativ sammenheng mellom kognitiv belastning og opplevd tilstedeværelse i 2D-gruppen,  $r(60) = -.39, p < .05$ . Det var ingen signifikante,  $p > .05$ , korrelasjoner mellom simulatorsyke og opplevd tilstedeværelse, eller mellom kognitiv belastning og simulatorsyke.

### Korrelasjonsanalyse VR-gruppen

**Tabell 3**

*Oppsummerende tabell av korrelasjonsanalyse for VR-gruppen*

Variabel	1. Kognitiv belastning	2. Opplevd tilstedeværelse	3. Simulatorsyke
1. Kognitiv belastning			-.23
2. Opplevd tilstedeværelse	-.23		.02
3. Simulatorsyke	-.07	.20	

Resultatene i Pearson-korrelasjonsanalyse viste ingen signifikante,  $p > .05$ , korrelasjoner mellom noen av variablene. En uavhengig to-halet t-test ble gjennomført for å undersøke forskjeller i test-variablene mellom 2D- og VR-gruppen. Etter avlesning av Levenes testen ble verdiene fra «Equal variances assumed» brukt, kognitiv belastning var ikke-signifikant, resultatet viste  $t(60) = .065, p = .949$  med en effektstørrelse på  $d = .02$ . Ved avlesning av Levenes testen viste opplevd tilstedeværelse at den var signifikant. Dermed leser vi av på «Equal variances not assumed», men resultatet var ikke-signifikant,  $t(60) = .028, p = .481$ , med en effektstørrelse på  $d = -.18$ . Til slutt viste Levenes testen at simulatorsyke var signifikant dermed leser vi av på «Equal variances not assumed», her var den også signifikant,  $t(60) = .047, p = .003$ . VR-gruppen skårte høyere  $\Delta M = 24.74$ , og med en effektstørrelse på  $d = -.78$ .

Levenes testen vurderer om variansene til gruppene er like eller ikke. Hvis Levenes testen er ikke-signifikant,  $p > .05$ , vil antakelsen om like varianser være oppfylt og én bruker verdiene fra «Equal variances assumed». Om Levenes testen er signifikant,  $p < .05$ , er

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE antakelsen om like varianser brutt, og verdiene fra «Equal variances not assumed» brukes.

Verdier fra «Equal variances not assumed» og «Equal variances assumed» er blitt brukt.

Forutsetningen for homoskedastisitet er oppfylt.

### **Diskusjon**

Målet med studien var å sammenlikne 2D- og VR-gruppen, samt utforske sammenhengen mellom kognitiv belastning, opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke. Denne studiens forskningsspørsmål var: (1) Hva slags sammenheng er det mellom kognitiv belastning, opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke? (2) Hvordan skiller forholdet mellom 2D-gruppen og VR-gruppen seg fra hverandre?

De statistiske analysene viste ingen signifikant forskjell mellom gruppene for opplevd tilstedeværelse og for kognitiv belastning. Det ble funnet en signifikant forskjell mellom gruppene på simulatorsyke, der VR-gruppen skårte høyere. Kognitiv belastning ble funnet å være negativ korrelert med opplevd tilstedeværelse, men kun for 2D-gruppen. Det var ingen signifikante,  $p > .05$ , korrelasjoner mellom simulatorsyke og opplevd tilstedeværelse eller mellom kognitiv belastning og simulatorsyke i 2D-gruppen. Videre viste resultatene i Pearson-korrelasjonsanalyse ingen signifikante,  $p > .05$ , korrelasjoner mellom noen av variablene i VR-gruppen.

### **Sammenhenger mellom variablene og gruppeforskjeller**

#### ***Sammenhengen mellom kognitiv belastning og opplevd tilstedeværelse***

På bakgrunn av studiens formål ble det gjennomført en Pearson-korrelasjonsanalyse for å undersøke sammenhengen mellom kognitiv belastning og opplevd tilstedeværelse. Resultatene viste en svak signifikant negativ korrelasjon,  $r = -.39$ , i 2D-gruppen. Den oppdagede sammenhengen støtter forskningsspørsmålet om at det foreligger en sammenheng mellom variablene og støtter tidligere funn (Huang et al., 2020; Schrader & Bastiaens, 2012;

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHengen MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

(Makransky et al., 2019). Dette kan indikere at personer som skårer høyt på opplevd

tilstedeværelse vil føle på mer kognitiv belastning eller omvendt.

Flere studier har prøvd å finne ut om kognitiv belastning og opplevd tilstedeværelse er positivt eller negativt korrelert. Konseptene kan sammenliknes ved at begge fremtrer i VR og 2D, men det er mye som tyder på at graden av konseptene er ulik VR. Flere studier har forsøkt å utforske variablene opp mot ikke-trivielle læringsutbytter og læringsstiler, noe som vi ikke gjør i denne studien, men som likevel kan gi en indikasjon på hvordan forholdet mellom variablene fremtrer.

En studie av Huang et al., (2020) undersøkte hva slags påvirkning læringsstil, opplevd tilstedeværelse og kognitiv belastning hadde på læringsbyttet i et immersive læringsmiljø i VR. Resultatene indikerte at selv om studentenes læringsstil ikke påvirket læringsutbytte, kan det likevel påvirke i noe grad den opplevde tilstedeværelsen og kognitiv belastning i læringsprosessen. Huang et al., (2020) sine funn støtter opp mot tidligere funn av Schrader & Bastiaens (2012), som fant at opplevd tilstedeværelse var signifikant korrelert til kognitiv belastning,  $r(84) = .23, p < .05$ . Resultatene indikerte at opplevd tilstedeværelse er negativt korrelert til kognitiv belastning, men det er også med å øke et trivielt læringsutbytte (Schrader & Bastiaens, 2012, s. 655). Imidlertid ser det ut til at kognitiv belastning spiller en negativ innvirkning for de ikke-trivielle læringsresultatene der den opplevde tilstedeværelsen ikke er tilstrekkelig nok. På den måten kan kognitiv belastning være med på å hemme påvirkningen av opplevd tilstedeværelse på læringsutbytte, men kun i immersive HMD VR. En mediatoranalyse ble utført av Schrader & Bastiaens (2012, s. 655) som bekreftet dette.

