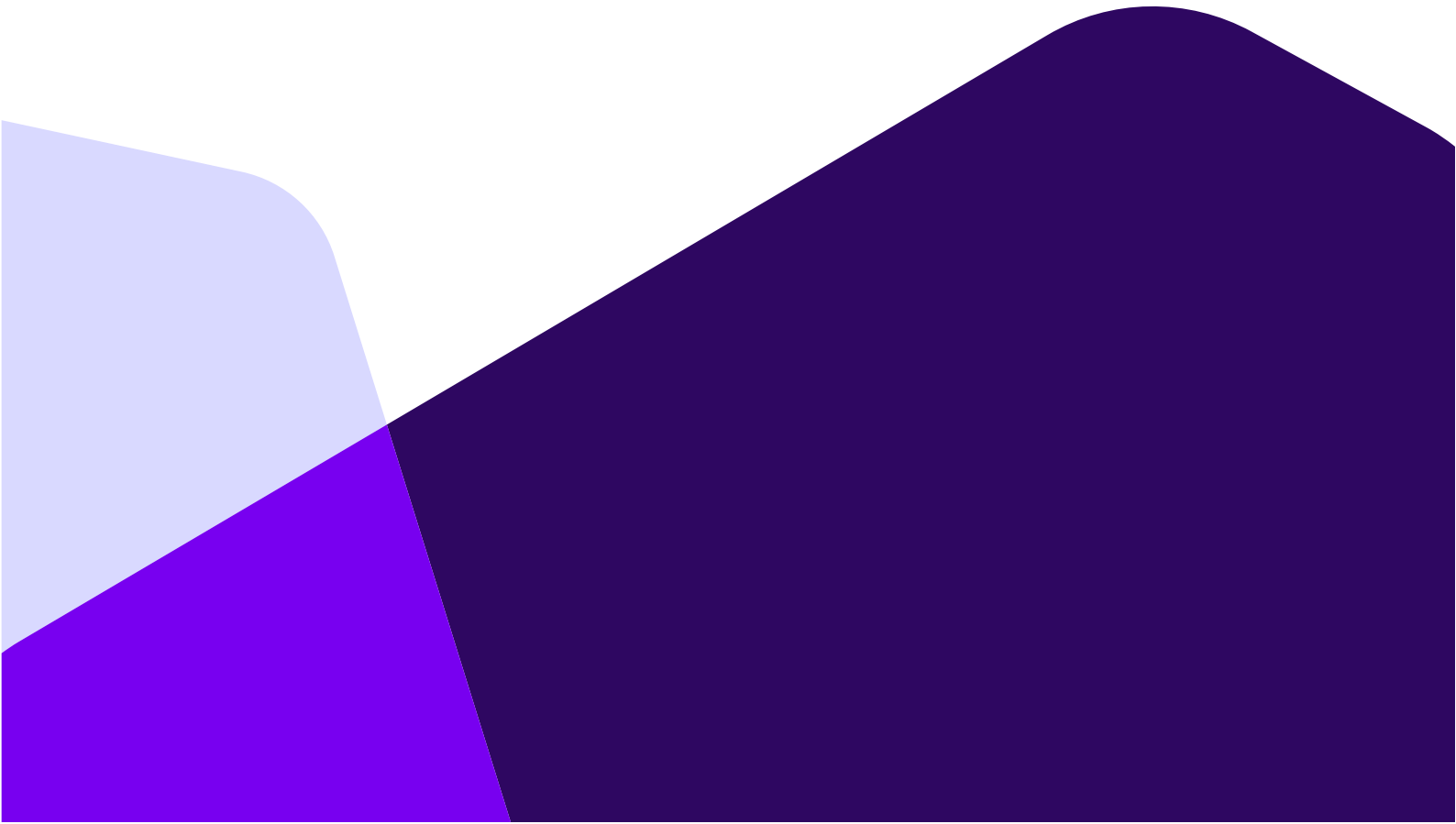


[Haakon Bakka/9023]

# Aktiv VR Gaming



**Universitetet i Sørøst-Norge**

Fakultet for humaniora, idretts- og utdanningsvitenskap

Institutt for friluftsliv, idrett og kroppsøving

Postboks 235

3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2024 Haakon Bakka

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

# Forord

Denne masteroppgaven avslutter fem års skolegang ved Universitet i Sørøst-Norge. Etter tre år på faglærer i kroppsøving, idrett og friluftsliv ved campus Notodden, valgte jeg å gå videre på masterstudie ved campus Bø. Da jeg startet å studere i 2019, så jeg aldri for meg at studietiden skulle avsluttes med en masteroppgave i ryggsekken. Det har vært en lærerik prosess, hvor jeg har fått en dypere forståelse for tematikken som omhandler kroppsøving og idrett. Å opparbeide seg mye kunnskap om dette vil hjelpe meg i å kunne videreformidle dette til barn og unge i dag og i fremtiden, slik at de forhåpentligvis vil forstå viktigheten med fysisk aktivitet og at de vil få et godt grunnlag for å kunne opparbeide seg en livslang bevegelsesglede, noe som har vært helt avgjørende for at jeg har blitt den jeg er i dag.

Det siste året har vært svært krevende. Mange timer med grubling og utallige mange artikler og studier gjennomgått fra A til Å, er det blitt noen færre hår på hodet etter endt forskningsprosjekt. Vårsola skal nytes, og oppgaven skal endelig kunne legges på hylla.

Gjennomføringen av denne masteroppgaven ville aldri vært mulig uten god veiledning og støtte. Jeg vil derfor rette en stor takk til min veileder Solfrid Bratland-Sanda for en stor positivitet og gode faglige tilbakemeldinger. Prosjektleder for hele dette prosjektet Jan-Michael Johansen fortjener også en takk, for mye hjelp med de tekniske aspektene ved denne oppgaven, og gode tilbakemeldinger. Jeg må også rette en takk til min medstudent Vebjørn, for mange timer og sende kvelder med sparring, for å få denne oppgaven i havn. En stor takk må også gis til min arbeidsplass, som har vært fleksible slik at jeg kan jobbe med min mastergradsoppgave. Min samboer fortjener en siste takk for mange støttende ord og oppmuntring gjennom de tyngste dagene.

Notodden, mai 2024

Haakon Bakka

# Sammendrag

**Formål:** Målet for denne studien var å undersøke intensiteten og estimert energiforbruket (EF) med bruk av ulike målemetoder under aktiv VR-gaming blant videregående elever og om det er forskjeller mellom ulike metoder for estimering av EF. **Metode:** 67 gutter og jenter ved videregående skole ble inkludert i studien. Testingen forgikk over to ulike dager. Dag en var en steady state test, hvor de skulle gå i 4 km/t og løpe på 8,5 km/t. De ble også testet i maksimalt oksygenopptak ( $VO_2$ maks). Dag to besto av en 30 minutters aktiv VR-gaming økt. Det var Beat Saber som ble spilt. Målemetodene for intensitetsmåling og estimert energiforbruk (EF) ble det brukt indirekte kalorimetri, akselerometere på håndledd og hoft og hjertefrekvens (HF) måler. **Resultater:** Intensiteten under steady state gange og løp sammenlignet med VR-økta, viser at løp når høy intensitet ( $9,42 \pm 0,62$  Metabolsk ekvivalent (MET)). Det er ikke store forskjeller mellom gange ( $3,93 \pm 0,5$  MET) og VR-økta ( $3,2 \pm 0,61$  MET), da de begge nådde moderat intensitet. Gjennomsnittlig HF viser at intensiteten er høyere under VR-økta ( $112,43 \pm 16,13$ ) enn hva den var under gange ( $102,37 \pm 15,82$ ). Estimering av EF viser en overestimering ( $-192,98 \pm 70,15$  kcal,  $p < 0,001$  og  $-214,55 \pm 70,57$  kcal,  $p < 0,001$ ) av HFformler sammenlignet med indirekte kalorimetri. Akselerometer på hoft underestimerer EF ( $13,9 \pm 8,6$  kcal,  $p < 0,001$ ). Akselerometer på håndledd er målingen som ga mest nøyaktig måling ( $101,91 \pm 37,95$  kcal,  $p = 0,972$ ) sammenlignet med indirekte kalorimetri. **Diskusjon:** Estimering av EF ved bruk av HF og akselerometere er blir sett på som valide metoder for å måle dette. Men under aktiv VR-gaming så blir det unøyaktige målinger da HF blir påvirket av stressfaktorer. Hvilke typer spill som blir forsket på vil påvirke nøyaktigheten til akselerometere, da plasseringen av disse vil være avgjørende for å få en nøyaktig måling. Da Beat Saber fokuserer med på bevegelse i overkropp, vil ikke hoftemåleren kunne gi et valid resultat på aktiviteten målt opp mot indirekte kalorimetri **Konklusjon:** Målet for fysisk aktivitet på 60 minutter om dagen i moderat til høy intensitet for barn og unge kan nås ved bruk av aktiv VR-gaming. Både på lavere og høyere vanskelighetsgrader er det mulig å oppnå moderat intensitet. Det er bruk for en utvikling av målemetoder for å estimere EF når det brukes i aktiv VR-gaming.

# Innhold

<b>Forord</b>	<b>2</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>3</b>
<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Problemstilling</b>	<b>7</b>
1.2 Problemstilling og avgrensing av oppgaven	7
<b>2 Teori</b>	<b>8</b>
2.1 Fysisk aktivitet	8
2.2 VR	12
2.3 Energiforbruk	15
2.4 Tidligere forskning på aktiv VR gaming, intensitet og energiforbruk	18
<b>3 Metode</b>	<b>22</b>
3.1 Utvalg	22
3.2 Design	22
3.2.1 Aktiv VR gaming	23
3.3 Måling	23
3.3.1 Steady state- og VO <sub>2</sub> maxtest	23
3.3.2 VR gaming	25
3.4 Etikk	26
3.5 Statistiske analyser	27
<b>4 Resultater</b>	<b>28</b>
4.1 Estimer av energiforbruk	28
4.2 Fysiologisk beskrivelse	29

5.3 Resultater VR økt	31
5.4 Resultater energiforbruk	35
<b>5 Diskusjon</b>	<b>37</b>
<hr/>	
5.1 Diskusjon av funn	37
5.2 Diskusjon av metode	42
5.3 Styrker og svakheter med studien	44
5.4 Vitenskapelige implikasjoner	45
5.5 Praktisk betydning av resultatene	46
<b>6 Konklusjon</b>	<b>47</b>
<hr/>	
<b>7 Referanser</b>	<b>48</b>
<hr/>	
<b>Oversikt over tabeller og figurer</b>	<b>55</b>
<hr/>	
<b>Vedlegg</b>	<b>56</b>
<hr/>	
Vedlegg 1: Egenerklærings skjema for helse	56
Vedlegg 2: Samtykke VR studie	57
Vedlegg 3: REK vedtak	61
Vedlegg 4: Godkjenning SIKT	64

# Innledning

VR-gaming er en trend som har tatt verden med storm siden dens introduksjon rundt 2010. Interessen for VR-gaming treffer alle aldre. 38% av de som bruker VR er mellom 18 og 34 år og 16% er 55 eller eldre (Ortmor Agency, u.d.). Gaming industrien er ledende når det kommer til inntekter. I 2022 omsatte de for omkring 184 milliarder dollar, noe som viser til populariteten blant verdensbefolkningen (Ortmor Agency, u.d.). Trening med VR er noe som har blitt mer og mer populært den siste tiden, da det både er underholdene, og nervesystemet og ens motorikk blir utfordret hele tiden (Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021; Sunnaasstiftelsen, 2021).

World Health Organization (WHO) har funnet ut at stillesitting har en påvirkning på ens helse. Overvekt, fedme, dårligere søvnkvalitet og dårligere hjerte- og karrhelse er en stor risiko hvis det blir for mye stillesitting (World Health Organization, 2018). Bruken av skjermtid er noe som er økende i verden. Flere arbeidsplasser hvor en er stillesittende og bruker pc er mer normalt i verden. Derfor sier Helsedirektoratet at den passive skjermtiden bør senkes. For skjermtiden fortsetter når en kommer hjem (Helsedirektoratet, 2022). Med aktiv VR-gaming vil man kunne bruke skjermtiden mer aktivt. VR-gaming er en aktivitet hvor man kan utforske omgivelser og nå anbefalinger om intensitet. Fysisk aktivitet som er i minst 60 minutter i per dag i moderat til høy intensitet er en anbefaling for barn og unge fra WHO (Bull, et al., 2020). Og en ny rapport fra Helsedirektoratet viser at all bevegelse utover stillesitting kan være med på å vinne leveår (Helsedirektoratet, 2024).

Studier viser til ulike måter å måle intensitet og EF under aktiv VR-gaming (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023; Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021; Perrin, et al., 2019; Dębska, Polechoński, Mynarski, & Polechoński, 2019). Det er vist at estimering av EF ved bruk av akselerometere og HF ikke stemmer overens med indirekte kalorimetri under aktiv VR-gaming. Men en studie av Pope, Lee, Zeng, & Gao, (2019) har fått resultater hvor HF målinger er valide, men de sammenlignet ikke dette med indirekte kalorimetri. Da det er gjort få studier som bruker indirekte kalorimetri og bruker ulike metoder for å estimere EF, er dette noe som skal bli sett mer på i denne studien.

# 1.1 Problemstilling

For å adressere hovedproblemstillingen ble det nødvendig å se nærmere på noen spesifikke underliggende problemstillinger.

## 1.2 Problemstilling og avgrensning av oppgaven

Målet med studien er å undersøke intensitet og estimert EF med bruk av ulike målemetoder under aktiv VR gaming blant videregående elever.

Forskningsspørsmål 1: Hvordan er intensitet i en økt aktiv VR gaming sammenlignet med gange og løp?

Forskningsspørsmål 2: Hva er estimert EF under en økt med aktiv VR gaming, og er det forskjeller mellom ulike metoder for estimering av EF under slik aktivitet?

- Er det forskjell i estimert EF med ulike målemetoder?
- Er det forskjeller for kjønn?



# 2 Teori

## 2.1 Fysisk aktivitet

EF, utover det å sitte i ro, hvor alle bevegelser som skapes av skjelettmusklene er det som defineres som fysisk aktivitet (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). Jobb, husarbeid, trening og andre former for bevegelse er hva vi kan kalle for fysisk aktivitet. Alle burde være fysisk aktive, da er med på å forebygge mot overvekt og fedme (Fjørtoft, Kjønneksen, & Støa, 2018). Fysisk aktivitet vil fremme livskvaliteten. I studien til Reiner, et al. (2013) har de fått resultater som indikerer at fysisk aktivitet har en positiv effekt på sykdommer som diabetes type 2 og hjerte- og karsykdommer. Dette står i likhet med forskningen til Bull, et al. (2020) (Reiner, Niermann, Jekauc, & Woll, 2013; Bull, et al., 2020). Mengden fysisk aktivitet mennesker gjør er ulik fra person til person (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). Fysisk aktivitet blir ofte målt i kilokalorier (kcal), dette er for å kunne se hvor mye kroppen forbrenner ved fysisk aktivitet. Siden fysisk aktivitet er komplisert, kan det deles inn i tre ulike kategorier. Den vanligste måten å gjøre dette på, som også brukes av Helsedirektoratet, er å dele inn i intensitet; lett, moderat og høy intensitet. Ulik intensitet kan oppnås gjennom hverdagslige aktiviteter som for eksempel hagearbeid, husarbeid eller handleturer. Obligatoriske aktiviteter som for eksempel fotball, ski eller turning kan også være med på å oppnå ulike intensiteter (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985).

Lett intensitet er aktiviteter hvor kroppen ikke vil få en vesentlig økning av pust eller puls. For eldre vil det å gjøre lett husarbeid eller bevege seg rolig rundt om i huset gi en helsegevinst. Moderat intensitet er aktiviteter hvor kroppen vil få en raskere puls enn ved hvile. Hagearbeid, rask gange, ballaktiviteter eller leker er eksempler på aktiviteter der en vil oppnå moderat intensitet. For dem som vil forbedre muskulær utholdenhet, er det fordelaktig å trene med lavere intensitet. <50% av 1 maksrepetisjon (1RM) er den intensiteten en bør ligge på for å nå lett til moderat intensitet (Helsedirektoratet, 2022; Garber, et al., 2011). Høy intensitet er aktiviteter der kroppen vil få en mye raskere puls enn vanlig. Intervalltrening, svømming eller stafetter er noen aktiviteter der kroppen vil være i høy intensitet. For de som trener for å øke sin styrke, vil 60%-70% eller >80% av 1RM den intensiteten en bør ligge på for å nå moderat til høy intensitet (Helsedirektoratet, 2022; Garber, et al., 2011).