CTML kan trekkes inn for å forklare sammenhengen mellom variablene. Teorien postulerer det faktum at når en multimedie-instruksjon presenterer komplisert materiale hyppig kan brukere bli kognitivt overbelastet. Denne oppdagede negative sammenhengen funnet i VR, kan muligens forklare at dersom den kognitive prosesseringskapasiteten til

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

brukerne i Minecraft ble overbelastet, kom det av utilstrekkelig kapasitet for essensiell- og generativ-prosessering. Brukerne kan ha absorbert for mye av den eksterne prosesseringen, som ikke støtter instruksjonsmålet forårsaket av dårlig design av enten Minecraft eller andre distraksjoner. Når generativ- og essensiell-prosessering blir underprioritert fører det til et mindre verdifullt læringsutbytte (Makransky et al., 2019, s. 226). Videre kan den signifikante negative sammenhengen mellom variablene være at brukerne har tatt inn for mye av den eksterne prosesseringen, som resulterer til kognitiv overbelastning, som videre medfører til lav grad av opplevd tilstedeværelse. Makransky et al., (2019, s. 226) foreslo en løsning der det kunne vært hensiktsmessig å redusere eksterne-prosessering, slik at generativ-prosessering fremmes og kan fasilitere for et engasjerende læringsmiljø.

### *Sammenhengen mellom opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke*

I denne studien var ikke opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke signifikant korrelert i 2D,  $r = .325$  eller VR,  $r = .020$ . Dette funnet er delvis i strid med en metastudie som fant støtte for at variablene var negativt relatert i VR (Weech et al., 2019; Weech et al., 2020). En annen forklaring for resultatene kan være bruken av et lite oppslukende VR-miljø. I følge Weech et al., (2019) hevder dem at sammenhengen mellom simulatorsyke og opplevd tilstedeværelse medieres av oppslukende karakteristikk. VR-simuleringen som foregikk i studien vår simulerer et virtuelt miljø med begrenset bevegelse i Minecraft-varehuset, det kan muligens ha vært for få oppslukende egenskaper som påvirket opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke. Likevel hevdes det at studiene som finner en positiv korrelasjon kan forklares av en forveksling av immersion (Weech et al., (2019). Flere studier favoriserer tolkningen av at variablene er negativt korrelert, men det kan forklares av det store antallet studier som rapporterer en negativ korrelasjon, oppveier antallet studier som rapporterer det motsatte (Weech et al., 2019, s. 9).



## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

Studien vår benyttet en Oculus Quest 2 som ble produsert i 2020. Likevel kan årsmodell og andre objektive egenskaper som produsent, bevegelse i det virtuelle miljøet eller skjermens egenskaper ha en påvirkning (Weech et al., 2019, s. 10-13). Det ikke-signifikante funnet kan også støtte Grassini et al., (2020) som hevder at sammenlikningen av simulatorsyke og opplevd tilstedeværelse bør gjøres med forsiktighet, ettersom det respektive VR-miljøet kan være med å mediere forholdet mellom dem. I dette tilfellet kan VR-miljøet fremtre som en mediatorvariabel som medierer forholdet mellom opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke. Thorp et al., (2022, s. 6) fant bevis for denne teorien. Studien undersøkte sammenhengen mellom ovennevnte variabler og hvordan dem utviklet over tid. Resultatene indikerte at variablene moduleres med tiden i VR-miljøet og det er med å forklare en positiv korrelasjon. Likevel argumenterer forfatterne for en mer nyansert forklaring på forholdet mellom variablene enn det som er tidligere konkludert av Weech et al., (2019). Ulikheter i studier som finner en positiv eller negativ korrelasjon tyder på at det trengs mer forskning på variablene i 2D og VR.

### ***Sammenhengen mellom simulatorsyke og kognitiv belastning***

Denne studien fant ikke en signifikant korrelasjon mellom simulatorsyke og kognitiv belastning for 2D-gruppen,  $r = .999$  eller for VR-gruppen,  $r = .576$ . Variablene har blitt noe undersøkt (Grassini et al., 2020; Makransky et al., 2019; Mittelstaedt et al., 2019; Thorp et al., 2023; Yörük Açikel et al., 2018). Imidlertid har de fleste studiene fokusert på treningseffekter og læringsutbytte satt opp mot VR. Hensikten har vært å undersøke om VR-bruk kan forbedre måten én utdanner og trener folk på (Grassini et al., 2020; Makransky et al., 2019). Samtidig postulerer studiene ideen om at VR kan være et alternativ for 2D. Sammenliknet med 2D-baserte læringsprosedyrer ser det ut til at VR kan gi mer interaktive opplæringsmuligheter. Likevel er det noen av studiene som hevder at områder der VR-trening kan skape et bedre læringsutbytte, sammenliknet med tradisjonelle læringsmetoder, fortsatt ikke er fullt ut

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE forstått. Flere av studiene har likevel opplevd inkonsekvente resultater (Thorp et al., 2023, s.2).

Mittelstaedt et al., (2018, s. 153) undersøkte ettervirkningene på kognitive evner etter en VR-eksponering, resultatene indikerte at reaksjonstid, var noe korrelert til simulatorsyke,  $r = .28$ . Til sammen fører VR-bruken, selv til tross for at det induserer moderate nivåer av simulatorsyke, til noe mindre reduksjoner i kognitiv ytelse. Det er i strid med Nesbitt et al., (2017) som indikerte det motsatte, simulatorsyken ville heller øke reaksjonstiden, det tyder på at mer forskning på feltet trengs. Yörük Açikel et al., (2018) fant bevis for at simulatorsyke påvirket kognitive egenskaper, men dette var i 3D. Det ble undersøkt opp mot multitasking og graden av simulatorsyke, og treningsytelsen det førte til i flyplasskontrolltrening. Studien fant likevel en indikasjon på at simulatorsyke korrelerte negativt med treningsytelse. Breves & Stein (2022) fant at VR-opplevelsen resulterte i høyere testskåre i kognitiv belastning, romlig tilstedeværelse, og simulatorsyke enn 2D . En parallell medieringsmodell observerte at simulatorsyke var den eneste meningsfulle mediatorvariabelen av deltakernes kognitive kapasitet.

Det er mange studier som tyder på at det foreligger en sammenheng mellom kognitiv belastning og simulatorsyke. Til tross for at denne studien ikke fant en korrelasjon mellom variablene kan det være andre faktorer som utvalgsstørrelse og tekniske aspekter i 2D og VR som kan ha en innvirkning. I tillegg kan det være begrensninger fra spørreskjemaene ettersom alle benyttet selvrapporing av alle de tre konseptene. Dette kan lede til sosial ønskelighetsbias eller uriktige svar, i tillegg kan det oppstå misforståelser fra ordlyden samt ulike fortolkninger (Langdridge, 2006).

## **Forskjeller i 2D og VR**

### ***Simulatorsyke***

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHengen MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

Analysen viste at VR-gruppen skårte signifikant høyere enn 2D-gruppen på simulatorsyke,  $t(60) = .047$ ,  $p = .003$  med differanse  $\Delta M = 24.74$ . Resultatet vårt støtter forskningsspørsmålet vårt om at det foreligger en gruppeforskjell og med tidligere studier (Breves & Stein, 2022; Roettl & Terlutter, 2018; Weidner et al., 2017).