Fysisk aktivitet er et allment begrep innenfor en terminologisk struktur. Fysisk form, helse, lang levetid og trening er også begreper som faller innenfor den terminologiske strukturen for fysisk aktivitet. Trening er den viktigste delen i denne rammen (McArdle, Katch, & Katch, 2023, s. 913). I definisjonen av helse er det mye som omhandler velvære. Dette er alt fra total mangel på helse til høyest nivå av fysiologisk funksjon. Definisjoner som dette utfordrer vår tilnærming til å måle og kvantifisere fysisk aktivitet og helse på en objektiv måte. Men på den andre siden, så åpner det opp for å studere hvordan fysisk aktivitet påvirker helse og sykdom. Det vil være vanskelig å få valide data hvis en studerer den fysiske aktiviteten på en større gruppe. Direkte oppfølging vil være krevende og slike studier vil ofte basere seg på selvrapporing fra deltakerne (McArdle, Katch, & Katch, 2023, s. 913).

Ifølge Lee (2001, referert i (Darren, Crystal, & Shannon, 2006)) er det klart at det å være fysisk aktiv er viktig for å unngå kroniske sykdommer og tidlig død. På grunn av hyppigere bruk av passive skjermaktiviteter og motoriske kjøretøy, blir livstilen vår mer stillesittende. Tidligere forskning viser til at høye nivåer av stillesitting er knyttet til større risiko for overvekt og fedme, redusert søvnkvalitet og dårligere hjerte- og karhelse (World Health Organization, 2018).

En av de viktigste årsakene til den økte forekomsten av overvekt og fedme, er den økte tilgjengeligheten på energitette, billige og sterkt markedsførte matvarer. Samfunnsmessige endringer som for eksempel færre fysiske arbeidsplasser, økt eksponering for usunn mat og et mindre behov for fysisk aktivitet i dagliglivet har ført til strukturer i samfunnet som fremmer overvekt og fedme (Skogli, Lønstad, Vinter, & Stokke, 2023).

I forskningen til Skogli et al. (2023) viser at fedme medfører direkte kostnader for helsevesenet. Dette gjelder forebygging, diagnostisering og behandling (Skogli, Lønstad, Vinter, & Stokke, 2023). Da fedme og overvekt er en risikofaktor for flere sykdommer nevnt tidligere, fører dette til betydelige økonomiske konsekvenser for samfunnet. Helsekostnadene øker, redusert produktivitet, sykdom og dødsfall i befolkningen øker. De totale samfunnskostnadene er anslått til 238 milliarder kroner i Norge i 2022. Noe som tilsvarer 8% av de totale kostnadene til helsetjenester i Norge (Skogli, Lønstad, Vinter, & Stokke, 2023). Det ble i 2016 gjort flere studier som tar for seg fravær fra jobb på grunn av overvekt og

fedme. Det er gjennomgående observasjoner som viser at personer med fedme har lavere deltakelse i arbeidslivet sammenlignet med sine normalvektige kollegaer (Wettergreen, 2016).

For barn og unge er det viktig med fysisk aktivitet for å ha en normal vekst og utvikle deres muskelstyrke, motoriske ferdigheter og fleksibilitet. Fysisk aktivitet har en god påvirkning på barn og unges selvfølelse. Også den mentale helse vil ha en positiv effekt av å være fysisk aktive. Dersom det ikke er tilstrekkelig nok fysisk aktivitet i barne- og ungdomsårene, er det bevist at dette ikke kan godtgjøres senere i livet (Åstrand, Rodahl, Dahl, & Strømme, 2003, s. 546; Arntsen & Kobbeltvedt 2012; Fjørtoft, Kjønneksen, & Støa, 2018). Barn og unge bør introduseres tidlig for ulike former for fysisk aktivitet. De bør få gode opplevelser og god kunnskap om hvordan de kan motivere seg selv for å oppnå et fysisk aktivt liv (Åstrand, Rodahl, Dahl, & Strømme, 2003).

En solid start og jevn framgang er nøkkelen til fysisk aktivitet gjennom livet. For å redusere risiko for overvekt og fedme, er regelmessig fysisk aktivitet i barndommen noe som bidrar til bedre helse ifølge studier (Fjørtoft, Kjønneksen, & Støa, 2018). Det å bygge et solid fundament av bevegelseskompetanse i ung alder gir mulighet til å beherske en bred variasjon av fysiske aktiviteter senere i livet. For å få et aktivt liv i voksen alder vil en allsidig erfaring med bevegelse i oppveksten legge grunnlaget. Ekspertene er enige om et mangfoldig utvalg av aktiviteter og ulike miljøer for fysisk utfoldelse er avgjørende for å utvikle motoriske ferdigheter (Fjørtoft, Kjønneksen, & Støa, 2018). Fjørtoft et al. (2018) tar for seg en aktivitetstrapp som illustrerer en gradvis fremgang av motoriske ferdigheter, som skaper grunnlag for en livsstil som omfatter daglig fysisk aktivitet.



Figur 1: Aktivitetstrappa 0-18 år. Progresjon og bevegelseskvalitet i ulike aldersgrupper som leder fram til en livslang fysisk aktiv livsstil (Fjørtoft, Kjønneksen, & Støa, 2018).

Ved å ta for seg de siste trinnene i Figur 1 som omhandler 13-18 årsalderen eller ungdomstiden, så er dette en periode hvor kroppene er under store forandringer og ungdommen blir mer usikre. Fritiden til ungdom er preget av stillesittende aktivitet. Det å finne en positiv innvirkning på deres aktivitetsvaner vil derfor være avgjørende for å etablere gode vaner for fysisk aktivitet senere i livet (Fjørtoft, Kjønneksen, & Støa, 2018). Det blir tydeligere kjønnsforskjeller i fysisk aktivitet omkring 13 års alderen. Jenter blir generelt litt mindre fysisk aktive enn gutter. Begge kjønn verdsetter felleskap, moro, det å holde seg i form, utfordringer og spenning når det gjelder fysisk aktivitet. Jenter søker ofte etter med sosiale opplevelser og gutter foretrekker mer konkurransedrevne aktiviteter (Fjørtoft, Kjønneksen, & Støa, 2018).

Ifølge Helsedirektoratet bør barn og unge mellom 6-17 år minimum være fysisk aktive i gjennomsnittlig 60 minutter per dag. Denne aktiviteten bør ha en intensitet fra moderat til høy (Helsedirektoratet, 2022). Aktivitet utover dette vil gi en økt helsegevinst. Det bør også legges inn minimum tre økter som forbedrer kondisjonen med høy intensitet. Og ved å ha varierte fysiske aktiviteter, så vil de grove- og finmotoriske ferdighetene forbedres (Helsedirektoratet, 2022). Fjørtoft et al. (2018) nevner noen regler for fysisk aktivitet, som baserer seg på de

fysisk-motoriske kvalitetene som hurtighet, koordinasjon, kraft, balanse og utholdenhet. Gjøres dette i en variert og hensiktsmessig sammenheng, bidrar dette til å bygge opp en fysisk-motorisk kapital som vil lagres i kroppen (Fjørtoft, Kjønniksen, & Støa, 2018).

I retningslinjene til World Health Organization (WHO), er det funn som viser at jo mer tid man bruker i moderat til høy fysisk aktivitet vil ens kardiorespiratoriske form øke. Dette gjelder barn og unge i alderen 5-17 år. Etter observasjoner for voksne i alderen 18-64 så sier de at en tilsvarende kombinasjon med 150-300 min. moderat aktivitet og 75-150 min. med høy aktivitet vil gi mange av de fordelene fysisk aktivitet kan gi (Bull, et al., 2020).

Helsedirektoratet kommer med noen råd når det gjelder skjermtid. De fokuserer på passiv skjermtid der en bruker tid foran ulike skjermer hvor man ikke får stimulert behovet for fysisk aktivitet, bevegelse eller samhandling med andre (Helsedirektoratet, 2022). Derfor anbefales mer aktiv skjermtid, hvor en for eksempel kan bruke spill der man utforsker omgivelser, er fysisk aktive og hvor man blir kognitivt utfordret (Helsedirektoratet, 2022).

## 2.2 VR

Med VR-briller kan du utforske en virtuell virkelighet rett fra din egen stue. De åpner dører for å delta i mange nye aktiviteter og se verden fra en alternativ synsvinkel (VRguiden, 2023). Fysisk aktivitet er noe en kan begi seg ut på med VR-briller. Det er muligheter for å øke pulsen med ulike spill, men også bruke ulike apper for å være fysisk aktiv. Meta har utviklet VR-trening slik at man kan være fysisk aktiv hjemmefra. Boksing, dansing, høyintensiv intervalltrening etc. er noen av aktivitetene de tilbyr (Meta, 2024). VR brukes også ved Sunnaas sykehus. Her brukes VR-briller til rehabilitering innenfor trening. De har mulighet for støtte av en robotarm for å trene opp håndfunksjonen til pasienter. Muligheten dette gir er mengdetrening og pasientene vil bruke mer tid på trening med VR-briller enn i en standard treningssal (Sunnaasstiftelsen, 2021).

VR er et begrep som først kom til verden i 1989 etter 20 år der en hadde jobbet med å løse problemer som teknologien har møtt siden 1960-tallet. Denne teknologien hadde programvarer og maskinvarer hvor det var store begrensninger. Problemene dette ga var lav

bildeoppløsning og høy ping (Anthes, García-Hernández, Wiedemann, & Kranzmüller, 2016). Da VR-teknologien fortsatte å utvikle seg, ble flere utfordringer tydelige. Synlig flimring på skjermen (mellomrom mellom piksler blir synlige), og de høye kravene til bildebehandling er noen av de velkjente problemene som utviklet seg (Litleskare, 2020, s. 10). Disse problemene er noe som er kjent for å være årsaken til cybersykdom. Den første introduksjonen av VR-enheter var Virtual Boy fra Nintendo. Grunnen til at dette ikke ble så populært som først antatt, var flere uløste problemer (Litleskare, 2022, s. 10).

Når det gjelder å skape innhold i VR, så er det normalt to hovedmetoder for dette. Det er å lage 3D-modeller eller å ta opp video i 360°. Opptak av 360° er som regel den enkleste tilnærmingen og tillater realistiske gjengivelser av naturomgivelser. Her er det da en stor begrensning da disse videoene som lages gir en begrenset interaktivitet (Litleskare, 2020, s. 11). 3D-modellene som blir laget, gir på den andre siden høy grad av interaktivitet. Ved hjelp av spillmotorer og spesialiserte dataprogrammer blir disse modellene laget. Ulempen her er at det tar tid å lage modellene og det krever kraftig maskinvare (Litleskare, 2020, s. 11).

Utfallet av noen av disse problemene er at flere brukere kan få cybersykdom, som er en bevegelsessykdom (Litleskare, 2020, s. 8). De virtuelle omgivelsene kan gi noen symptomer på cybersykdom. Noen eksempler på disse er kvalme, ubehag og svimmelhet. Etter flere minutter vil symptomene som oppstår forsvinne i følge (Smith, 2015). Brukere som ikke har kontroll over sine egne bevegelser, vet fra tidligere at de vil få symptomer som kvalme når de opplever dette (Kennedy, Drexler, & Kennedy, 2010). Cybersykdom som oppstår fra bruk av VR kan forklares med at det er en uoverensstemmelse mellom sansene våre. Noe som kalles Sensory Conflict Theory. I hovedsak er dette noe syns- og balansesansen opplever (Ng, Chan, & Lau, 2020). VR-systemer som kobler bevegelser kan være med på å bidra til å lindre symptomer på cybersykdom når det innlemmes sømløst i opplevelsen. Ved å synkronisere visuelle og fysiske bevegelser ved hjelp av en plattform som beveger seg, vil dette være med på å øke komfortnivået i den generelle opplevelsen og redusere følelsen av cybersykdom (Ng, Chan, & Lau, 2020).

Virtual Reality (VR) er som å åpne en dør til en annen verden som er enten oppdiktet eller eksisterende. Ved hjelp av avansert teknologi skapes det en illusjon hvor alle sansene hjelper

til for å utforske en fantasifull verden (Dvergsdal & Aabakken, 2023). Disse illusjonene kalles immersjon, som vil si at individet slukes, slik at hen vil få mindre forståelse for den virkelige verden. VR har noen kjennetegn som skiller seg fra andre former for fiksjon ved, å tilby en interaktiv opplevelse. Brukeren kan påvirke handlingsrommet ved å skrive kommandoer, trykke på knapper eller bevege seg på spesifikke måter i tillegg til å motta sanseintrykk (Dvergsdal & Aabakken, 2023).

For å virkelig føle deg som en del av denne verden, er det viktig å kunne bevege seg fritt. En må kunne se hendene sine for å kunne samhandle med VR på en naturlig måte. Hendene spiller en stor rolle i hvordan vi opplever å samhandle med virkeligheten på. Derfor er det vanlig at å se etter hendene sine, er noe av det første vi gjør når de har tatt på seg VR briller. Hendene gir en betydelig tilbakemelding til hjernen vår og bidrar til vår oppfatning av rommet rundt oss (Munster, Jakel, Clinton, & Murphy, 2015).

VR er en arena hvor det er gode muligheter for å kunne skape flere steder hvor man kan samhandle med andre. Muligheten for å utforske, konkurrere og samarbeide for å løse oppgaver med andre er store, noe som skaper sosiale ferdigheter (Dvergsdal & Aabakken, 2023; Utdanningsdirektoratet, u.d.). Det er noen illusjoner i VR som blir påvirket av bevegelser vi gjør uten at vi tenker over det. Bevegelser med øyne og hode er noe VR kan respondere på. Dette er en form for biofeedback, som er en metode som lar en person ta kontroll over kroppsfunksjoner som vanligvis skjer utenfor egen bevissthet (Svartdal, 2023).

Bruken av VR er stor. Den kan brukes til for eksempel opplæring og trening. Leger kan bruke VR ved for å øve på ulike prosedyrer innenfor kirurgi hvor det ikke vil være noen risiko for feil (Dvergsdal & Aabakken, 2023). Toppidrettsutøvere bruker også VR. Ulike simulatorer er en form for VR (Dvergsdal & Aabakken, 2023). Formel 1 kjørere bruker ofte simulatorer for å trene på de ulike banene de skal kjøre før et løp. Her lærer de seg hvordan de bør kjøre i ulike typer vær og med ulike typer dekk. Dette er for at førerne skal kunne trene og feile uten den risikoen det innebærer i virkeligheten (Burgess II, 2023).

## 2.3 Energiforbruk

Menneskers EF avhenger av flere faktorer. Disse er kroppsstørrelse, sammensetning og miljøforhold. Våre vaner og atferd spiller også en rolle. En større kropp, spesielt med mer muskelmasse vil kreve mer energi for å opprettholde seg selv og dette vil øke kroppens grunnleggende EF (Westerwerp, 2016). Spisevaner og graden av fysisk aktivitet vil også være med på å påvirke vårt EF. Omgivelsestemperatur er en faktor som spiller en rolle, kroppen vil bruke mer energi i kalde og varme temperaturer for å holde oss varme og for å kjøle oss ned. Westerwerp (2016) skriver videre at individuelle egenskaper og vaner vil påvirke hvor mye energi vi bruker (Westerwerp, 2016).

Når vi tenker på EF så kan vi kalle den overordnede delen for totalt EF. Dette er det totale daglige energiforbruket. Totalt EF kan brytes ned i tre hovedkomponenter; vedlikehold- eller hvileenergiforbruk, kostindusert EF og EF under fysisk aktivitet (Westerwerp, 2016). Ved å sammenligne disse tre komponentene, vil vi kunne se hvordan kroppsstørrelse, sammensetning, inntak av mat og fysisk aktivitet påvirker menneskers EF (Westerwerp, 2016).