VR-gruppens høyere skåre på simulatorsyke kan forklares av den sensoriske konfliktteorien. Da VR-deltakerne mottok visuell stimuli opplevde dem bevegelse fra VR-miljøet, men kroppen satt stille i simulatoren. Deres vestibulære system ga ikke noe følelse av bevegelse, og subjektet mottok heller ikke den forventede responsen på bakgrunn av egen erfaring. Det resulterte i den sensoriske konfliktteorien, som vil indusere simulatorsyke (LaViola, 2000, s. 50). For 2D-deltakerne kan denne følelsen av bevegelse ha vært ikke-eksisterende eller lav, ettersom dem ikke får en like immersive virkelighetstilnærming uten HMD VR. Forskning som støtter denne teorien er Breves & Stein (2022) som observerte at VR-opplevelsen resulterte til høyere testskåre i simulatorsyke, men også i romlig tilstedeværelse og kognitiv belastning, enn 2D-gruppen. Funnet indikerer at simulatorsyke var den eneste meningsfulle mediatorvariabelen av deltakernes kognitive kapasitet.

Videre observerte Weidner et al., (2017) at HMD VR fører til lik data som en 3D- eller 2D-skjerm, det ble ikke observert noen signifikant forskjell i fysiologiske responser. Likevel ble det observert en signifikant økning i simulatorsyke i HMD VR-tilstanden,  $M = 30.91$ ,  $SD = 28.24$ , sammenliknet med et stereoskopisk 3D,  $M = 13.49$ ,  $SD = 13.05$  eller 2D,  $M = 19.09$ ,  $SD = 19.44$ . Test-skåren vår differensierer fra studien til Weidner et al., (2017), men det kan forklares på bakgrunn av et ulikt utvalg med  $N = 62$  deltakere og Weidner et al., (2017) med  $N = 94$  deltakere. Til tross for forskjellen gir studien en indikasjon på at funnene våre støtter tidligere studier. Forskjellen mellom VR- og 2D-gruppen funnet i denne studien kan komme av de tekniske forskjellene i visualiseringsteknologiene, der de induserer ulike fysiologiske responser hos individer.

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE  
*Kognitiv belastning*

Det ble ikke funnet en signifikant gruppeforskjell for kognitiv belastning,  $t(60) = .065$ ,  $p = .949$ , med en effektstørrelse på  $d = .02$ . Resultatene våre som indikerer en ikke-signifikant gruppeforskjell på kognitiv belastning, går i strid med tidligere studier som fant en signifikant forskjell mellom visualiseringsteknologier (Roettl & Terlutter, 2018; Breves & Stein, 2022). Roettl & Terlutter (2018, s. 12) målte kognitiv belastning ved å be deltakerne memorere det samme 8-sifrede tallet før de spilte videospillet, og etter videospillet ble dem bedt om å memorere så mange sifra som mulig i nummeret. Et lavere antall sifre som memoreres skyldes høyere kognitiv belastning mens én spiller spillet. Resultatene viste at gjennomsnittet av riktig memorerte sifre var lavest i VR,  $M = 3.47$ ,  $SD = 1.06$ , enn gjennomsnittet av 2D,  $M = 4.00$ ,  $SD = 1.56$ . Derfor syntes kognitiv belastning i VR å være høyest, mens lavest i 3D,  $M = 4.42$ ,  $SD = 1.56$ . Det samme forholdet ble observert i en studie der de sammenliknet opplevelser relatert til kognitiv belastning i en 360-graders video i 2D eller HMD VR, der ble det observert høyere skåre av kognitiv belastning i VR,  $M = 114.02$ ,  $SD = 45.60$  enn 2D,  $M = 72.71$ ,  $SD = 44.25$ . Resultatene indikerer at kognitiv belastning er noe som forekommer i høyere grad i VR enn 2D.

Den uoppdagede sammenhengen kan indikere utvalgsstørrelse, type I-feil og instruksjonsmålet kan ha en innvirkning. Med et for lite utvalg kan det medføre til resultater som ikke er tilstrekkelig nok for å oppdage en gruppeforskjell, samtidig kan én risikere å avvise en nullhypotese som faktisk er sann i populasjonen. Studiene som fant en signifikant gruppeforskjell hadde utvalgsstørrelser på henholdsvis,  $N = 237$  (Roettl & Terlutter, 2018) og  $N = 121$  (Breves & Stein, 2022). Dette er til kontrast med studien vår med  $N = 62$  deltakere. En siste årsaksforklaring kan være instruksjonsmålet i studien vår, ettersom vi brukte Minecraft i begge forholdene. Det hevdes at for at kognitiv belastning skal oppstå må designet enten påføre indre kognitiv belastning, som er den iboende kompleksiteten som pålegges av

## EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

innholdet, eller fremmed kognitiv belastning der designet til instruksjonsmaterialet er forstyrrende, eller german kognitive belastning som er innsatsen som kreves for å oppnå meningsfull læring (de Jong, 2009; Kirschner, 2022; Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011). I dette tilfellet kan egenskapene og instruksjonsmålet i Minecraft ha vært for lite kompleks som dermed ikke har gjort deltakerne kognitiv belastet.

### *Opplevd tilstedeværelse*

Det ble ikke funnet en signifikant gruppeforskjell på opplevd tilstedeværelse,  $t(60) = .028$ ,  $p = .481$ , med en effektstørrelse på  $d = -.18$ . Resultatene våre går i strid med tidligere studier som fant en signifikant forskjell mellom visualiseringsteknologier (Roettl & Terlutter, 2018). Roettl & Terlutter (2018) hevdet at VR-brukerne ville være mer sannsynlig i å bli oppslukt i VR enn i 3D, og enda mindre grad i 2D. Dette er i kontrast med 2D-gruppen som opplever det fysiske miljøet sterkere, ettersom de ikke er utstyrt med simulasjonsbriller som forselger dem fra annen visuell stimuli. Teoriene om opplevd tilstedeværelse og immersion, bekrefter det faktumet at brukere vil føle seg mer immersert ettersom stimulien fra VR-miljøet er den eneste de mottar. I dette tilfellet vil det være hensiktsmessig at VR-gruppen ville følt seg mer immersert enn 3D- og 2D-gruppen (Roettl & Terlutter, 2018, s. 4). Til tross for at immersion er de objektive, tekniske egenskapene i et formidlingsmedie, er det mye som tyder på at det henger sammen med opplevd tilstedeværelse. Opplevd tilstedeværelse betegnes som noe subjektivt, så faktorer som vection, intuitiv samhandling, kontekst, kjønn, spillerfaring og navigasjonskontroll har en innvirkning (Weech et al., 2019, s. 10-13). En siste årsaksforklaring kan være utvalgsstørrelse og type 1-feil. Der et for lite utvalg kan potensielt medføre til at én avviser nullhypotesen som faktisk er sann i populasjonen. Studien som fant en signifikant gruppeforskjell hadde utvalgsstørrelse på,  $N = 237$  (Roettl & Terlutter, 2018), mens studien vår hadde  $N = 62$  deltakere.

### **Begrensninger og implikasjoner for videre forskning**

Det foreligger noen begrensninger til denne studien. En betydelig begrensning er at det ble benyttet en korrelasjonsanalyse for å se på sammenhengen mellom variablene, som potensielt ikke forteller noe om kausaliteten mellom dem. Kausaliteten kan gå begge veier og en regresjonsanalyse kunne blitt benyttet i stedet. I tillegg ble det benyttet en t-test for å sammenlikne gruppeforskjellen mellom VR- og 2D-gruppen. Ettersom vi undersøkte tre variabler imellom gruppene kan vi potensielt øke sjansen for at vi feilaktig avviser en sann nullhypotese, det vil si type I error-rate øker, eller type II-feil, at vi ikke klarer å avvise en nullhypotese som faktisk er falsk i populasjonen (Banerjee et al., 2009). Et tiltak kan være å bruke en ANOVA-test for å minimere feilene, og bruke Bonferroni-korreksjon for å korrigere for flere sammenlikninger, slik at én hindrer å feilaktig konkludere at en effekt eksisterer, eller feilaktig konkludere at en effekt ikke finnes, en falsk-negativ.

En annen begrensning er utvalgsstørrelse. Utvalget i denne studien var relativt liten ettersom det er så tidkrevende å gjennomføre denne type forskning. Det foreslås at fremtidige studier bør bruke et større utvalg, for å undersøke generaliserbarheten til resultatene, samt økte effektstørrelsen.

En tredje begrensning kan være spørreskjemaene som er benyttet i studien, PQ, SSQ og NASA-TLX. Alle er validerte spørreskjemaer, men begrensningen kommer av at alle er selvrapportering av de ulike konseptene. Selvrapportering kan i verste fall lede til sosial ønskelighetsbias eller uriktige svar der deltakerne manipulerer svarene. I tillegg kan det oppstå misforståelser av ordlyden samt forskjellige fortolkninger. Dette kommer blant annet til uttrykk der individer i utvalget har valgt å utelate og svare på spørsmål. En slik begrensning fører til at konseptene vi omtaler og utfører statistiske analyser med, kan være uriktige, og i verste fall ikke-valide. (Langdridge, 2006). En tiltak for videre forskning kan være å ta i bruk fysiologiske målinger som ikke vil falle for subjektivitet.

### **Konklusjon**

Studien konkluderer med at det er en signifikant svak negativ sammenheng mellom opplevd tilstedeværelse og kognitiv belastning i 2D-gruppen ( $r = -.39$ ). Videre visere tidligere teoretiske diskusjoner og empiriske funn at de er forskjellige fenomen. Slik det er diskutert i studien er det ikke enkelt å si hva de uoppdagede sammenhengene mellom opplevd tilstedeværelse og simulatorsyke, simulatorsyke og kognitiv belastning i 2D- og VR-gruppen skyldes, om det er faktorer som utvalgsstørrelse og type I-feil, selvrapporterte spørreskjemaer eller valg av statistiske analyser. Fremtidig forskning bør ta dette i betraktning, for å undersøke generaliserbarheten til resultatene. Studien en signifikant gruppeforskjell i simulatorsyke, der VR-gruppen skårte relativt mye høyere. Denne sammenlikningen kan være nyttig for fremtidig utvikling av visualiseringsteknologier og gi nyttig kunnskap i hvilke variabler én bør forske nærmere på. Funnene kan være av relevans for å informere om fremtidig forskning og bruk av VR eller 2D i ulike sammenhenger. Videre er det høyst nødvendig med mer forskning på området ettersom det er et felt i stadig utvikling.

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

**Referanseliste**

- Açıkel, B. Y., Turhan, U. & Akbulut, Y. (2018). Effect of Multitasking on Simulator Sickness and Performance in 3D Aerodrome Control Training. *Simulation & Gaming*, 49(1), 27-49. <https://doi.org/10.1177/1046878117750417>
- Alsop, T. (9.mars 2023). *XR market size since 2021-2026*. Statista. Hentet 10.mai fra <https://www.statista.com/statistics/591181/global-augmented-virtual-reality-market-size/>
- APA Dictionary of Psychology. (2023). cognitive load. I *APA Dictionary of Psychology*. Hentet 10.april 2023 fra <https://dictionary.apa.org/cognitive-load>
- APA Dictionary of Psychology. (2023). cognitive overload. I *APA Dictionary of Psychology*. Hentet 10.april 2023 fra <https://dictionary.apa.org/cognitive-overload>
- Banerjee, A., Chitnis, U. B., Jadhav, S. L., Bhawalkar, J. S., & Chaudhury, S. (2009). Hypothesis testing, type I and type II errors. *Industrial psychiatry journal*, 18(2), 127–131. <https://doi.org/10.4103/0972-6748.62274>
- Breves, S., & Stein, JP. (2022). Cognitive load in immersive media settings: the role of spatial presence and cybersickness. *Virtual Reality, 1-1*. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00697-5>
- Collins, R. (2020). Clinician Cognitive Overload and Its Implications for Nurse Leaders. *Nurse Leader*, 18, 44-4. <https://doi.org/10.1016/j.mnl.2019.11.007>
- D'Amour, S., Bos, J. E., & Keshavarz, B. (2017). The efficacy of airflow and seat vibration on reducing visually induced motion sickness. *Experimental brain research*, 235(9), 2811–2820. <https://doi.org/10.1007/s00221-017-5009-1>
- de Jong, T. (2009). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 105-134. <https://doi.org/10.1007/s11251-009-9110-0>
- Dużmańska, N., Strojny, P., & Strojny, A. (2018). Can Simulator Sickness Be Avoided? A Review on Temporal Aspects of Simulator Sickness. *Frontiers in Psychology*, 9, 2132. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02132>
- Dvergsdal, H., Aabakken, H. (5.mai 2023). virtuell virkelighet. I *Store norske leksikon*. Hentet 9.mai fra [https://snl.no/virtuell\\_virkelighet](https://snl.no/virtuell_virkelighet)
- El-Aeraky, S. E., Dolfuss, M., Kopciak, P.A., Kolar, P.S., & Daniela, H. (2016, mars). *Virtual Reality Driving Simulator Prototype for Teaching Situational Awareness in Traffic*. Recent Advances in Multimedia Processing, Organization and Visualization beyond Domains and Disciplines. Vienna. Hentet 9.mai fra <https://www.semanticscholar.org/paper/Virtual-Reality-Driving-Simulator-Prototype-for-in-Aeraky-Dollfuss/34e672f41ba266d3522b98c3e7bdf677a3bca661>
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A Literature Review On Immersive Virtual Reality In



EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

Education: State Of The Art And Perspectives. *The International Scientific Conference eLearning and Software for Education. 1*, 133-141.  
<https://doi.org/10.12753/2066-026X-15-020>

Field, Andy. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. (4. utg.) Sage Publications Ltd (UK).