Joule er en enhet for måling av energi, som brukes til å måle både varme og arbeid. I vanlig praksis foretrekker man å bruke kilojoule (kJ). Kilokalori (kcal) er det mest vanlige å definere nøyaktig verdi av kJ. En kcal er det samme som 4,1868 kJ (Hofstad, 2024). Et resultat av alle metabolske prosesser i kroppen er produksjon av varme. Kalori er den grunnleggende enhet for varmemåling (McArdle, Katch, & Katch, 2023, s. 196). Det finnes ulike metoder for å måle energiomsetning, og nøyaktigheten varierer mellom dem. Den mest pålitelige metoden for å måle energiomsetning er direkte kalorimetri. Her vil vedkommende som måles befinne seg i et lufttett rom hvor oksygen og karbondioksid (CO<sub>2</sub>) vil bli overvåket hele tiden. Det vil være et vannvolum i det lufttette rommet som skal registrere temperaturendringer som oppstår ved energimetabolismen til personen som befinner seg i rommet (McArdle, Katch, & Katch, 2023, s. 197). Direkte kalorimetri er en kostbar og tidskrevende måling og vil ikke være praktisk for å måle en større gruppes EF i en fysisk aktiv sammenheng (McArdle, Katch, & Katch, 2023, s. 197).



Indirekte kalorimetri måler en persons oksygenopptak under aktivitet og kan deles inn i to former: åpen og lukket kalorimetri. Dette blir sett på som det nest beste innenfor måling av energiomsetning. Under lukket kalorimetri vil personen puste rent oksygen fra en tank. Denne metoden er vanskelig å gjøre under fysisk aktivitet da subjektet må være nær analysatoren, derfor er lukket kalorimetri primært brukt for å måle EF i hvile (McArdle, Katch, & Katch, 2023, s. 198). Ved åpen kalorimetri vil personen som blir testet, puste inn en blanding av vanlig romluft. Her vil analysatoren analysere hvor mye oksygen som blir pustet inn og hvor mye CO<sub>2</sub> og O<sub>2</sub> som blir pustet ut per tidsenhet, dette gir en praktisk måte å måle energiforbruket på. Ved fysisk aktivitet er det flere vanlige prosedyrer for å måle indirekte kalorimetri. Noen eksempler på disse er bærbar ergospirometri og ventilert hette teknikk (McArdle, Katch, & Katch, 2023). I følge McArdle et al. (2023) så er det gjort en studie på at det ikke er store forskjeller på nøyaktigheten ved direkte og indirekte kalorimetri. Gjennomsnittlig brukte testpersonene henholdsvis 2723 kcal og 2717 kcal ved direkte og indirekte kalorimetri (McArdle, Katch, & Katch, 2023).

MET er forholdet mellom energiforbruket under fysisk aktivitet og energiforbruket i hvile. Det kan brukes som en måleenhet for både intensiteten og energiforbruket under aktivitet (Ainsworth, et al., 2011). Et oksygenopptak på 3,5 ml per kg kroppsvekt per minutt er hva 1 MET tilsvarer. Oksygenopptaket vil gi et EF på 1 kcal per kg pr kroppsvekt per time. MET kan deles inn i ulike intensitetssoner. 1 MET er hvile, 1,6-2,9 er aktivitet med lett intensitet, 3-5,9 MET er aktivitet med moderat intensitet og >6 MET er aktivitet med høy intensitet (Ainsworth, et al., 2011; Garber, et al., 2011).

I artikkelen til Ainsworth et al. (2011) sier de at det er flere faktorer som påvirker ens EF ved ulike fysiske aktiviteter. Kroppsvekt, kjønn, alder, miljøforhold og genetikk er noen eksempler på dette (Ainsworth, et al., 2011). For å beregne kaloriforbrenningen under trening vil kunnskap om MET-verdien være nyttig. Anbefalt så er minimum 500 MET-minutter per uke et godt mål for å fremme god hjertehelse. En kan tilpasse egne preferanser og treningsvaner for å oppnå dette målet. Da det er ulike faktorer som påvirker, vil forbrenningen under rask gange være ulik for en eldre utrent enn en aktiv ungdom (Roland, 2019). For å estimere kaloriforbruket ved en bestemt aktivitet, kan det brukes en ligning:  $Kcal = MET \times vekt \text{ i kg} \times varighet \text{ i timer}$  (Ainsworth, et al., 2011). Ved å bruke denne formelen tar man

hensyn til at 1 MET er et oksygenopptak på 3,5 ml/kg/min, og vil gjøre konverteringen fra MET til kcal ganske nøyaktig (Ainsworth, et al., 2011).

For å måle energiforbruket hos en stor gruppe mennesker, er akselerometere et praktisk verktøy. Et akselerometer er en elektronisk enhet. All bevegelse den utsettes for, i de tre retningene vertikalt, medio-lateralt og anterior-posterior. Akselerometeret vil filtrere ut all aktivitet som ikke er en vanlig del av vanlig menneskelig bevegelse. Et akselerometer er lett, kompakt og solid, slik at den kan bæres i lengre perioder uten å være til bry (Hansen, et al., 2015, s. 19). Modellen Actigraph er akselerometeret som blir brukt i de store studiene for å kartlegge den fysiske aktiviteten til en befolkning (Hansen, et al., 2015, s. 15). Det er avgjørende å ha effektive overvåkningssystemer for å måle de ulike aspektene av fysisk aktivitet. Individuell status, endringer over tid, variasjoner mellom aldersgrupper og kjønn og de faktorene som påvirker folks valg om å være fysisk aktive (Hansen, et al., 2015, s. 15).

Akselerometere vil måle kroppens akselerasjon og en forskning av Freedson, et al. (1998) har vist at det ikke er noen signifikante forskjeller mellom oksygenopptak og aktivitetsmåling (Freedson, Melanson, & Sirard, 1998). Validiteten av akselerometere avhenger av hvor den er plassert og den aktuelle aktiviteten som undersøkes (Bammann, Thomson, Albrecht, Buchan, & Easton, 2021). Da hofta er i nærheten av kroppens massesenter, vil det være gunstig å plassere disse her. Håndleddet blir ofte brukt som en plassering for å kunne måle overkroppens bevegelse (Sliepen, Matthijs, Thur, & Mechlendburg, 2019). I en forskning av Aadland & Ylvisåker (2015) testet de akselerometre som var festet på hofta. Resultatene viste at det ikke er store forskjeller på hvilken side av hofta akselerometeret er festet, men at høyre hofta er det som anbefales. Denne metoden for å måle intensitet og fysisk aktivitet på en større gruppe blir sett på som pålitelig (Aadland & Ylvisåker, 2015). Selv om akselerometerne blir sett på som pålitelige, så vet man fortsatt lite om hvor pålitelige de er inn mot mer moderne aktiviteter, som for eksempel VR-gaming.

Puls er også en måte å estimere EF. Dette skjer gjennom ulike formler. Som presentert i studien til Keytel, et al. (2005) brukes det to formler for å estimere EF ( $HR_{eq1}$  og  $HR_{eq2}$ ) gjennom puls (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023). I en studie av Erdogan, et al. (2010) testet de hvor nøyaktig en pulsklokke estimerte EF. Her ble det funnet at ved moderat

intensitet var estimatet akseptabelt, men ved lav intensitet var det for signifikante forskjeller sammenlignet med VO<sub>2</sub>maks (Erdogan, Cetin, Karatosun, & Baydar, 2010).

## 2.4 Tidligere forskning på aktiv VR gaming, intensitet og energiforbruk

Fysisk aktivitet slått sammen med spill er et tema innenfor forskning vi ser oftere i dag enn tidligere. Da det finnes stort antall forskjellige spill en kan spille, finnes det derfor mange forskjellige metoder for å forske på dette temaet. Målemetoden og valg av spill er en faktor som vil være betydningsfull for utfallet av studien. Mange av forskningene som er gjort tidligere bruker ulike spill og utstyr (Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021; Perrin, et al. 2019; Dębska, Polechoński, Mynarski, & Polechoński, 2019). Utfallet av dette kan gjøre det vanskelig å få noen klare konklusjoner for sammenhengen mellom fysisk aktivitet og VR gaming.

I en studie gjort av Evans et al. (2021) testet de intensiteten på fysisk aktivitet ved å spille enten Beat Saber, Holopoint, Hotsquat eller Relax Walk VR. Her brukte de akselerometre, prosent av pulsreserve og Borg-skala for å måle intensiteten. Deltakerne skulle spille en økt på 15 minutter. Dataene viste at spillet Hot Squat forårsaket betydelig høyere prosentandel av pulsreserven og Borg sammenlignet med de andre spillene. Hot Squat var også basert på pulsreserven, det eneste spillet som nådde moderat intensitet. (Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021). Akselerometerdata viste at tiden brukt i moderat til høy intensitet for hele kroppen var signifikant lavere for Beat Saber sammenlignet med Hot Squat og Holopoint. Resultatene viste at menn hadde en betydelig høyere intensitet i kroppen og øvre lemmer enn hva kvinner hadde når de spilte (Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021).

Borg-skalaen viste at Beat Saber og Holopoint ble betraktet som mindre anstrengende enn de to andre spillene. Det var også de spillene hvor det var størst bruk av armbevegelser som ble vurdert som mest underholdene. De konkluderte med at aktiv VR gaming kan føre til ulike nivåer av fysisk aktivitet hos friske unge og voksne (Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021).

En forskning av Perrin et al. (2019) testet de friske voksne menn. Det ble gjennomført en 15 minutters gå test på mølle, hvor farta var satt til 15 km/t, en økt med aktiv VR gaming og en økt med VR gaming hvor de hadde på seg vekter på håndleddene som tilsvarte 2,5% av maksvekten deres. Testene ble gjennomført i en tilfeldig rekkefølge (Perrin, et al., 2019). De brukte et bueskyterspill kalt Longbow. I likhet med denne studien, så ble det gjort målinger av hjertefrekvens (HF) og oksygenopptak ( $VO_2$ ). De brukte generell formel utviklet av Tanaka et al. (2001) for å estimere deltakernes HFmaks. Og for å måle energiforbruket, så ble en formel utviklet av Péronnet & Massicotte (1991) brukt.

Resultatene viser at HF% har gjennomsnittlig, en signifikant høyere verdi ved de tre aktivitetene enn ved hvile. Aktivitetene sammenlignet med hverandre viste for det meste ikke noen signifikante forskjeller. Det var kun HR% i VR gaming med vekter som var signifikant høyere enn VR gaming, med en p-verdi på ( $p < 0,004$ ). EF deltakerne hadde under aktivitetene, viste resultatene at det er signifikant større EF enn ved hvile ( $p < 0,001$ ). Gjennomsnittlig var det signifikant høyere EF å gå 6 km/t enn ved å spille VR, med en p-verdi på ( $p < 0,001$ ). Aktiv gaming hadde et EF på  $11,7 \pm 2,5$  kJ, aktiv gaming med vekter hadde  $13,7 \pm 4,9$  kJ og gå hadde  $21,1 \pm 1,2$  kJ (Perrin, et al., 2019).

Spillet som er brukt i studien til Perrin, et al. (2019) har ikke definerte vanskelighetsgrader, men blir vanskeligere jo høyere level en kommer til. Her ble det funnet signifikant forskjell på HF% mellom aktiv gaming med vekter og aktiv gaming når de nådde level 4 og maks level ( $p < 0,001$ ). På maks level var det målt en signifikant forskjell på gange og begge typer av gaming. EF viser ikke noen signifikant forskjell på de tre ulike aktivitetene når det ble spilt på maks level. Aktiv gaming viste ( $p < 0,146$ ) og aktiv gaming med vekter viste ( $p < 0,083$ ) (Perrin, et al., 2019). Perrin et al. (2019) tematiserer at puls blir høyere enn den faktiske intensiteten skulle tilsi. Derfor konkluderer han med at puls ikke kan brukes som eneste intensitetsmarkør under VR-gaming (Perrin, et al., 2019).

En studie gjennomført av Johansen, et al. (2023) er det brukt samme metoder som i denne forskningen. De har målt EF med  $VO_2$  under en halvtimes økt hvor det spilles Beat Saber. Det er også brukt pulsklokke og akselerometre for å estimere EF hos deltakerne. For å estimere EF fra HF målinger, så er de samme formlene presentert av Keytel, et al. (2005) benyttet.

Deltakerne i studien er mennesker som faller under kategorien inaktiv etter Helsedirektoratets råd. I likhet med denne studien ble det gjennomført en VO<sub>2</sub> maks test for å finne deltakernes fysiske form (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023).

Resultatene Johansen, et al. (2023) fikk angående HF, viser at det er signifikant høyere EF ( $p < 0,01$ ) ved pulsmåling enn ved indirekte kalorimetri. Ved hjelp av et Bland-Altman plot (BA), vises det at HF overestimerer EF. EF fra akselerometer som er festet på hofta er signifikant lavere ( $p < 0,01$ ) enn indirekte kalorimetri. Det vises i BA en underestimert EF for akselerometer på hofta. Det er kun akselerometer på håndleddet som ikke har en forskjell på EF sammenlignet med indirekte kalorimetri. (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023). En svakhet med denne studien er at den har svært lite antall deltakere, noe som vil gjøre det utfordrende å trekke statistisk signifikante konklusjoner.

En nylig studie utført av Naugle et al. (2024) har de testet fysisk aktivitet ved hjelp av samme pulsklokke, som i denne studien. De har benyttet seg av to spill, Holopoint og Hotsquat, spill som også ble brukt i studien til Evans et al. (2021). Borg CR 10 skalaen er også noe de brukte. De sammenlignet HF% mellom en 15 minutters sykkel økt og aktiv VR gaming. Ved hjelp av en bivariate korrelasjonstest undersøkte de om det var noe forskjell på den faktiske intensiteten under sykling og VR, og opplevd intensitet under disse øvelsene (Naugle, Cervantes, Boone, Wind, & Naugle, 2024).

Den faktiske intensiteten viste at det var i spillet Hotsquat og under syklingen at deltakerne nådde moderat til høy fysisk aktivitet i lengst periode. Henholdsvis var dette  $78,4 \pm 14,7$  % og  $74,0 \pm 29,7$  % av tiden i moderat til høy intensitet. Hvorav Holopoint lvl 2 og 3 lå på  $28,9 \pm 30,2$  og  $49,6 \pm 33,6$  henholdsvis av tiden i moderat til høy intensitet. Hotsquat var den aktiviteten hvor gjennomsnittet av HR% og maks HR% var høyest. Resultatene i denne studien viser også at spillet Hotsquat er hva deltakerne opplever som mest anstrengende. Med en gjennomsnittlig verdi på  $4,9 \pm 1,4$  (Naugle, Cervantes, Boone, Wind, & Naugle, 2024). De fant ut at det ikke var noen betydelige korrelasjoner for VR mellom HF% og Borg CR 10 skalaen. Under syklingen så ble det funnet en signifikant forskjell på disse to verdiene ( $p < 0,016$ ). Under syklingen viser dette at økning i faktisk anstrengelse gir en økning i opplevd anstrengelse (Naugle, Cervantes, Boone, Wind, & Naugle, 2024).

I en studie utført av Dębska et al. (2019) har de brukt VR briller og en omnidireksjonell tredemølle hvor en kan bevege seg 360°. Denne maskinen fokuserer mest på utholdenhetstrening. Deltakerne skulle spille et spill i 10 minutter på denne møllen. Det ble også utført en spilløkt på en Icaros Pro flight simulator hvor det settes søkelys på utholdende styrke. For å måle intensiteten i denne studien, brukes det HF (Dębska, Polechoński, Mynarski, & Polechoński, 2019).

Det ble gjort funn på at tredemøllen hadde en signifikant høyere gjennomsnittspuls enn ved flysimulatoren med en p-verdi på ( $p < 0,01$ ). I studien ble det funnet at intensiteten ble spilt på moderat til høy gjennom mesteparten av 10 minutters økta. På tredemøllen var deltakerne 80,55% av tiden på moderat til høy intensitet, og på flysimulatoren var 50,77% av tiden på moderat til høy intensitet. % HFmaks var signifikant høyere på tredemøllen kontra flysimulatoren (Dębska, Polechoński, Mynarski, & Polechoński, 2019).

Ved å se på disse tidligere studiene, så er det flere mangler når det kom til målinger og utvalg. I de tidligere forskningene er det i svært liten grad brukt indirekte kalorimetri. Flere av studiene av få deltakere som er testet og det er få som har sammenlignet EF fra indirekte kalorimetri med puls og akselerometer, bortsett fra Johansen, et al. (2023). Men her var det igjen svært få deltakere med i studien. Sammenlignet med denne studien, så er det kun Naugle, et al. (2024) som har brukt spurt deltakerne om deres selvoppfattede anstrengelse, men de brukte en Borg CR 10 skala hvorav vi brukte Borg-skalaen.