Grassini, S. & Laumann, K. (2020). Evaluating the use of virtual reality in work safety: a literature review. Proceedings of the 30<sup>th</sup> European safety and reliability conference and the 15<sup>th</sup> probabilistic safety assessment and management conference.  
[https://doi.org/10.3850/978-981-14-8593-0\\_3975-cd](https://doi.org/10.3850/978-981-14-8593-0_3975-cd)

Grassini, S., Laumann, K., & Skogstad, M. R. (2020). The Use of Virtual Reality Alone Does Not Promote Training Performance (but Sense of Presence Does). *Frontiers in psychology*, 11, 1743. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01743>

Harris, D. J., Arthur, T., Kearse, J., Olonilua, M., Hassan, E., De Burgh, T. C., Wilson, M. R., & Vine, S. J. (2023). Exploring the role of virtual reality in military decision training. *Frontiers in Virtual Reality* 4. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1165030>

Hart, S. G. (2006). Nasa-Task Load Index (NASA-TLX); 20 Years Later. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 50(9), 904-908.  
<https://doi.org/10.1177/154193120605000909>

Hollender, N., Hofmann, C., Deneke, M., & Schmitz, B. (2010). Integrating cognitive load theory and concepts of human-computer interaction. *Computers in Human Behavior*, 26(6), 1278-1288. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.05.031>

Holm, A., Eilertsen, A., & Krogsæter, T. I. (26.januar 2023). dataspill. I *Store norske leksikon*. Hentet 9.mai fra <https://snl.no/dataspill>

Huang, C. L., Luo, Y. F., Yang, S. C., Lu, C. M., & Chen, A. S. (2020). Influence of students' learning style, sense of presence, and cognitive load on learning outcomes in an immersive virtual reality learning environment. *Journal of Educational Computing Research*, 58(3), 596-615. <https://doi.org/10.1177/0735633119867422>

Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S. & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203-220.  
[https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303\\_3](https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3)

Kim, Y. Y., Kim, H. J., Kim, E. N., Ko, H. D., & Kim, H. T. (2005). Characteristic changes in the physiological components of cybersickness. *Psychophysiology*, 42(5), 616-625.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2005.00349.x>

Langdridge, D. (2006). *Psykologisk forskningsmetode en innføring i kvalitative og kvantitative tilnærminger*. (1. utg.). Tapir akademisk forlag.

LaViola, J. J. (2000). A discussion of cybersickness in virtual environments. *ACM SIGCHI*

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

*Bulletin*, 32(1), 47-56. <https://doi.org/10.1145/333329.333344>

Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, 60, 225-236. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>

Lee, K. W. (2006). Presence, Explicated, Communication Theory. 14 (1), 27–50, <https://doi.org/10.1111/j.1468-2885.2004.tb00302.x>

Ling, Y., Nefs, H. T., Brinkman, W.-P., Qu, C., & Heynderickx, I. (2013). The relationship between individual characteristics and experienced presence. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1519–1530. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.12.010>

Makransky, G., Andreasen, N. K., Baceviciute, S., & Maer, R. E. (2021). Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 113(4), 719. <https://doi.org/10.1037/edu0000473>

Martirosov, S. & Kopeček, P. (2017). *Cyber Sickness in Virtual Reality – Literature Review*. Proceedings of the 28<sup>th</sup> DAAAM International Symposium, 0718-0726, B. Katalinic. <https://doi.org/10.2507/28th.daaam.proceedings.101>

Mayer, R. E. (2002). Rote Versus Meaningful Learning. *Theory Into Practice* 41(4), 226-232. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104\\_4](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_4)

Mayer, R. E., & Pilegard, C. (2005). Principles for Managing Essential Processing in Multimedia Learning: Segmenting, Pre-training, and Modality Principles. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, 316-344. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.016>

Mittelstaedt, J.M., Wacker, J. & Stelling, D. (2019). VR aftereffect and the relation of cybersickness and cognitive performance. *Virtual Reality* 23, 143–154. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0370-3>

Nesbitt, K., Davis, S., Blackmore, K., & Nalivaiko, E. (2017). Correlating reaction time and nausea measures with traditional measures of cybersickness. *Displays*, 48, 1–8. <http://doi.org/10.1016/j.displa.2017.01.002>

NTNU. (2023) *Behandle personopplysninger i student- og forskningsprosjekt*. Hentet 7.mai 2023 fra <https://i.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Behandle+personopplysninger+i+student-+og+forskningsprosjekt>

Kennedy, R. S., & Fowlkes, J. E. (1992). Simulator Sickness Is Polygenic and polysymptomatic: Implications for Research. *The International Journal of Aviation Psychology*, 2(1), 23-38. [https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0201\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0201_2)

Khanal, P., Vankipuram, A., Ashby, A., Vankipuram, M., Gupta, A., Drumm-Gurnee, D., Josey, K., Tinker, L., & Smith, M. (2014). Collaborative virtual reality based advanced cardiac life support training simulator using virtual reality principles. *Journal of biomedical informatics*, 51, 49-59. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2014.04.005>

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

- Kirschner, P. A. (2002). Cognitive load theory: implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and Instruction, 12*(1), 1-10.  
[https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00014-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00014-7)
- Koźlak, M., Kurzeja, A., & Nawrat, A. (2013). Virtual Reality Technology for Military and Industry Training Programs. I A. Nawrat & Z. Kuś (Red.), *Vision Based Systems for UAV Applications: Studies in Computational Intelligence 481* (2013. utg., s. 327-334). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-00369-6\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-319-00369-6_21)
- McCreery, M. P., Schrader, P. G., Krach, S. K., & Boone, R. (2013). A sense of self: The role of presence in virtual environments. *Computers in Human Behavior, 29*(4), 1635-1640.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.02.002>
- Park, J. H. (2020). Correlation between cognitive load, vividness and cyber sickness for 360-degree education video. *International Journal of Advanced Culture Technology, 8*(4), 89–94. <https://doi.org/10.17703/IJACT.2020.8.4.89>
- Roettl, J. & Terlutter, R. (2018). The same video game in 2D, 3D or virtual reality – How does technology impact game evaluation and brand placements? *PLOS ONE, 13*(7), e0200724.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200724>
- Rossen, Eirik. (28.oktober 2020). multimedia. I *Store norske leksikon* på snl.no. Hentet 2.mai 2023 fra <https://snl.no/multimedia>
- Schrader, C., & Bastiaens, T. J. (2012). The influence of virtual presence: Effects on experienced cognitive load and learning outcomes in educational computer games. *Computers in Human Behavior, 28*(2), 648-658.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.11.011>
- Shafer, D., Carbonara, C. P., & Korpi, M. (2017). Modern Virtual Reality Technology: Cybersickness, Sense of Presence and Gender. *Media Psychology Review, 11*(2). Hentet fra [https://www.researchgate.net/publication/322202078\\_Modern\\_Virtual\\_Reality\\_Technology\\_Cybersickness\\_Sense\\_of\\_Presence\\_and\\_Gender](https://www.researchgate.net/publication/322202078_Modern_Virtual_Reality_Technology_Cybersickness_Sense_of_Presence_and_Gender)
- Skarbez, R., Fredrick, P. B., & Whitton, M. C. (2017). A Survey of Presence and Related Concepts. *ACM Computing Surveys, 50*(6), 1-39. <https://doi.org/10.1145/3134301>
- Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British journal of psychology, 109*(3), 431-433. <https://doi.org/10.1111/bjop.12305>
- Slater, M. (1999). Measuring Presence: A Response to the Witmer and Singer Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 8*(5), 560-565.  
<https://doi.org/10.1162/105474699566477>
- Stanney, K. M., Kennedy, R. S., & Drexler, J. M. (1997). Cybersickness is Not Simulator Sickness. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 41*(2), 1138-1142. <https://doi.org/10.1177/107118139704100292>

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

- Stanney, K. M., Hale, K. S., Nahmens, I., & Kennedy, R. S. (2003). What to Expect from Immersive Virtual Environment Exposure: Influences of Gender, Body Mass Index, and Past Experience. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 45(3), 504-520. <https://doi.org/10.1518/hfes.45.3.504.27254>
- Sweller, J., Merrienboer, J. J. G. & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296. <https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>
- Sweller, J., Ayres, P., Kalyuga, S. (2011). Measuring Cognitive Load. In: Cognitive Load Theory. *Explorations in the Learning Sciences, Instructional Systems and Performance Technologies*, 1, 71-85. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4_6)
- Thorp, S., Sævilid Ree, A., & Grassini, S. (2022). Temporal development of sense of presence and cybersickness during an immersive vr experience. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(5), 31. <https://doi.org/10.3390/mti6050031>
- Thorp, S., Rimol, L. M., & Grassini, S. (2023). Association of the Big Five Personality Traits with Training Effectiveness, Sense of Presence, and Cybersickness in Virtual Reality. *Multimodal Technologies and Interaction*, 7(2), 11. <https://doi.org/10.3390/mti7020011>
- Weech, S., Kenny S., & Barnett-Cowan, M. (2019). Presence and Cybersickness in Virtual Reality Are Negatively Related: A Review. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 158, 1-19. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00158>
- Weech, S., Kenny, S., Lenizky, M., & Barnett-Cowan, M. (2020). Narrative and Gaming Experience Interact to Affect Presence and Cybersickness in Virtual Reality. *International Journal of Human-Computer Studies*, 102398. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102398>
- Weidner, F., Hoesch, A., Poeschl, A., & Broll, W. (2017). Comparing VR and non-VR driving simulations: An experimental user study. *2017 IEE Virtual Reality (VR)*. <https://doi.org/10.1109/VR.2017.7892286>
- Wenk, N., Penalver-Andres, J., Buetler, K. A., Nef, T., Müri, R. M., & Marchal-Crespo, L. (2021). Effect of immersive visualization technologies on cognitive load, motivation, usability, and embodiment. *Virtual Reality* 27, 307–331. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00565-8>
- Wilkinson, M., Brantley, S., & Feng, J. (2021). A Mini Review of Presence and Immersion in Virtual Reality. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 65(1), 1099-1103. <https://doi.org/10.1177/1071181321651148>
- Witmer, B. G., Jerome, C. J., & Singer, M. J. (2005). The Factor Structure of the Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperator and Virtual Environments*, 14(3), 298-312. <https://doi.org/10.1162/105474605323384654>
- Wu, W-C, Vu V-H. (2022). Application of Virtual Reality Method in Aircraft Maintenance

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

Service – Taking Dornier 228 as an Example. *Applied Sciences*. 12(4), 7283.  
<https://doi.org/10.3390/app12147283>

Yörük Açikel, B., Turhan, U., & Akbulut, Y. (2018). Effect of multitasking on simulator sickness and performance in 3D aerodrome control training. *Simulation & Gaming*, 49(1), 27-49. <https://doi.org/10.1177/1046878117750417>

Samtykkeskjema

**Are you interested in taking part in the research study:  
“Human GPS in Virtual Environments”?**

**Purpose of the project**

The purpose of the present study is to investigate which brain areas are activated during a sense of direction processing task, as well as examining the impact of different levels of immersive virtual environments. Participants will be exposed to a task in virtual environments (either on a 2D screen or using VR glasses) where they will freely roam around and observe. After exposure to virtual environments individuals will be tasked by placing objects from the virtual environment on a 2D, top-down map of the environment. The results from this experiment will give insight into which brain areas are activated during tasks of spatial navigation as well as how different levels of immersive environments impact spatial navigation. The finding of this study will be helpful in better understanding how the brain processes navigational tasks and recall as well as how virtual environments impact spatial navigation.

The data collected will be used, in an anonymous form, for scientific purposes, including scientific dissemination and teaching. The participant names and other personal information will not be connected with the data and not disclosed in any way.

Students that are a part of the bachelor course PSY2900, “Human GPS in Virtual Environments,” will have access to the data in an anonymized form. Students will not have access to personal data.

**Who is responsible for the research project?**

NTNU – Norwegian University of Science and Technology is the institution responsible for the project. This experiment is part of a research stipend granted by the Institute of Psychology at NTNU, Trondheim.

**Why are you being asked to participate?**

The sample of participants was selected based in the following selection criteria:

- Generally healthy, young adults (18-30).
- No prior epilepsy diagnosis.
- Have normal-to-corrected vision.

We need to gather some of your health data to assess whether you will be eligible to participate in this research project. If you do not entirely fulfill the above-mentioned criteria, please inform the experimenter before filling and signing the present form.