# 3 Metode

## 3.1 Utvalg

Totalt 67 unge og friske ungdommer (46 gutter og 21 jenter) deltok i studien. Vi besøkte skoler og ga informasjon til både elever og lærere om prosjektet. Ved å gjøre dette fikk vi mange deltakere som var interesserte. Lærerne syntes dette var et spennende prosjekt som de gjerne ville la elevene ta del i. Inklusjonskriteriene var at det skulle være funksjonsfriske og aktive tenåringer fra alderen 16-19 år som skulle bli rekruttert til denne studien. Både gutter og jenter fra vanlige studieprogrammer, med og uten idrett som fordypning, var det som ble rekruttert. Deltakere som falt utenfor disse kriteriene, ble ikke regnet som skikket til å delta i denne studien.

Alle deltakerne som gjennomførte testen fullførte, men det er noen deltakere som mangler deler av resultatene, da det var noen tekniske problemer med deltakers puls eller at O<sub>2</sub> analysatoren ikke klarte å ta inn riktig mengde luft. Det er også en deltaker hvor det ikke er kommet inn data på akselerometer på håndleddet da den var initialisert med feil data. Da deltakerne skulle sette seg på de ulike dagene, fikk de beskjed om å velge ut ifra deres timeplan. De ble gjort oppmerksom på at de ikke skulle velge tidspunkt å teste på hvor de ville være fysisk aktive før testingen.

## 3.2 Design

Dette er en tretrinns kartleggingsstudie der målet er å finne ut av aktivitetsnivå og EF på videregående elever under en halvtimes økt med VR-spill. Deltakerne har vært igjennom fysiske tester med ulike måleinstrumenter, for å kartlegge deres syn, fysiske form, aktivitetsnivå og EF.

Trinn en består av en syns- og balansetest som er gjennomført av Nasjonalt senter for optikk, syn og øyehelse. De hadde ansvar for å sjekke deltakernes syn og balanse og komme med råd om det var noe helserisiko for deltakerne og delta i VR testingen.

Trinn to består av å måle deltakernes fysiske form ved en  $VO_{2max}$  test. Det ble også gjennomført *steady state* hvor hastighetene lå på 4km/t for gange og 8,5 km/t for løp. Dette ble gjort for å kunne måle intensiteten og estimert EF for disse to aktivitetene. I trinn tre var det en aktiv VR gaming økt hvor målet var å måle deltakernes intensitet og estimert EF ved en 30 minutters økt med aktiv VR gaming.

I denne oppgaven ser jeg bare på trinn to og tre da det kun er dette som er relevant for min forskning. Trinn en er resultater som blir tatt i bruk av optometri utdanningen ved USN Kongsberg.

### **3.2.1 Aktiv VR gaming**

Når det kommer til aktiv gaming, så kan vi dele dette inn i tre hovedkategorier. Disse er aktive spill (exergames), interaktive treningsaktiviteter og aktive læringsspill. Aktiv VR gaming faller under exergames. En generell definisjon på dette er aktiviteter som er teknologidrevne hvor det kreves skjerm for at deltakeren skal kunne delta fysisk (Hansen L. , 2010).

Lett til moderat fysisk aktivitet er noe som aktiv gaming øker ifølge studier (Allana, et al., 2013). Men det er ikke helt sikkert dette gjelder alle typer mennesker da noen er veldig aktive fra før. Dog kan det være med å gi visse helsefordeler for mennesker som er lite aktive i det daglige (Allana, et al., 2013).

## **3.3 Måling**

### **3.3.1 Steady state- og $VO_2$ maxtest**

Da dette er en test hvor deltakerne skal holde på til frivillig utmattelse, så ble de satt opp på tidspunkter hvor de ikke var fysisk aktive eller hadde trening før denne testen. Dette var for å sikre at de var uthvilte og at de får så gode resultater som mulig.



For å måle deltakernes  $VO_2$  maks og deres  $VO_2$  under steady state og VR økta, så ble det brukt en  $O_2$  analysator av typen Jeager Vyntus CPX fra CareFusion, med et blandekammer hvor dataene ble registrert hvert 20. sekund. Gassanalysatorene ble nøye kalibrert med omgivelsesluft og sertifiserte kalibreringsgasser (med en sammensetning på 16,00% oksygen og 5,00%  $CO_2$ ). Strømmåleren ble justert ved hjelp av standard strømvolumer på 2,0 liter og 0,2 liter. Steady state og  $VO_2$  maks ble gjennomført på en Woodway PPS 55 Sport løpemaskin fra Waukesha, Wisconsin, USA.

Før start fikk deltakerne på seg akselerometer som skulle festes på dominant hånd, og høyre hofte. De fikk også et pulsbelte som skulle festes rett under brystkassen. Deretter fikk de på seg en maske som var koblet til en slange og inn i  $O_2$  analysatoren. Det er viktig og se til at maska er tett, slik at det ikke kommer luft ut andre steder enn inn i slangen.

*Steady state* ble gjennomført ved at deltakerne skulle sitte stille i 5 minutter på en stol. Her ble det notert ned de fire neste verdiene for  $O_2$  opptak og RER etter det hadde gått 3,5 minutt. Det ble så tatt en laktatmåling rett etter de hadde sittet 5 minutter i stolen, og de ble spurt om Borg-skala. Etter de hadde sittet, skulle de gå i 5 minutter hvor hastigheten var satt til 4 km/t. Det ble notert ned de fire neste verdiene for  $O_2$  opptak og RER etter det hadde gått 3,5 minutt. En ny laktatmåling ble tatt rett etter gåingen og en ny Borg-skala. Etter gåingen, var det tid for å jogge i 5 minutter hvor hastigheten var satt til 8,5 km/t. Noterer ned de fire neste verdiene for  $O_2$  opptak og RER etter det hadde gått 3,5 minutt. Her ble det også tatt en laktatmåling rett etter joggingen og Borg-skala.

Underveis i *steady state* – testen ble de forklart hvordan  $VO_2$ maxtesten skulle foregå, slik at de var forberedt og ble betrygget før de skulle gjennomføre denne. *Steady state* var det deltakerne fikk til oppvarming, men hvis noen følte at de trengte mer, så fikk de noen ekstra minutter til å bli varme.

Da  $VO_2$ -testen startet var tredemøllen satt på en 5% stigning. Starthastigheten ble satt på omkring 70% av makspuls, og forskerne diskuterte hvilken starthastighet som passet for hver enkelt deltaker. Hastigheten ble økt med 0.5 km/h hvert 30. sekund. Her ble det informert på forhånd at deltakerne skulle vise tommel opp hvis de ville øke og flat hånd dersom de ville bli

værende på samme hastighet. Testlederen fortsatte å spørre om økning hvert 30. sekund selv om deltakeren ga en flat hånd. Denne testen skulle fortsette frem til deltakeren nådde frivillig utmattelse eller hvis deltakeren har fått en flatning av VO<sub>2</sub> kurven.

Testleder noterer ned starttid og sluttid på testen. Det blir også skrevet ned starthastighet og slutthastighet. Makspulsen blir notert ned etter den høyeste pulsen testleder har målt under testen. For å finne deltakers maksimale O<sub>2</sub> opptak, regnes gjennomsnittet av de to høyeste målinger som vil gi høyest gjennomsnitt. Etter VO<sub>2</sub>maks test, blir det også målt laktat og deltaker blir spurt om Borg-skala.

### **3.3.2 VR gaming**

Gjennom alle spill øktene ble Pico Neo 2 Eye VR-briller brukt. Spillet som ble brukt under VR testen heter Beat Saber, som er et fartsfylt spill med oppkvikkende musikk hvor en skal hugge ned klosser som kommer flyvende mot seg. Deltakeren har en sabel i ulik farge i hver hånd for å kutte klossene. En får poeng ved å slå klossene med riktig farge og i riktig retning. Da fortsetter også musikken. Tempoet vil øke med rytmen til musikken og deltakeren må da bevege hele kroppen for å unngå å treffe de hindringene som kommer imot, enten å forflytte seg til siden eller dukke.

Når deltakerne kom til testlokalet, ble de satt på akselerometer på høyre hofte og dominant hånd. De fikk også et pulsbelte som ble plassert rett under brystkassen. Før selve testen startet, fikk deltakerne spille en runde for å bli litt bedre kjent med spillet. Etter prøverunden ble deltakerne iført utstyr som var koblet opp til O<sub>2</sub>-analysatoren, som skulle være på under hele testen. De fikk også på nesklype da de ikke brukte maske, men et munnstykke for å puste inn i O<sub>2</sub>-analysatoren, slik at all luft kom inn i maskinen.

VR økta varte i ca. 30 minutter eller 7 gjennomganger av samme sang. Sangen het Burning Sands, og dette fikk ikke deltakerne bytte underveis. De kunne fritt velge vanskelighetsgrad på alle forsøkene. Mellom hver runde, opplyste vi deltakerne om de forbedret poengene sine fra forrige runde og om de klarte å treffe flere klosser. Deltakerne kunne ta en liten pause

mellom sangene for å hvile kjeven og tørke litt spytt, da munnstykket kan være tungt for noen og det kan samle seg spytt.

Pulsen til deltakerne ble notert ned hvert 30. sekund gjennom hele VR økta. Da sto en av testerne rett bak deltakeren for at pulsklokka skulle få inn pulsen, da rekkevidden ikke var så lang. Etter gjennomføringen ble deltakerne også spurt om Borg-skala og det ble tatt en laktatmåling.

## 3.4 Etikk

Før deltakerne ble kontaktet, ble det sendt inn en søknad til Norges senter for Forskningsdata (NSD). Prosjektet ble forhåndsvurdert av Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK) som konkluderte med at prosjektet falt utenfor helseforskningslovens virkeområde. NSD godkjente deretter søknaden med henvisning til denne vurderingen. Dette viser at forskningsprosessen ble gjennomgått med hensyn til etiske aspekter, og at beslutninger ble tatt i samsvar med retningslinjer og anbefalinger fra relevante etiske instanser for å sikre at forskningen oppfylte etiske standarder og ivaretok deltakernes rettigheter.

Informantene skal ikke oppleve noen belastning eller skade som konsekvens av å delta (NESH, 2021, s. 19). Forskerens etiske ansvar er basert på å beskytte deltakernes integritet ved å unngå at forskningen skal få negative konsekvenser for dem. Forskeren skal på ingen måte sette deltakeren i et dårlig lys og forskeren kan derfor være nødt til å holde igjen relevant informasjon eller funn om det skader deltakeren. Thagaard (2018) hevder at ideelt sett burde det vært en gjensidighet mellom hva deltakerne får igjen ut fra informasjonen de gir til forskeren. Tidligere erfaringer viser at de som velger å delta, gjør det på grunnlag av at de synes det er interessant å delta fordi de kan få mer innsikt i egen situasjon. Deltakerne skal kunne trekke seg fra deltakelsen om dette er noe de ønsker (Thagaard, 2018, s. 26).

Deltakerne i studien fikk informasjon om at all data som omhandlet dem ble behandlet fortrolig og at deres anonymitet ble sikret så godt som mulig. Det er noe NESH presiserer i sine forskningsetiske retningslinjer (NESH, 2021, s. 21). Dette ble tatt høyde for ved å gi hver

deltaker et nummer, slik at ingen navn er brukt. Alle rådata ble lagret og innelåst på et kontor hvor kun prosjektlederen hadde tilgang.

Deltakerne måtte skrive under på et samtykkeskjema (vedlegg 2) der de også ga samtykke til å kun dele opplysninger med de som var involvert i prosjektet. Det ble understreket for deltakerne at de hadde rett til å trekke seg fra studien når som helst og be om å få all informasjon eller resultater om de fjernet. Videre hadde deltakerne rett til å få innsyn i sine egne resultater. Før VO<sub>2</sub>maks testen, ble deltakerne bedt om å signere en helseerklæring (vedlegg 1). Under utvelgelsen av spill, ble det også tatt en etisk vurdering. Fra en tidligere studie (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023), ble Beat Saber valgt for å sikre at testdeltakerne ikke ville få noen form for voldelig eller seksuelt innhold, da de ikke skal bli krenket på noen som helst måte.

### 3.5 Statistiske analyser

All innsamlet rådata ble satt opp og analysert i Excel, dette var for å utforme tabeller, grafer og utføre beregninger. Den statistiske analysen ble utført ved hjelp av Statistical Package for Social Science (SPSS) versjon 29. Det ble konstatert en normal fordeling ved hjelp av QQ-plott og normalitetstester, gjennomsnitt og standardavvik (ST) ble da brukt for å beskrive resultatene. For å vurdere forskjellene mellom de ulike metodene for EF, ble det brukt en univariat general linear model (GLM) med Tukeys post-hoc-test. Det ble da brukt et konfidensintervall på 95%. I tabell 1 og 2 er det også gjort en independent sample t-test mellom gutter og jenter.

Veldig sterke korrelasjoner er blitt angitt som ( $***p < 0,001$  og  $||p < 0,001$ ). Sterke korrelasjoner er blitt angitt som ( $**p < 0,01$  og  $||p < 0,01$ ), mens moderat sterke korrelasjoner er blitt angitt som ( $*p < 0,05$  og  $|p < 0,05$ ).

# 4 Resultater

## 4.1 Estimer av energiforbruk

EF ble estimert ved hjelp av indirekte kalorimetri på en vanlig måte, basert på en tabell over respiratorisk kvotient uten protein som er utviklet av Zuntz og kolleger, og presentert av (McArdle, Katch, & Katch, 2023). Keytel, et al. (2005) presenterte to formler (HReq.1 og HReq. 2) for å estimere EF fra HF målinger. For å måle pulsen på deltakerne, så ble pulsklokkene Polar s610 benyttet (Kempela, Finland). Formlene var som følger:

$$\text{HReq.1: EE} = [-59.3954 + \text{gender} \times (-36.3781 + 0.271 \times \text{age} + 0.394 \times \text{body weight} + 0.404 \times \text{VO2max} + 0.634 \times \text{HRave}) + (1 - \text{gender}) \times (0.274 \times \text{age} + 0.103 \times \text{body weight} + 0.380 \times \text{VO2max} + 0.450 \times \text{HRave})] \times \text{duration in minutes}/4.184$$

$$\text{HReq.2: EE} = \text{gender} \times (-55.0969 + 0.6309 \times \text{HRave} + 0.1988 \times \text{body weight} + 0.2017 \times \text{age}) + (1 - \text{gender}) \times (-20.4022 + 0.4472 \times \text{HRave} - 0.1263 \times \text{body weight} + 0.074 \times \text{age}) \times \text{duration in minutes}/4.184.$$

Disse to ligningene beregner EF i kJ per minutt. For å omgjøre de til kcal, ble produktet av ligningene delt på 4.184. Det totale energiforbruket for økta ble seinere funnet ved multiplisere produktet med 30 minutter. Når det gjelder å estimere EF til akselerometerne, brukte vi programvaren til ActiLife. Produsenten anbefalte å sjekke merking av akselerometer som skal på håndledd, og dette gjorde vi (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023).

## 4.2 Fysiologisk beskrivelse

Samtlige deltakere overholdt protokollen. Informasjon om alder, kroppsvekt og fysiologiske resultater fra VO<sub>2</sub>maks-testen vises i Tabell 1.

**Tabell 1: Fysiologisk beskrivelse av deltakerne**

Verdier	Hele gruppa (n=67)	Gutter (n=46)	Jenter (n=21)	Forskjeller t- verdi
	snitt±ST	snitt±ST	snitt±ST	
<b>Alder (år)</b>	17,01±0,85	16,95±0,85	17,14±0,85	-0,84
<b>Høyde (cm)</b>	176,67±9,34	180,97±7,30	167,27±5,73	7,59***
<b>Vekt (kg)</b>	69,41±10,87	71,64±11,30	64,51±8,12	2,60*
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22,21±3,35	21,75±3,44	23,20±2,98	-1,66
<b>VO<sub>2</sub>maks (ml/kg/min)</b>	51,82±7,91	54,86±7,10	45,17±5,02	5,64***
<b>HFmaks (slag/min)</b>	198,28±6,63	197,95±6,18	199,11±7,81	-0,62
<b>RERmaks</b>	1,14±0,05	1,16±0,05	1,13±0,06	2,05*
<b>Borg RPE (6- 20)</b>	18,31±1,06	18,20±1,14	18,60±0,82	-1,42
<b>La mMol/l</b>	11,87±3,11	12,14±3,13	11,23±3,03	1,08

\* $p < 0.05$  Signifikant forskjell på gutter og jenter \*\* $p < 0.01$  Signifikant forskjell på gutter og jenter \*\*\* $p < 0.001$  Signifikant forskjell på gutter og jenter

Hvis vi ser på forskjellene mellom gutter og jenter på noen av de ulike resultatene, så ser vi at guttene har en høyere VO<sub>2</sub>maks enn jentene. Den høyeste verdien for VO<sub>2</sub>maks som ble målt for guttene var på 71.2 og den laveste ble målt på 34.8. Jentenes høyeste VO<sub>2</sub>maks måling var på 52.8 og den laveste var målt på 36.4. Guttene hadde i alt 21.47% høyere VO<sub>2</sub>maks enn det jentene hadde. Hvis vi ser på hjerterefrekvensen (HF), så sier den at jentene har 0,58% høyere HFmaks enn hva guttene har.