**What does participation involve for you?**

- If you choose to take part in this project, it involves you being fitted with EEG equipment, being exposed to virtual environments, and completing a spatial recall task.

# EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING, OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

Additionally, at experiment end you will be tasked with filling three different questionnaires. You will also be asked to fill out a short form covering general demographic information and previous experiences with virtual reality.

- The questionnaire after the exposure covers your experience with the virtual reality. All questions need to be filled out in sincere matter and should reflect your immediate response to the question. No previous knowledge is required to respond.
- For some this project will involve that you use a virtual reality headset for approximately 15 minutes. You will not have to perform any task, simply experience the simulation. Including preliminary preparations, the entire experiment will last about 60 minutes.

### **Participation is voluntary**

Participation in the project is voluntary. If you chose to participate, you can withdraw your consent at any time without giving a reason. All information about you will then be made anonymous. There will be no negative consequences for you if you chose not to participate or later decide to withdraw.

### **Your personal privacy – how we will store and use your personal data**

We will only use your personal data for the purpose(s) specified in this information letter. We will process your personal data confidentially and in accordance with data protection legislation (the General Data Protection Regulation and Personal Data Act).

- *We will replace your name and contact details with a code. The list of names, contact details, and respective codes will be stored separately from the rest of the collected data. Computerized data will be stored in the university computer, protected by a personal password. Data in physical format will be locked in a secured box in a locked office. The participants will be not recognizable in any way from the data.*

### **What will happen to your personal data at the end of the research project?**

At the end of data collection (by 31.06.2023), the personal data will be anonymized. Data collected will be stored without any connection with the personal information of the participants. At the end of the study (31.12.2023), personal data will be erased.

### **Your rights**

You have the right to:

- *access the personal data that is being processed about you.*
- *request that your personal data is deleted.*
- *request that incorrect personal data about you is corrected/rectified.*
- *receive a copy of your personal data (data portability), and*
- *send a complaint to the Data Protection Officer or The Norwegian Data Protection Authority regarding the processing of your personal data.*

[A waiting  
for r

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

[Awaiting approval: Based on an agreement with NTNU, NSD – The Norwegian Centre for Research Data has assessed that the processing of personal data in this project is in accordance with data protection legislation.]

**Where can I find out more?**

If you have questions about the project, or want to exercise your rights, contact:

- Researcher, Sebastian Thorp (Sebastian.Thorp@outlook.com)
- The Norwegian Centre for Research Data AS, by email: (personverntjenester@nsd.no) or by telephone: +47 55 58 21 17.
- NTNU's Data protection officer, Thomas Helgesen (Thomas.helgesen@ntnu.no)

Yours sincerely,

Researcher  
Sebastian Thorp

---

**Consent form**

I have received and understood information about the project "Human GPS in Virtual environments" and have been given the opportunity to ask questions. I give consent to the information given, and:

- To participate in collection of data using questionnaires.
- To participant in a VR environment in a lab setting
- That my data will be stored anonymously for follow up studies.

I give consent for my personal data to be processed until the end date of the project, approx. [31.12.2023]:

Sign here:

-----  
(participant, date)



EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHengen MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE  
**Personalia-skjema**

**Assessment of eligibility and prior experience**

Age: \_\_\_\_\_

Sex (M/F): \_\_\_\_\_

Do you have normal-, or corrected to normal vision?

Y\_\_ N\_\_

Do you have prior epilepsy diagnosis?

Y\_\_ N\_\_

How frequently have you used VR in your life?

Not at all\_\_\_ 0 – 1 hours\_\_\_ 1 – 5 hours\_\_\_ 5 hours + \_\_\_

Have you used VR in the past month?

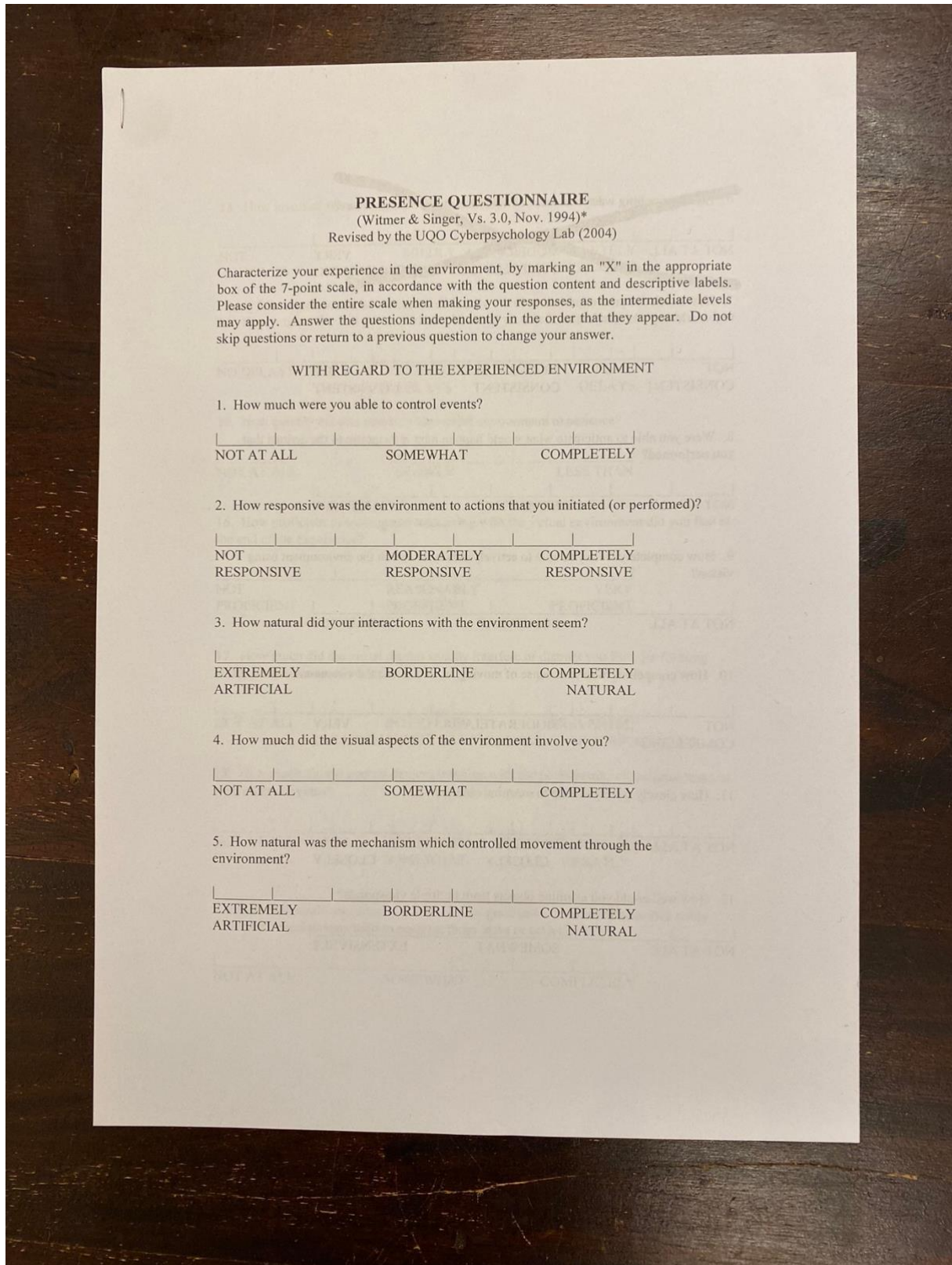
Not at all\_\_\_ 0 – 1 hours\_\_\_ 1 – 3 hours\_\_\_ 3 hours + \_\_\_