Den høyeste målte RER var på 1.26 og ble målt av en gutt, og den laveste målte RER var 1.02 som ble målt av ei jente. Guttene hadde 2.46% høyere RER enn hva jentene hadde. Deltakernes BMI var totalt på 22,21±3,35, og forskjellen på gutter og jenter viste at jentene totalt hadde 6.66% høyere BMI enn hva guttene hadde. Jentene syntes ut ifra Borgskalaen at VO<sub>2</sub>maks testen var 2.22% mer utmattende enn hva guttene syntes.

## 5.3 Resultater VR økt

**Tabell 2: Intensitet i steady state gange og løp, og i VR-økt**

Verdier	Hele gruppa (n=67)	Gutter (n=46)	Jenter (n=21)	Forskjeller t- verdi
	snitt±ST	snitt±ST	snitt±ST	
<b>Gange (4 km/t)</b>				
VO <sub>2</sub> (ml/kg/min)	13,75±1,74	13,79±0,81	13,67±1,63	0,27
HF (slag/min)	102,37±15,82	99,25±16,55	109,40±11,56	-2,48*
RER	0,79±0,06	0,80±0,06	0,78±0,05	1,67
La mMol/l	1,53±0,79	1,53±0,83	1,54±0,70	-0,001
Borg RPE (6-20)	8,00±1,60	8,09±1,47	7,81±1,89	0,65
<b>Løp (8,5 km/t)</b>				
VO <sub>2</sub> (ml/kg/min)	32,96±2,18	33,06±2,30	32,75±1,91	0,54
HF (slag/min)	158,97±16,26	153,28±13,86	171,79±13,99	-4,96***
RER	0,91±0,05	0,91±0,05	0,92±0,05	-1,10
La mMol/l	2,91±1,55	2,70±1,38	3,39±1,84	-1,69
Borg RPE (6-20)	12,07±2,08	11,78±2,13	12,71±1,85	-1,73
<b>VR</b>				
VO <sub>2</sub> (ml/kg/min)	11,19±2,15	11,56±2,06	10,41±2,16	2,08*
HF (slag/min)	112,43±16,13	110,32±14,01	116,86±19,48	-1,55
RER	0,84±0,04	0,84±0,03	0,84±0,05	0,90
La mMol/l	1,73±1,31	1,73±1,21	1,76±1,54	-0,10
Borg RPE (6-20)	10,81±2,73	11,23±2,54	9,93±2,96	1,84



---

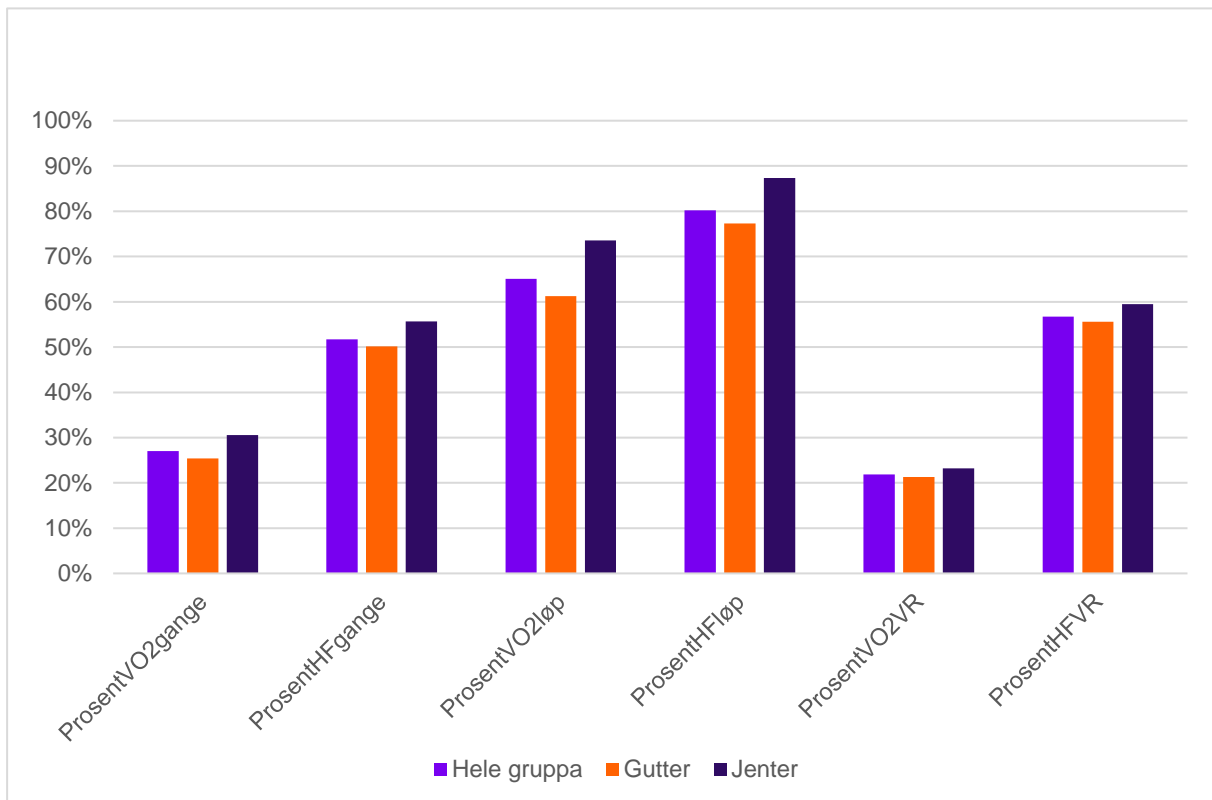
*\*p<0.05 Signifikant forskjell på gutter og jenter \*\*p<0.01 Signifikant forskjell på gutter og jenter \*\*\*p<0.001 Signifikant forskjell på gutter og jenter*

I tabell 2 vises den fysiske intensiteten til deltakerne fra VR økta og steady state testen. Intensiteten på VR økta lå på  $21.89 \pm 4.55\%$  av  $VO_2$ maks og  $56.72 \pm 8.21\%$  av HRmaks for hele gruppa. Hvis vi ser på jentene og guttene hver for seg så viser det at jentene brukte  $23.23 \pm 5.50\%$  av  $VO_2$ maks og guttene brukte  $21.28 \pm 3.96\%$  av  $VO_2$ maks. Jentene og guttene brukte henholdsvis  $59.50 \pm 10.54\%$  og  $55.59 \pm 6.86\%$  av Hfmaks under VR økta.

Under steady state i gange var intensiteten for hele gruppa  $27.00 \pm 4.53\%$  av  $VO_2$ maks og for HRmaks var det  $51.72 \pm 7.67\%$ . Jentene hadde en høyere  $VO_2\%$  og HR% enn hva guttene hadde. Jentene lå på  $30.54 \pm 4.41\%$  av sin  $VO_2$ maks og  $55.67 \pm 5.58\%$  av HRmaks, hvorav guttene lå på  $25.39 \pm 3.59\%$  av  $VO_2$ maks og  $50.14 \pm 7.87\%$  av HRmaks. Så jentene hadde 20,26% høyere  $VO_2$  intensitet på gange enn hva guttene hadde.

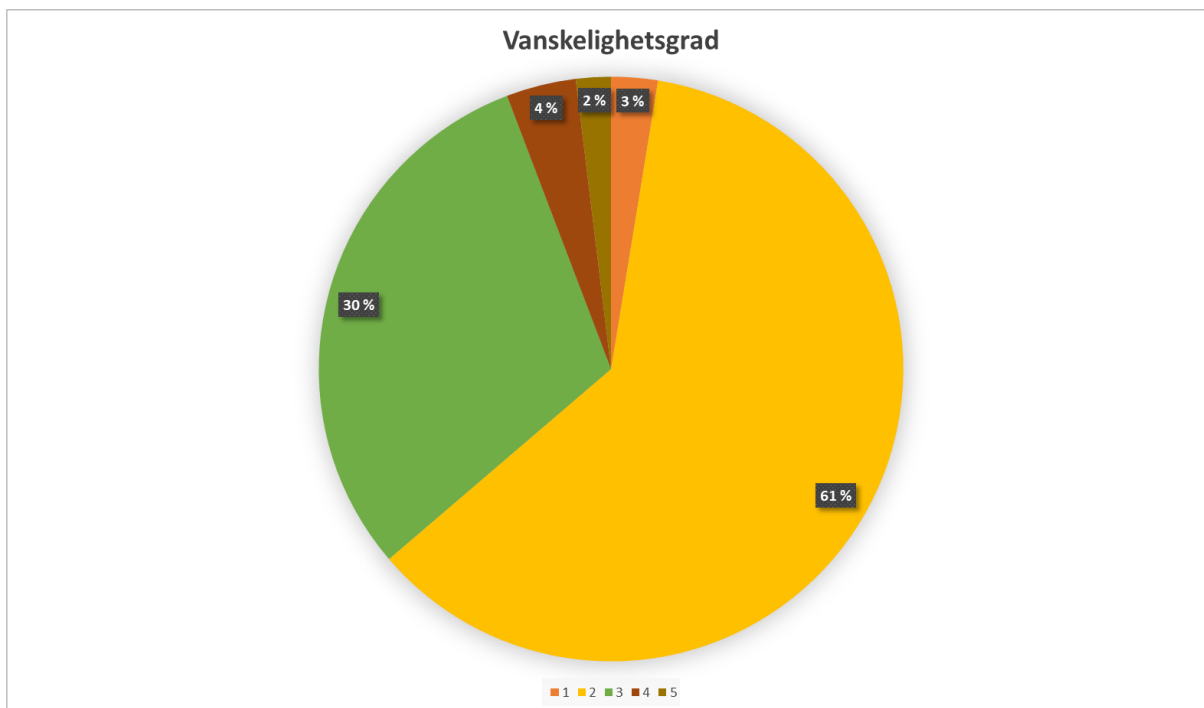
Resultatene fra løpinga under steady state testen viser at intensiteten lå på  $65.09 \pm 10.43\%$  av  $VO_2$ maks og  $80.18 \pm 7.50\%$  av HRmaks for hele gruppa. Tallene viser også her at jentene har en høyere  $VO_2\%$  og HR% enn hva guttene har. Jentene brukte  $73.54 \pm 9.52\%$  av  $VO_2$ maks og guttene brukte  $61.23 \pm 8.41\%$  av  $VO_2$ maks. Henholdsvis så brukte jentene og guttene  $87.36 \pm 5.39\%$  og  $77.31 \pm 6.21\%$  av HRmaks. Under løpinga hadde jentene en høyere  $VO_2$  intensitet enn guttene på 11,04%.

Under VR øktene så observerte vi at enkelte deltakere spilte på høyere vanskelighetsgrad hadde høyere  $O_2$ -forbruk. En deltaker som spilte på vanskelighetsgrad Expert (4) og Expert+ (5) og gjennomsnittlig da spilte på en vanskelighetsgrad på 4.60, brukte 42.81% av sin  $VO_2$ maks gjennom hele VR økta. En annen som gjennomsnittlig spilte på vanskelighetsgrad 3.90, brukte 26,55% av sin  $VO_2$ maks gjennom hele økta. Det er også observasjoner som viser at det er enkelte som spilte på lavere vanskelighetsgrad som også har et høyere  $O_2$ -forbruk. Det er en deltaker som spilte på vanskelighetsgraden 2,1 og brukte 32,95% av sin  $VO_2$ maks. En annen som kun spilte på nivå 2 hadde også et høyere  $O_2$ -opptak som var på 29,95% av  $VO_2$ maks.



Figur 2: Prosent av VO2maks og HFmaks under gange, løp og VR

Ved å se på figur 2 så ser vi at ved gange, så har deltakerne i snitt 22,73% høyere VO<sub>2</sub> når de går, kontra når de spiller VR. Men HF på deltakerne kan vi se ut ifra tabellen at den er høyere under VR økta enn når de gikk under steady state på 4 km/t. Tabellen viser at det er 9,62% høyere HF under VR økta enn når de gikk. Den høyeste målte VO<sub>2</sub>% under gange var 41,04% og den ble målt av ei jente. Samme deltaker hadde også den høyeste måling av VO<sub>2</sub>% under VR økta, som ble målt på 42,81%. Lavest målt VO<sub>2</sub>% under gange er målt til 18,40% og samme deltaker målte også lavest på VR økta med 15,07% av VO<sub>2</sub>maks.



Figur 3: Antall runder spilt på ulike vanskelighetsgrad

Totalt så var det 466 spillrunder som var med på VR økta og de spilte på alle de ulike vanskelighetsgradene som strekker seg fra (Easy 1) til 5. Av deltakerne var det 12 som spilte på 1, 285 som spilte på Medium (2), 142 som spilte på Hard (3), 18 som spilte på 4 og 9 som spilte på vanskelighetsgrad 5. Den gjennomsnittlige vanskelighetsgraden som ble spilt på var 2,4. Dette forteller oss at de mest spilte vanskelighetsgradene 2 og 3.

Den deltakeren som hadde høyeste måling på  $VO_2\%$  var også den deltakeren som spilte på høyest vanskelighetsgrad. Gjennomsnittlig spilte deltakeren på vanskelighetsgrad 4,6. Deltakeren som hadde den laveste  $VO_2\%$  målingen spilte på vanskelighetsgrad 2,7, noe som er litt over gjennomsnittet av hele gruppa.

## 5.4 Resultater energiforbruk

Resultater fra General Linear Model Univariate med post hoc tester (Tukey)

**Tabell 3: Estimert EF (kcal) VR økt**

Verdier	Hele gruppa (n=67)	Gutter (n=46)	Jenter (n=21)
VO <sub>2</sub> (ml/kg/min)	107,1±22,84‡	113,33±22,31	93,55±17,85
HFformel1	-192,98±70,15***‡‡	-210,84±67,86	-155,56±60,63
HFformel2	-214,55±70,57***‡‡	-231,47±67,83	-179,09±63,99
Hofte (akselerometer)	13,90±8,60***	14,78±9,16	11,98±7,04
Håndledd (akselerometer)	101,91±37,95‡‡	110,10±40,55	84,36±24,28

\* $p < 0.05$  signifikant korrelasjon mot VO<sub>2</sub> \*\* $p < 0.01$  signifikant korrelasjon mot VO<sub>2</sub>

\*\*\* $p < 0.001$  signifikant korrelasjon mot VO<sub>2</sub> ‡ $p < 0,05$  signifikant forskjell mellom gutter og jenter ‡‡ $p < 0,01$  signifikant forskjell mellom gutter og jenter ‡‡‡ $p < 0,001$  signifikant forskjell mellom gutter og jenter

Tabell 3 viser gjennomsnittlig EF for alle, og ulikhetene for kjønn. Det er signifikante forskjeller på energiforbruket mellom jenter og gutter. VRVO<sub>2</sub> har en p-verdi på ( $p < 0,001$ ). HFformel1 og HFformel2 har en p-verdi på henholdsvis ( $p = 0,002$ ) og ( $p = 0,004$ ). Akselerometer på hofte viser ingen signifikante forskjeller på gutter og jenter ( $p = 0,219$ ). P-verdien for akselerometer på håndleddet viser ( $p = 0,009$ ). MET for hele gruppa lå på  $3,2 \pm 0,61$ . Ulikhetene for gutter og jenter er henholdsvis  $3,3 \pm 0,59$  og  $2,97 \pm 0,62$ . Akselerometerens MET verdier ligger på  $1,33 \pm 0,18$  for hofte og  $2,97 \pm 0,21$  for håndledd. For guttene er akselerometer på hofte sin MET verdi  $1,34 \pm 0,18$  og  $3,01 \pm 0,21$  på håndleddet. Jentenes MET verdier på hofte og håndledd er henholdsvis  $1,32 \pm 0,18$  og  $2,9 \pm 0,21$ .

Estimert EF målt opp mot indirekte kalorimetri viser at alle verdier er signifikant korrelasjon med en p-verdi på ( $p < 0,001$ ). Akselerometeret på håndleddet er den eneste metoden som ikke er signifikant ulik indirekte kalorimetri, med en p-verdi på ( $p = 0,972$ ).

# 5 Diskusjon

Formålet med denne studien var å undersøke intensitet og estimert EF under aktiv VR gaming blant videregående elever. Det var også noen underliggende mål for å få svar på dette ved å se om ulike metoder for å estimere EF og om det er forskjeller for kjønn. Hovedfunnene i denne studien var at intensiteten på  $VO_2$  under gange (4 km/t) var  $13,75 \pm 1,74$  og under VR lå den på  $11,19 \pm 2,15$ . Men selvoppfattat anstrengelse (Borg) viser  $8,00 \pm 1,60$  under gange og  $10,81 \pm 2,73$  under VR-økta. Estimert EF viser at HFformlene overestimerer og akselerometer på hofte underestimerer sammenlignet med indirekte kalorimetri.

## 5.1 Diskusjon av funn

Ved å se på intensiteten i steady state gange, løp og VR (Tabell 2), kan vi se at løping har en mye høyere intensitet enn gange og VR ved indirekte kalorimetri. Om lag så er intensiteten 167,13% høyere under løping enn ved de to andre. Løpingen var den eneste aktiviteten som nådde høy intensitet med en MET-verdi på  $9,42 \pm 0,62$ . Under gange og VR-økta var det ikke store forskjeller i intensitet, da VR-økta lå på  $11,19 \pm 2,15$  og gange lå på  $13,75 \pm 1,74$   $VO_2$ . Gange og VR-økta nådde begge moderat intensitet med  $3,93 \pm 0,5$  og  $3,2 \pm 0,61$  MET-verdi henholdsvis. Ifølge Ainsworth, et al. (2011), tilsvarer disse verdiene moderat intensitet da 3-5,9 MET blir klassifisert som moderat intensitet. Det er en signifikant forskjell på MET-verdien mellom jenter og gutter under VR-økta ( $p=0,041$ ). Jentene faller rett utenfor moderat intensitet (Ainsworth, et al., 2011) da de har en verdi på  $2,97 \pm 0,62$  MET. Grunnen til dette kan være at jenter generelt har lavere muskelmasse enn gutter, som vil gjøre at forbrenningen er høyere hos gutter (Williams, Wood, Collins, & Callister, 2014). Evans, et al. (2021) fikk resultater som viste at bevegelse med overkropp og armer, brukte guttene mer tid i moderat til høy intensitet enn hva jentene gjorde.

I studien til Johansen, et al. (2023) hadde de en gjennomsnittlig vanskelighetsgrad på 3,5 som ga en MET-verdi på  $3,8 \pm 1,0$  hvor intensiteten av  $VO_2\%$  var  $31,6 \pm 5,6$  (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023). Dette kan se ut til å samsvare med at økt vanskelighetsgrad kan gi en høyere intensitet, da det gjennomsnittlig ble spilt på 2,4 i denne studien.  $VO\%$  var  $21,89 \pm 4,55$ . Selv om det er flere av deltakerne i denne studien som oppnår høyere  $VO\%$  ved

lavere vanskelighetsgrader. Dette kommer av at en vil få mer poeng ved større bevegelser når du slår blokkene som kommer mot deg (Zyber VR, 2023). Etter samtaler med deltakerne under VR-økta, var det flere som ga uttrykk for at Beat Saber var noe de syntes var gøy. Da Beat Saber er et spill hvor det er armene som er i mest aktivitet, stemmer dette med Naugle, et al. (2024) og Evans, et al. (2021) sin studie, hvor de fant ut at spill hvor det kreves mest armbevegelser gir mer glede. Flere av deltakerne spurte om poengsummen de fikk når de spilte, for de ville gjerne slå deres egen rekord. Deltakerne ble da informert om det å bruke større bevegelser når de skulle slå blokkene, ville gi de en høyere poengsum.

Da de fleste av deltakerne ikke var kjent med Beat Saber fra tidligere, klarer de fortsatt å nå moderat intensitet. Positiviteten med dette er at de som ikke liker å gå ut for å være aktive, kan være aktive ved hjelp av spill og deltakerne syntes som sagt at dette var en gøy ting å gjøre. Helsedirektoratet (2024) har kommet med en rapport som viser at en kan vinne leveår ut ifra hvor fysisk aktiv en er. Det å være delvis fysisk aktiv, kan være med på å tjene omkring 3,84 år i barne- og ungdomsalder (Helsedirektoratet, 2024). Da målene for fysisk aktivitet er minimum 60 minutter om dagen i moderat til høy intensitet (Helsedirektoratet, 2022; Bull, et al., 2020), kan det vise seg at VR-gaming kan være et alternativ for å nå dette målet.

Ved å se på tabell 2, kan vi se en signifikant forskjell mellom gutter og jenter på indirekte kalorimetri under VR-økta ( $p=0,41$ ). Dette samsvarer ikke med en studie gjort hvor det ble testet EF og intensitet på barn og unge under aktiv gaming (Canabrava, Faria, de Lima, Guedes, & Amorim, 2018). Dette kan komme av at gjennomsnittsalderen i studien til  $10,5 \pm 1,72$ . Og kjønnsforskjellene i aktivitetsnivå øker med alderen (Steene-Johannesen, et al., 2019). I studien til Canabrava, et al. (2018) vises det heller ingen signifikant forskjell på kjønn når de går på 4 km/t, noe som samsvarer med denne studien. Studien til Perrin, et al. (2019) viser ingen signifikant forskjell mellom å gå 6 km/t, aktiv gaming eller aktiv gaming med vekter. Men dette var kun basert på HF som målemetode for EF og indirekte kalorimetri ble ikke brukt i denne studien. Perrin, et al. (2019) gjennomførte aldri en HFmaks test, de estimerte HF med en ligning som er presentert i Tanaka, et al. (2001). De sier videre at intensiteten HF viser, er høyere enn hva den virkelige intensiteten tilsier (Perrin, et al., 2019). Dette samsvarer med denne studien, som viser at intensiteten fra HF under VR-økta er 9,83%

høyere enn hva  $VO_2$  er for hele gruppa. Forskjellene mellom gutter og jenter er henholdsvis 11,15% og 6,82% høyere intensitet basert på HF enn hva som er målt i  $VO_2$ .

Deltakerne synes selv at det var mer anstrengende å spille VR enn det var å gå på 4 km/t (tabell 2). Ifølge Borg-skalaen så var VR-økta 35,13% mer anstrengende. I studien til Naugle, et al. (2024) ble det funnet at faktisk anstrengelse ville øke opplevd anstrengelse. De sier videre at VR kan være med på å endre ens oppfatning av anstrengelse under fysisk aktivitet. Det at de opplever VR-økta som mer anstrengende kan komme av at de spilte VR i 30 minutter, kontra at de kun gikk i 5 minutter. Det ble gitt tilbakemeldinger om at deltakerne syntes det var litt kjedelig å gå så sakte i 5 minutter også. En mulig begrunnelse for dette kan være at man er mer vant til å gå enn å spille VR. Jentene syntes det var mindre anstrengende enn guttene å både spille og gå. En mulig forklaring på at jentene synes VR-økta var mindre anstrengende, er at jenter generelt har bedre finmotorikk enn hva gutter har (Moser & Reikerås, 2014). Beat Saber kan utfordre både ens grov- og finmotorikk.

Ved å se på figur 2, kan vi se %HFmaks under VR ligger på 57%. Dette er 9,62% høyere enn hva HF% er under *steady state* gange (52%). Debska, et al. (2019) viser under deres studie at deltakerne når moderat til høy intensitet basert på %HFmaks. Ut ifra deres diagram som viser de ulike intensitetssonene, når ikke deltakerne i denne studien moderat intensitet, da dette ligger på 65% i studien til Debska, et al. (2019). Da de ikke har brukt indirekte kalorimetri, kan vi ikke si for sikkert at de intensitetssonene er sikre under en økt med aktiv VR gaming. For i denne studien er det ikke samsvar mellom  $VO_2$  og HF. HF under VR er høyere enn HF under gange, men lavere på  $VO_2$  resultatene. Dette kan være at HF blir påvirket av andre faktorer enn kun den fysiske aktiviteten.

Grunnen til at HF viser høyere intensitet enn hva  $VO_2$  viser er at pulsen kan bli påvirket av en rekke andre faktorer. Deltakerne spilte VR med 3 ukjente mennesker som skulle notere ned ting om de og så på de spille. Dette kan være med på å bygge en stressfaktor som vil gi deltakerne en høyere puls enn hva aktiviteten skal tilsi (Porter & Goolkasian, 2019). Men studien til Porter & Goolkasian (2019) viser at variasjonen på HF synker når det spilles spill som er truende. Dette tyder på at å spille VR kan ha en stressende effekt på oss som spiller. Så både VR-brillene og omgivelsene rundt deltakerne er med på å skape et stress som er med på



å øke HF når de spiller. På grunnlag av dette, kan resultatene i denne studien og til Debska, et al. (2019) bli påvirket av akkurat dette.

Det er stor forskjell i utstyret som er brukt i disse studiene, og det kan være interessant å få mulighet til å forske mer på ligger i utstyret som ble benyttet i studien til Debska, et al. (2019). Debska, et al. (2019) har brukt en kostbar teknologi som ikke er allment tilgjengelig, noe som begrenser den praktiske bruk for folk flest. I vår studie er det brukt et trådløst headset som er brukervennlig for de fleste og er trådløst. Dette gjør det lett å kunne bruke det hvor som helst. Men igjen så vil prisen på utstyret kunne være et problem for mange.

Det å bruke ulike metoder for å estimere EF, er kjent for å kunne måle feil, sammenlignet med oksygenopptak (Garber, et al., 2011). I tabell 3 vises EF på deltakerne med ulike målemetoder. Indirekte kalorimetri, som er den mest nøyaktige målingen vi har, ligger på  $107,1 \pm 22,8$  kcal på VR økta. Her var det laveste totale EF på 65,7 kcal og det høyeste ble målt til 159,8 kcal. MET-raten på VR-økta lå som tidligere nevnt på  $3,2 \pm 0,61$ . Det ble gjennomført en General Linear Model Univariate med post hoc tester (Tukey), hvor akselerometerne, HFformel1 og HFformel 2 ble målt opp mot  $VO_2$ . Her vises det at akselerometer på hofta underestimerer EF betraktelig sammenlignet med indirekte kalorimetri. Johansen, et al. (2023) og Evans, et al. (2021) har i likhet med denne studien funnet de samme resultatene ved akselerometer på hofta. Spilldynamikken i Beat Saber kan være grunnen til at akselerometer på hofta undervurderer EF og at det blir en lav mengde forbrente kcal ( $13,9 \pm 8,6$ ). På de enkleste vanskelighetsgradene er det primært bevegelser i overkroppen. Det er ikke før på de høyere nivåene hvor det blir mer bevegelse med hele kroppen, hvor man for eksempel skal unngå vegger som kommer imot deg (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023). Da gjennomsnittlig vanskelighetsgrad var på 2,4 (figur 3), stemmer denne underestimeringen av akselerometer på hofta. Siden spilldynamikken har mest fokus på bevegelser i overkroppen på lavere vanskelighetsgrader, kan dette forklare hvorfor akselerometeret på håndleddet gir en mer presis estimering av EF ( $5,22 \pm 8,42$  kcal).

Ved å se på estimert EF ved hjelp av de to ulike HFformlene, kan vi se det er en stor overestimering. HFformel2 viser et EF på  $-107,42 \pm 8,46$  kcal noe som tilsvarer en økning på 100,33% sammenlignet med  $VO_2$ . Det er også den høyeste overestimeringen av disse to

formlene. Ved HFformell overestimeres EF med  $-85,85 \pm 8,46$  kcal og ved denne formelen er ikke overestimeringen like høy (80,19%). Dette samsvarer med flere av studiene som er gjort tidligere (Debska, et al. 2019; Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023; Perrin, et al. 2019; Canabrava, Faria, de Lima, Guedes, & Amorim. 2018). Som nevnt tidligere er det tidligere erfaringer om at HF blir påvirket av andre elementer enn kun fysisk aktivitet. Stress og miljø kan være delaktig i hvordan HF vil oppføre seg (Porter & Goolkasian, 2019; Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023; Perrin, et al., 2019). Om type VR-briller er en faktor på at stressnivået øker er usikkert. Men i dialog med optometristudiet på Kongsberg, var det anbefalt at vi skulle bruke Pico Neo 2 Eye brillene, istedenfor andre briller. I en studie gjennomført av Pope, Lee, Zeng, & Gao, (2019) testet de validiteten til ulike pulsklokker under aktiv gaming. Her fant de mer valide resultater på HF kontra denne studien. En forklaring på dette kan være at de ikke brukte VR-briller. De brukte Nintendo Wii, hvor hele spillsekvensen foregår på en skjerm, og deltakerne vil ikke tre inn i en virtuell verden.

Forskjellen på EF mellom gutter og jenter viser at det er signifikante forskjeller på estimert EF, unntatt akselerometer på hofte. Det er også en signifikant forskjell på indirekte kalorimetri. Ved indirekte kalorimetri har guttene 21,38% høyere EF enn hva jentene har. Hvis vi ser på estimert EF, så har guttene en gjennomsnittlig høyere forbrenning (31,54%). Det er ikke overraskende å se at det er ulikheter mellom gutter og jenter i EF. Da gutter fysiologisk sett har en høyere forbrenning enn hva jenter har, grunnet større muskelmasse (Williams, Wood, Collins, & Callister, 2014). Ved å se på resultatene for  $VO_2$ kcal individuelt på deltakerne, ser vi at de fleste som har flest forbrente kcal er gutter. Dette kan være en forklaring på hvorfor jentene hadde en lavere selvoppfattet anstrengelse under VR økta enn hva guttene hadde.

Bruk av akselerometere og pulsklokker er mye mer anvendelig i et større omfang (Hansen, et al., 2015). Så bruk av pulsklokke for å måle ens EF vil kunne gi feil opplysninger i antall kcal forbrent. En person vil etter dagens teknologi måtte trekke fra omtrent 90 kcal fra hva pulsklokka sier for å kunne finne deres nøyaktige EF. Ved å se på disse resultatene er jeg enig med Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, (2023), om at pulsmålinger ikke bør blir brukt som eneste indikator av intensitet og EF under aktiv VR-gaming, og at det bør utvikles mer nøyaktige HF ligninger for å estimere energiforbruket under en slik økt.

Resultatene om energiforbruk støtter tidligere studier som handler om aktiv VR gaming eller gaming generelt (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023; Perrin, et al., 2019; Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021). Ved å se på definisjonene av MET-verdi (Ainsworth, et al., 2011; Garber, et al., 2011), så vil denne studien vise at en 30 minutters økt med VR-gaming være av moderat intensitet uavhengig av vanskelighetsgrad, fordi gjennomsnittlig vanskelighetsgrad ligger på 2,4. Dette kan sammenlignes med en lett sykkeltur eller å vaske gulvet (Ainsworth, et al., 2011). Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, (2023) sine MET-verdier faller under svært lett til lett intensitet. En forklaring på dette kan være at deltakerne var inaktive og har generelt lavere VO<sub>2</sub>maks og et mye lavere utvalg enn i denne studien. Ved å bruke disse definisjonene og resultatene, antyder dette at spillet brukt i denne studien oppfyller WHO's retningslinjer for fysisk aktivitet i moderat til høy intensitet bland ungdom (WHO, 2020). I retningslinjene til WHO (2020) poengterer de at all aktivitet er bedre enn å kun være stillesittende. Selv aktivitet med svært lett til lett intensitet kan være med på å bidra til å motvirke de negative effektene av stillesittende livsstil og fremme en mer frisk og aktiv befolkning (Fjørtoft, Kjønniksen, & Støa, 2018; Åstrand, Rodahl, Dahl, & Strømme, 2003; Bull, et al., 2020; Darren, Crystal, & Shannon, 2006; Reiner, Niermann, Jekauc, & Woll, 2013). Dette støtter den nye rapporten til Helsedirektoratet, (2024) som viser at all type fysisk aktivitet vil være med på å tjene noen leveår. Bare ved å være delvis fysisk aktiv vil man kunne oppnå 70% av helseeffekten som man kan få ved å være fysisk aktiv (Helsedirektoratet, 2024). Aktiv VR-gaming og aktiv gaming har ved en tidligere studie vist seg å være svært underholdende og motiverende for fysisk aktivitet (Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021). Dette kan tyde på at aktiv VR-gaming kan være et grunnlag for å skape en livslang bevegelsesglede (Fjørtoft, Kjønniksen, & Støa, 2018).