How many days per week do you play video games? \_\_\_\_\_

How many hours do you play video games on these days on average? \_\_\_\_\_

How many years have you been playing video games on a regular basis? \_\_\_\_\_

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE  
**Presence questionnaire**



EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

6. How compelling was your sense of objects moving through space?

NOT AT ALL | MODERATELY COMPELLING | VERY COMPELLING

7. How much did your experiences in the virtual environment seem consistent with your real world experiences?

NOT CONSISTENT | MODERATELY CONSISTENT | VERY CONSISTENT

8. Were you able to anticipate what would happen next in response to the actions that you performed?

NOT AT ALL | SOMEWHAT | COMPLETELY

9. How completely were you able to actively survey or search the environment using vision?

NOT AT ALL | SOMEWHAT | COMPLETELY

10. How compelling was your sense of moving around inside the virtual environment?

NOT COMPELLING | MODERATELY COMPELLING | VERY COMPELLING

11. How closely were you able to examine objects?

NOT AT ALL | PRETTY CLOSELY | VERY CLOSELY

12. How well could you examine objects from multiple viewpoints?

NOT AT ALL | SOMEWHAT | EXTENSIVELY

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE

13. How involved were you in the virtual environment experience?

\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ |  
NOT MILDLY COMPLETELY  
INVOLVED INVOLVED ENGROSSED

14. How much delay did you experience between your actions and expected outcomes?

\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ |  
NO DELAYS MODERATE LONG  
DELAYS DELAYS DELAYS

15. How quickly did you adjust to the virtual environment experience?

\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ |  
NOT AT ALL SLOWLY LESS THAN

16. How proficient in moving and interacting with the virtual environment did you feel at the end of the experience?

\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ |  
NOT REASONABLY VERY  
PROFICIENT PROFICIENT PROFICIENT

17. How much did the visual display quality interfere or distract you from performing assigned tasks or required activities?

\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ |  
NOT AT ALL INTERFERED PREVENTED  
SOMEWHAT TASK PERFORMANCE

18. How much did the control devices interfere with the performance of assigned tasks or with other activities?

\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ |  
NOT AT ALL INTERFERED INTERFERED  
SOMEWHAT GREATLY

19. How well could you concentrate on the assigned tasks or required activities rather than on the mechanisms used to perform those tasks or activities?

\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ |  
NOT AT ALL SOMEWHAT COMPLETELY

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
 SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
 OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE  
**Simulation sickness questionnaire**

No \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_

**SIMULATOR SICKNESS QUESTIONNAIRE**

Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal (1993)\*\*\*

Instructions : Circle how much each symptom below is affecting you right now.

1. General discomfort	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
2. Fatigue	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
3. Headache	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
4. Eye strain	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
5. Difficulty focusing	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
6. Salivation increasing	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
7. Sweating	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
8. Nausea	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
9. Difficulty concentrating	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
10. « Fullness of the Head »	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
11. Blurred vision	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
12. Dizziness with eyes open	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
13. Dizziness with eyes closed	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
14. *Vertigo	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
15. **Stomach awareness	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>
16. Burping	<u>None</u>	<u>Slight</u>	<u>Moderate</u>	<u>Severe</u>

\* Vertigo is experienced as loss of orientation with respect to vertical upright.

\*\* Stomach awareness is usually used to indicate a feeling of discomfort which is just short of nausea.

Last version : March 2013

\*\*\*Original version : Kennedy, R.S., Lane, N.E., Berbaum, K.S., & Lilienthal, M.G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203-220.

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE  
NASA-TLX

The image shows a NASA-TLX questionnaire form with seven scales. Each scale consists of a horizontal line with 100 tick marks, representing a range from 'Very Low' to 'Very High' or 'Not Very' to 'Very'. A vertical line indicates the user's rating on each scale.

- Mental Demands**: How mentally fatiguing was the procedure? (Very Low to Very High)
- Physical Demands**: How physically fatiguing was the procedure? (Very Low to Very High)
- Temporal Demands**: How hurried or rushed was the pace of the procedure? (Very Low to Very High)
- Task Complexity**: How complex was the procedure? (Not Very Complex to Very Complex)
- Situational Stress**: How anxious did you feel while performing the procedure? (Not Very Anxious to Very Anxious)
- Distractions**: How distracting was the operating environment? (Not Very to Very)

EN SAMMENLIKNING AV 2D VERSUS VR OG  
 SAMMENHENGEN MELLOM KOGNITIV BELASTNING,  
 OPPLEVD TILSTEDEVÆRELSE OG SIMULATORSYKE  
 SSQ vektere (Kennedy et al., 1993).

TABLE 4  
 Computation of SSQ Scores

<i>SSQ Symptom<sup>a</sup></i>	<i>Weight</i>		
	<i>N</i>	<i>O</i>	<i>D</i>
General discomfort	1	1	
Fatigue		1	
Headache		1	
Eyestrain		1	
Difficulty focusing		1	1
Increased salivation	1		
Sweating	1		
Nausea	1		1
Difficulty concentrating	1	1	
Fullness of head			1
Blurred vision		1	1
Dizzy (eyes open)			1
Dizzy (eyes closed)			1
Vertigo			1
Stomach awareness	1		
Burping	1		
Total <sup>b</sup>	[1]	[2]	[3]
Score			
N = [1] × 9.54			
O = [2] × 7.58			
D = [3] × 13.92			
TS <sup>c</sup> = [1] + [2] + [3] × 3.74			

<sup>a</sup>Scored 0, 1, 2, 3. <sup>b</sup>Sum obtained by adding symptom scores. Omitted scores are zero. <sup>c</sup>Total Score.