## 5.2 Diskusjon av metode

Utvalget i denne studien har hatt betydelig innvirkning på resultatene. Med et stort antall deltakere blir de statistiske analysene mer pålitelige og gir et klarere bilde av resultatene. Et utvalg på 67 deltakere gir en mer nøyaktig og representativ oversikt, noe som gjør det mulig å trekke mer pålitelige konklusjoner. Dette forbedrer grunnlaget for generalisering og øker validiteten av resultatene.

Valget av spill ble tatt på grunnlag av tidligere erfaringer fra prosjektleder. Beat Saber var et spill som ble oppfattet som et nøytralt spill uten noen form for vold eller seksuelt innhold. Det var mulig for deltakerne velge mellom ulike vanskelighetsgrader, som gjorde at det er mulig for de å få en progresjon i løpet av spill økta. Ved at deltakerne kunne fritt velge mellom vanskelighetsgrad, vil reliabiliteten svekkes. Beat Saber ble også brukt i tidligere studier (Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021; Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023). I flere andre studier er det brukt andre spill som for eksempel Hotsquat eller Longbow (Naugle, Cervantes, Boone, Wind, & Naugle, 2024; Perrin, et al., 2019; Dębska, Polechoński, Mynarski, & Polechoński, 2019). Valget av spill kan være en viktig faktor for å finne ut av muligheten for hvor høy intensitet aktiv VR-gaming kan nå.

Å bruke indirekte kalorimetri blir sett på som en av de beste måtene å måle intensitet og EF (McArdle, Katch, & Katch, 2023). Og det er svært få studier som har brukt denne metoden for å måle dette (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023). Dette kan være med på å gi et mer nøyaktig mål på intensitet og EF under aktiv VR gaming. Akselerometere og HF er metoder for å estimere EF. Dette er to metoder som blir sett på som pålitelige. Det er også funnet ut i en studie at det ikke er noen signifikante forskjeller mellom akselerometere og pulsklokker (i moderat intensitet) sammenlignet med  $VO_2$  (Hansen, et al., 2015; Aadland & Ylvisåker, 2015; Erdogan, Cetin, Karatosun, & Baydar, 2010; Freedson, Melanson, & Sirard, 1998). Garber, et al., (2011) sier derimot i sin studie at estimering av EF er kjent for å måle feil i forhold til  $VO_2$ . Akselerometerne vil måle kroppens akselerasjon (Freedson, Melanson, & Sirard, 1998) og vil være en fin metode for å estimere EF i denne studien. Men da Beat Saber fokuserer mest på bevegelser i overkroppen, vil ikke akselerometeret på hofta få like nøyaktige målinger som overkroppen. Og validiteten til akselerometere avhenger av hvor på kroppen de er festet (Bammann, Thomson, Albrecht, Buchan, & Easton, 2021).

HF målinger er ofte brukt som metode for å estimere EF da den er praktisk og fanger opp endringer i puls raskt. Pulsmålere er allment tilgjengelige og kan enkelt anvendes i studier som foregår i laboratorie. Flere av de tidligere studiene har brukt HF for å esitmere EF (Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021; Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023; Naugle, Cervantes, Boone, Wind, & Naugle, 2024; Perrin, et al., 2019). Flere bruker pulsklokker for å se intensiteten og kcalforbrenningen i aktiviteten de utfører. Pulsklokker er

kjent for å ha liten grad av unøyaktigheter og har en stor mulighet for individuell tilpassning (Ceesay, et al., 2007). Flere av studiene som brukte puls som estimering av HF (Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021; Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023; Perrin, et al., 2019) fant at det er en overestimering av estimert EF fra HF målingene. Så å anvende dette i denne studien vil være med på å kunne bekrefte eller avkrefte dette.

### 5.3 Styrker og svakheter med studien

En av de store styrkene med studien er at det er en stor deltakergruppe, som vil gi gode og sikre tall. Målemetodene for å måle intensitet og EF er gjort ved å bruke deltakernes  $VO_2$ , noe som vil gi nøyaktige målinger og som gir en stor validitet i studien. Det er kun brukt et spill i denne forskningen, og det vil ikke kunne gi et generelt svar på om VR gaming kan bli brukt som et alternativ for fysisk aktivitet. Det vil kun gi svar på hvordan Beat Saber er. Ved å la deltakerne velge vanskelighetsgrad fritt, vil det gjøre det utfordrende å standardisere studien. Om det kun hadde vært deltakere som spilte på de høyeste vanskelighetsgradene kan det være resultatene på EF og intensitet var annerledes.

Denne studien bruker indirekte kalorimetri og akselerometere og HF som måling av intensitet og EF. Dette er valide målemetoder. Indirekte kalorimetri blir sett på som noe av det beste for å måle EF (McArdle, Katch, & Katch, 2023), og med mange deltakere vil vi få mange gode verdier som kan gi valide resultater. Det er usikkert hvor mye erfaring deltakerne har med VR fra tidligere, og dette kan være med på å påvirke resultatene for EF og intensitet, vi har fått i denne studien. Det var noen deltakere som sa under testingen at de ikke var helt friske, som kan være med på å påvirke deres resultater under testingen. Men med et stort antall deltakere, vil ikke dette ha stor betydning for det generelle resultatet. Det har ikke vært mulig å forsikre at deltakerne ikke var fysisk aktive tett på testingene, de har kun bekreftet dette selv og valgt tidspunkter for testing som passet best for dem. Bruken av flere metoder for å estimere EF er med på å finne en nøyaktighet i utstyret målt opp mot  $VO_2$  i aktiv VR-gaming.

## 5.4 Vitenskapelige implikasjoner

Anbefalingene fra WHO for fysisk aktivitet er tydelige på at all bevegelse er bedre enn ingenting (Bull, et al., 2020). Da det er markante forskjeller mellom hofte- og håndledd akselerometerne som også ble funnet i andre studier (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023; Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021), kan det påvirke hvordan fysisk aktivitet måles i studier. Måling av HF er allment brukt rundt om i verden for å ha kontroll på intensitet og forbrenning. Men i denne studien, hvor HF overestimerer signifikant, er ikke teknologien godt nok utviklet til å kunne måle fysisk aktivitet ved aktiv VR-gaming. Selv om Pope, Lee, Zeng, & Gao, (2019) fant de valide HF målinger under aktiv gaming. Men i denne og tidligere studier (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023; Perrin, et al., 2019; Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021) viser resultatene at det er behov for en utvikling av HF målinger ved bruk av VR-briller. Estimering av EF kun ved hjelp av HF er ikke en god nok metode alene, for å måle intensitet og EF i en aktiv VR-gaming økt, og det bør benyttes flere andre metoder for dette.

Da det kun er brukt et spill i denne studien, og resultatene viser til at en vil nå moderat intensitet (Ainsworth, et al., 2011; Garber, et al., 2011) kan det være interessant å forske på andre spill hvor en bruker mer av hele kroppen. Det er studier (Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021; Naugle, Cervantes, Boone, Wind, & Naugle, 2024) som viser at det spill som når høyere HF enn Beat Saber. Dette kan indikere på at det finnes spill som er mer fysisk krevende og hele kroppen aktiveres i større grad enn hva Beat Saber gjør. Hotsquat er det spillet som har vist i tidligere studier gir høyest EF, og i dette spillet så aktiveres beina mye mer enn i Beat Saber. Studien skaper et sterkt fundament for om aktiv VR-gaming kan nå de anbefalingene for fysisk aktivitet (Bull, et al., 2020), og gir gode funn om målemetoder som kan forskes videre på i senere studier.

## 5.5 Praktisk betydning av resultatene

Resultatene fra denne studien har betydelige praktiske implikasjoner. Sett bort fra kostnadene som utstyret har, viser funnene at VR-gaming kan være en måte å fysisk aktiv på. Dette støttes av funn i andres studier (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023; Evans, Naugle, Kaleth, Arnold, & Naugle, 2021; Perrin, et al., 2019). Mennesker som ikke har interesse av den tradisjonelle treningen, har helseutfordringer som overvekt og fedme eller fysiske funksjonsnedsettelse kan oppleve en bevegelsesglede ved bruk av aktiv VR-gaming. Aktiv VR-gaming kan være en «introduksjon» til fysisk aktivitet, og hjelpe mennesker med å starte en treningsrutine. Beat Saber kan være med på at flere unge kan nå de anbefalingene om å være fysisk aktiv 60 minutter om dagen, i moderat til høy intensitet (WHO, 2020). Funnene i denne studien vil også kunne være med på å redusere passiv skjermtid i hverdagen (Helsedirektoratet, 2022), ved å bruke VR-gaming som en aktivitet, istedenfor å se tv eller spille stillesittende.

## 6 Konklusjon

Målet for denne studien var å undersøke intensitet og EF ved bruk av ulike målemetoder under aktiv VR gaming blant videregående elever. Og for å oppsummere, viste en økt aktiv VR gaming ( $3,2 \pm 0,61$  MET) at det når moderat intensitet (Ainsworth, et al., 2011; Garber, et al., 2011), det samme gjør det å gå i 4 km/t ( $3,93 \pm 0,5$  MET) ved indirekte kalorimetri. Det er en signifikant forskjell på intensiteten mellom gutter og jenter ( $p=0,041$ ), men ingen signifikant forskjell under gange. HF viser at intensiteten er høyere under VR-økta sammenlignet med gange. Dette kom av at bruken av VR og settingen deltakerne var i påvirker pulsen til brukeren (Porter & Goolkasian, 2019). Gjennomsnittlig HF var 9,83% høyere under VR enn ved gange. Noe som viser at en bør ikke etter dagens standard, bruke HF målinger for å måle intensiteten under en VR-økt.

Akselerometer plassert på håndleddet ga ganske nøyaktige estimater for EF sammenlignet med indirekte kalorimetri, som også er funnet i tidligere studie (Johansen, Schutte, & Bratland-Sanda, 2023). HF målinger og akselerometer på hofte viser veldig unøyaktige estimater. Dette viser at det vil være vanskelig å kunne gjøre større studier om dette temaet uten indirekte kalorimetri. Jeg kan konkludere ut ifra funnene at aktiv VR-gaming kan brukes som en aktivitet for å nå målet om 60 minutter aktivitet i moderat til høy intensitet om dagen (Bull, et al., 2020). Men dette gjelder kun ved bruk av Beat Saber, og anbefalt intensitet kan nås med både lavere og høyere vanskelighetsgrad. Studier som bruker andre spill, og en annen gruppe mennesker kan anbefales for videre forskning på denne tematikken, da dette kan være med på å få flere til å oppnå de anbefalingene WHO har om fysisk aktivitet.



## 7 Referanser

- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Bassett, D. R., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., . . . Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities : A Second Update of Codes and MET Values. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, ss. 1575-1581. doi:10.1249/MSS.0B013E31821ECE12
- Allana, G. L., Chaput, J.-P., Mcfarlane, A., Colley, R. C., Thivel, D., Biddle, S. J., . . . Tremblay, M. S. (2013, juni 14). Active Video Games and Health Indicators in Children and Youth: A Systematic Review. *National Library of Medicine*. doi:10.1371/journal.pone.0065351
- Anthes, C., García-Hernández, R. J., Wiedemann, M., & Kranzmüller, D. (2016, mars). State of the Art of Virtual Reality Technology. *2016 IEEE Aerospace Conference*, ss. 1-16. doi:10.1109/AERO.2016.7500674
- Arntsen, C., & Kobbeltvedt, T. (2012). Treningsmotivasjon og fysisk aktivitet blant unge: Forskjeller mellom aktive og inaktive barn. *Nordisk Tidsskrift for Helseforskning*. Hentet fra <https://openaccess.nhh.no/nhh-xmlui/bitstream/handle/11250/164273/Arntsen45-58.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Bammann, K., Thomson, N. K., Albrecht, B. M., Buchan, D. S., & Easton, C. (2021, juni 3). Generation and validation of ActiGraph GT3X+ accelerometer cut-points for assessing physical activity intensity in older adults. The OUTDOOR ACTIVE validation study. *PLoS One*. doi:10.1371/journal.pone.0252615
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., . . . Willumsen, J. F. (2020, desember 1). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. doi:10.1136/bjsports-2020-102955
- Burgess II, M. (2023, mai 31). *Track sessions to simulators: discover how F1 drivers sharpen their skills*. Hentet fra Red Bull: <https://www.redbull.com/au-en/how-f1-drivers-practice>
- Canabrava, K. L., Faria, F. R., de Lima, J. R., Guedes, D. P., & Amorim, P. R. (2018, januar 15). Energy Expenditure and Intensity of Active Video Games in Children and Adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, ss. 47-56. doi:<https://doi-org.ezproxy1.usn.no/10.1080/02701367.2017.1411577>

- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985, mars). Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Reports*, ss. 126-131.
- Ceesay, S. M., Prentice, A. M., Day, K. C., Murgatroyd, P. R., Goldberg, G. R., Scott, W., & Spurr, G. B. (2007, mars 9). The use of heart rate monitoring in the estimation of energy expenditure: a validation study using indirect whole-body calorimetry. *British Journal of Nutrition*. doi:10.1079/BJN19890107
- Chang, E., Kim, H. T., & Yoo, B. (2020, juli 2). Virtual Reality Sickness: A Review of Causes and Measurements. *International Journal of Human-Computer Interaction* , ss. 1-25. doi:https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1778351
- Darren, E. R., Crystal, W. N., & Shannon, S. D. (2006, mars 14). *Health benefits of physical activity: the evidence*. Hentet fra National Library of Medicine: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1402378/>
- Dębska, M., Polechoński, J., Mynarski, A., & Polechoński, P. (2019, september 30). Enjoyment and Intensity of Physical Activity in Immersive Virtual Reality Performed on Innovative Training Devices in Compliance with Recommendations for Health. *Int J Environ Res Public Health*. doi:10.3390/ijerph16193673
- Dvergsdal, H., & Aabakken, L. (2023, mai 5). *Virtuell virkelighet*. Hentet fra Store Norske Leksikon: [https://snl.no/virtuell\\_virkelighet](https://snl.no/virtuell_virkelighet)
- Erdogan, A., Cetin, C., Karatosun, H., & Baydar, M. L. (2010, september 1). Accuracy of the Polar S810iTM Heart Rate Monitor and the Sensewear Pro ArmbandTM to Estimate Energy Expenditure of Indoor Rowing Exercise in Overweight and Obese Individuals. *J Sports Sci Med*. Hentet fra <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761702/>
- Evans, E., Naugle, K. E., Kaleth, A. S., Arnold, B., & Naugle, K. M. (2021, august 27). Physical Activity Intensity, Perceived Exertion, and Enjoyment During Head-Mounted Display Virtual Reality Games. *National Library of Medicine*. doi:10.1089/g4h.2021.0036
- Fjørtoft, I., Kjønneksen, L., & Støa, E. M. (2018). *Barn - unge og fysisk aktivitet : operasjonalisering av anbefalingene om fysisk aktivitet og stillesitting for barn og unge i alderen 0-18 år*. Notodden: Universitetet i Sørøst-Norge.

Freedson, P. S., Melanson, E., & Sirard, J. (1998, mai). Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 30(5), ss. 777-781. Hentet fra [https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/1998/05000/calibration\\_of\\_the\\_computer\\_science\\_and.21.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/1998/05000/calibration_of_the_computer_science_and.21.aspx)

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, M., . . . Swain, D. P. (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Prescribing Exercise. *American College of Sports Medicine*. Hentet fra <https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/D8CZ3K08/download>

Hansen, B. H., Anderssen, S. A., Steene-Johannessen, J., Ekelund, U., Nilsen, A. K., Andersen, I. D., . . . Kolle, E. (2015). *Fysisk aktivitet og sedat tid blant voksne og eldre i Norge 2014-2015*. Oslo: Helsedirektoratet.

Hansen, L. (2010, juli 14). *What is Active Gaming*. Hentet fra PECentral: <https://www.pecentral.org/activegaming/whatisactivegaming.html>

Helsedirektoratet. (2022, mai 9). *Alle voksne og eldre bør være regelmessig fysisk aktive*. Hentet fra Helsedirektoratet: <https://www.helsedirektoratet.no/faglige-rad/fysisk-aktivitet-i-forebygging-og-behandling/voksne-og-eldre/voksne-og-eldre-bor-vaere-regelmessig-fysisk-aktive#referere>

Helsedirektoratet. (2022, mai 9). *Helsedirektoratet*. Hentet fra 1. Barn og unge - generelle råd: <https://www.helsedirektoratet.no/faglige-rad/fysisk-aktivitet-i-forebygging-og-behandling/barn-og-unge#barn-unge-6-17-ar-rad-anbefaling-fysisk-aktivitet>

Helsedirektoratet. (2024). *Vunne leveår og helsetapsjusterte leveår (DALYs) ved fysisk aktivitet*. Oslo: Helsedirektoratet.

Hofstad, K. (2024, april 5). *Joule*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/joule>

Johansen, J.-M., Schutte, K. V., & Bratland-Sanda, S. (2023, januar 14). Large Estimate Variations in Assessed Energy Expenditure and Physical Activity Levels during Active Virtual Reality Gaming: A Short Report. *Int J Environ Res Public Health*. doi:10.3390/ijerph20021548

Joseph, A., Browning, M. H., & Jiang, S. (2020, mai 21). Using Immersive Virtual Environments (IVEs) to Conduct Environmental Design Research: A Primer and

Decision Framework. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*.  
doi:<https://doi-org.ezproxy2.usn.no/10.1177/1937586720924787>

Kennedy, R. S., Drexler, J., & Kennedy, R. C. (2010, juli). Research in visually induced motion sickness. *Applied Ergonomics*, ss. 494-503.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2009.11.006>

Keytel, L., Goedecke, J., Noakes, T., Hiiloskorpi, H., Laukkanen, R., van der Merwe, L., & Lambert, E. (2005). *Prediction of energy expenditure from heart rate monitoring during submaximal exercise*. *J Sports Sci*.

Litleskare, Sigbjørn. (2022). *Virtual green exercise - developing a new concept for health promotion* [Doktorgradsavhandling, Universitetet i Sørøst-Norge].  
<https://hdl.handle.net/11250/3018427>

McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2023). *Exercise physiology: Nutrition, Energy and Human Performance* (9. utg.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.

Meta. (2024). *Øk pulsen med inspirerende trening*. Hentet fra Meta:  
<https://www.meta.com/no/quest/fitness/>

Moser, T., & Reikerås, E. (2014, april 4). Motor-life-skills of toddlers – a comparative study of Norwegian and British boys and girls applying the Early Years Movement Skills Checklist. *European Early Childhood Education Research Journal*.  
doi:<https://doi.org/10.1080/1350293X.2014.895560>

Munster, G., Jakel, T., Clinton, D., & Murphy, E. (2015, mai). Next Mega Tech Theme Is Virtual Reality. *Piper Jaffray Investment Research*. Hentet fra  
<https://cdn.instantmagazine.com/upload/4666/piperjaffray.f032beb9cb15.pdf>

Naugle, K. E., Cervantes, X. A., Boone, C. L., Wind, B., & Naugle, K. M. (2024, februar 9). Exploring actual and perceived levels of physical activity intensity during virtual reality active games. *Front Sports Act Living*. doi:10.3389/fspor.2024.1349521

NESH. (2021). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap og humaniora*. Hentet fra De nasjonale forskningsetiske komiteene:  
<https://www.forskningsetikk.no/globalassets/dokumenter/4-publikasjoner-som-pdf/forskningsetiske-retningslinjer-for-samfunnsvitenskap-og-humaniora.pdf>

- Ng, A. K., Chan, L. K., & Lau, H. Y. (2020, januar). A study of cybersickness and sensory conflict theory using a motion-coupled virtual reality system. *Displays*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.displa.2019.08.004>
- Ortmor Agency. (u.d.). *Virtual Reality: The Future of Gaming or a Mere Passing Trend?* Hentet fra Ortmor Agency: <https://www.ortmoragency.com/blog/virtual-reality-the-future-of-gaming>
- Perrin, T., Faure, C., Nay, K., Cattozzo, G. S., Kulpa, R., & Kerhervé, H. A. (2019, november 11). Virtual Reality Gaming Elevates Heart Rate but Not Energy Expenditure Compared to Conventional Exercise in Adult Males. *National Library of Medicine*. doi:10.3390/ijerph16224406
- Pope, Z. C., Lee, J. E., Zeng, N., & Gao, Z. (2019, juni 8). Validation of Four Smartwatches in Energy Expenditure and Heart Rate Assessment During Exergaming. *Games Health J*. doi:10.1089/g4h.2018.0087
- Porter, A. M., & Goolkasian, P. (2019, mai 7). Video Games and Stress: How Stress Appraisals and Game Content Affect Cardiovascular and Emotion Outcome. *Front Psychol*. doi:10.3389/fpsyg.2019.00967
- Reiner, M., Niermann, C., Jekauc, D., & Woll, A. (2013, september 8). Long-term health benefits of physical activity – a systematic review of longitudinal studies. *BMC Public Health*. doi:10.1186/1471-2458-13-813
- Roland, J. (2019, oktober 21). *What Exactly Are METs, and What Should You Know About Them?* Hentet fra Healthline: <https://www.healthline.com/health/what-are-mets>
- Skogli, E., Lønstad, C., Vinter, C., & Stokke, O. M. (2023). *SAMFUNNSKOSTNADER KNYTTET TIL*. Oslo: Menon Economics.
- Sliepen, M., Matthijs, L., Thur, M., & Mechlenburg, I. (2019, desember 3). Use of accelerometer-based activity monitoring in orthopaedics: benefits, impact and practical considerations. *Institut für Experimentelle Muskuloskelettale Medizin*, ss. 678-685. doi:<https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180041>
- Smith, J. W. (2015, september 11). Immersive Virtual Environment Technology to Supplement Environmental Perception, Preference and Behavior Research: A Review with Applications. *National Library of Medicine*. doi:10.3390/ijerph120911486

Steene-Johannesen, J., Anderssen, S. A., Bratteteig, M., Dalhaug, E. M., Andersen, I. D., Andersen, O. K., . . . Dalene, K. E. (2019, februar). Nasjonalt overvåkingssystem for fysisk aktivitet og fysisk. *Folkehelseinstituttet*. Hentet fra [https://www.fhi.no/globalassets/bilder/rapporter-og-trykksaker/2019/ungkan3\\_rapport\\_final\\_27.02.19.pdf](https://www.fhi.no/globalassets/bilder/rapporter-og-trykksaker/2019/ungkan3_rapport_final_27.02.19.pdf)

Sunnaasstiftelsen. (2021, august 17). *VR-Lab*. Hentet fra Sunnaasstiftelsen: <https://www.sunnaasstiftelsen.no/forskning/vr-lab>

Svartdal, F. (2023, august 22). *Biofeedback*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/biofeedback>

Thagaard, T. (2018). *Systematikk og innlevelse: En innføring i kvalitative metoder*. (5. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.

Utdanningsdirektoratet. (u.d.). *Sosial læring og utvikling*. Hentet fra Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/prinsipper-for-laring-utvikling-og-danning/sosial-laring-og-utvikling/?lang=nob&curriculum-resources=true>

VRguiden. (2023). *VR Brillen*. Hentet fra VRguiden: <https://vrguiden.no/vr-briller/>

Westerwerp, K. (2016, november 30). Control of energy expenditure in humans. *European Journal of Clinical Nutrition*, ss. 340-344. doi:<https://doi-org.ezproxy1.usn.no/10.1038/ejcn.2016.237>

Wettergreen, J. (2016, november 28). Tre ganger så mange sykedager blant dem som har fedme. *HEALTH AT A GLANCE EUROPE 2016 – HELSETILSTANDEN I NORGE OG EUROPA*. Hentet fra <https://www.ssb.no/helse/artikler-og-publikasjoner/tre-ganger-sa-mange-sykedager-blant-dem-som-har-fedme>

WHO. (2020). *WHO GUIDELINES ON PHYSICAL ACTIVITY AND SEDENTARY BEHAVIOR*. Geneve: World Health Organization.

Williams, R. L., Wood, L. G., Collins, C. E., & Callister, R. (2014, december 11). Effectiveness of weight loss interventions – is there a difference between men and women: a systematic review. *Obes Rev*. doi:10.1111/obr.12241

World Health Organization. (2018). *Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world*. Geneva: World Health Organization. Hentet fra World Health Organization: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272722/9789241514187-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zyber VR. (2023, august 18). *En omfattende guide for å mestre Beat Sabres poengsystem*. Hentet fra Zyber VR: <https://zybervr.com/no-eu/blogs/news/a-comprehensive-guide-to-mastering-beat-sabers-scoring-system>

Aadland, E., & Ylvisåker, E. (2015, august 14). Reliability of the Actigraph GT3X+ Accelerometer in Adults under Free-Living Conditions. *PLoS One*. doi:10.1371/journal.pone.0134606

Åstrand, P.-O., Rodahl, K., Dahl, H. A., & Strømme, S. B. (2003). *Textbook of work physiology*. Human Kinetics.

# Oversikt over tabeller og figurer

Tabell 1	Fysiologisk beskrivelse av deltakerne
Tabell 2	Intensitet i steady state gange og løp, og i VR-økt
Tabell 3	Estimert EF (kcal) VR økt
Figur 1	Aktivitetstrappa 0-18 år. Progresjon og bevegelseskvalitet i ulike aldersgrupper som leder fram til en livslang fysisk aktiv livsstil (Fjørtoft, Kjønneksen, & Støa, 2018).
Figur 2	Prosent av VO <sub>2</sub> maks og HFmaks under gange, løp og VR
Figur 3	Antall runder spilt på ulike vanskelighetsgrad



# Vedlegg

## Vedlegg 1: Egenerklærings skjema for helse

### Egenerklærings skjema for helse

Etternavn:	Fornavn:	Født:
Høyde:	Vekt:	Lag / forening / studie:
Telefon:	Telefon kontaktperson:	

Siden det er første gang du testes ved idrettsfysiologisk testlaboratorium, ber vi deg lese nøye igjennom alle spørsmålene på denne listen. Kryss av enten JA eller NEI for hvert spørsmål. Dette er viktig i forhold til hvordan vi gjennomfører testingen av deg.

	JA	NEI	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Kjenner du til at du har en hjertesykdom?
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Hender det at du får brystmerter i hvile eller i forbindelse med fysisk aktivitet?
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Kjenner du til at du har høyt blodtrykk?
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Bruker du for tiden medisiner for høyt blodtrykk eller hjertesykdom (f.eks vann drivende tabletter?)
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Røyker du?
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Snuser du?
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Kjenner du til om du har hatt høyt kolesterolnivå i blodet?
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Har du besvimt siste 6 måneder i forbindelse med fysisk aktivitet?
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Hender det at du mister balansen på grunn av svimmelhet?
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Har du sukkersyke?
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Er du fysisk inaktiv og har et stillesittende arbeid?
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Bruker medisiner fast – mot:
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Har du eller har du hatt en luftveisinfeksjon i løpet av siste uke?

Jeg / vi har lest i gjennom forberedelsesskjema for testene, og er inneforstått med hvordan testen foregår.

.....

Dato	Underskrift
------	-------------

.....

Dato	Underskrift av foresatte dersom testperson er under 18 år
------	---

# Vedlegg 2: Samtykke VR studie

## FORESPØRSEL OM DELTAKELSE I FORSKNINGSPROSJEKTET

### «Aktiv VR-gaming, fysisk aktivitet og synsfeil blant ungdommer»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt for å undersøke om aktiv VR-gaming kan brukes som en form for fysisk aktivitet for unge mennesker (16–19 år). Vi ønsker også å undersøke hvilken betydning vanlige synsfeil og øye-hånd motorikk har for muligheten for og opplevelsen av å bruke VR til fysisk aktivitet. Siden du er elev ved en videregående skole, og derfor er i den aldersgruppen vi ønsker å undersøke, ønsker vi å inkludere deg i forskningen.

Vi har tidligere gjennomført et mindre forskningsprosjekt på voksne der vi undersøkte om aktiv VR-gaming kan brukes som fysisk aktivitet for de som er inaktive etter Helsedirektoratets retningslinjer. I tillegg undersøkte vi nøyaktigheten av målinger av aktivitetsnivået, energiforbruket og intensiteten for ulike måleapparater som er vanlige å bruke i dag (puls- og aktivitetsmålere). Nå ønsker vi å undersøke dette i større skala, og blant unge mennesker i alderen 16–19 år.

Omtrent 30% av ungdommene i denne aldersgruppen har synsfeil som kan påvirke opplevelsen av å bruke VR. Du blir derfor invitert til en forenklet synsundersøkelse og en kartlegging av øye-hånd motorikk og balanse, før du blir bedt om å gjennomføre en første økt med VR-gaming.

Virksomheten som er ansvarlig for prosjektet er Universitetet i Sørøst-Norge (USN).

#### BAKGRUNN OG HENSIKT

Aktiv VR-gaming er en økende form for fysisk aktivitet blant unge og voksne i hele verden. Tidligere forskning tyder på at dette kan være en motiverende og morsom form for fysisk aktivitet, som bidrar til mindre stillesitting gjennom dagen. Likevel er det behov for mer kunnskap om aktivitetsnivået og energiforbruket under slik aktivitet, og hvor nøyaktig ulike måleapparater (pulsmåler og aktivitetsmålere) estimerer aktivitetsnivå, intensitet og energiforbruk. I dette prosjektet ønsker vi også å undersøke om synsfeil og øye-hånd motorikk kan påvirke aktivitetsnivået og opplevelsen under spilløkta.

Hensikten med prosjektet er derfor å skape ny kunnskap om bruk av VR-teknologi til å øke unge menneskers fysiske aktivitetsnivå, og om vanlige synsfeil og øye-hånd motorikk kan påvirke bruken av slik teknologi.

#### HVA INNEBÆRER STUDIEN?

Deltakelse i prosjektet innebærer at du skal gjennomføre en forenklet synsundersøkelse samt utføre tester for øye-hånd koordinasjon og balanse, før du blir bedt om å gjennomføre en kort økt med VR-gaming. Noen av deltakerne blir også invitert til å testes for fysisk form, samt gjennomføre en aktiv spilløkt med VR-teknologi.

Undersøkelsene av syn, øye-hånd koordinasjon og balanse, samt den første økten med VR-gaming, gjennomføres av autoriserte optikere, forskningsassistenter og forskere fra Nasjonalt senter for optikk, syn og øyehelse. Disse undersøkelsene gjennomføres på din skole i skoletiden. De fysiske testene gjennomføres av erfarne forskere og testledere, og økten med aktiv VR-gaming gjennomføres under veiledning av fagpersoner som har høy kompetanse på trening. Deltakelse innebærer at du må komme til idrettsfysiologisk testlab på USN studiested Bø to ganger:

**Del 1: Undersøkelse av syn og øye-hånd koordinasjon, samt første økt med VR-gaming (totalt tidsbruk ca. 1,5 timer)**

- **Forenklet synsundersøkelse:** Vi vil gjøre følgende målinger på hvert øye: synsskarphet, stereosyn og fargesyn. Vi vil også gjøre en automatisert måling av øyets brytningsfeil (nærsynthet, langsynthet, skjeve hornhinner), og øyets krumninger og lengde. Vi gir deg en øyedråpe for at øyet skal slappe av. Det vil gi deg en større pupille, samt redusere øyets evne til å fokusere på nært. Dette er standard prosedyre i henhold til kliniske retningslinjer og sikrer nøyaktige resultater.
- **Øye-hånd koordinasjon:** Du vil bli bedt om å bruke en penn til å følge prikker eller mønstre på en dataskjerm/nettbrett. Før testen vil du få forklaring på hvordan du skal utføre testen. Det gjøres flere korte tester som til sammen tar omtrent 15 minutter.
- **Første økt med VR-gaming:** Du blir bedt om å gjennomføre en 10 minutters økt med spillet Beat Saber utført med VR-briller. Før du begynner vil du få forklaring og demonstrasjon i hvordan du skal spille. Før og etter økten blir du bedt om å utføre en balansetest og svare på et spørreskjema om hvordan du føler deg. Vi vil også be deg om å fylle ut det samme spørreskjemaet dagen etter.

**Del 2: Testing av energiforbruk og fysisk form (total tidsbruk ca. 30 min)**

- **Energiforbruk:** Vi vil måle ditt oksygenopptak, din puls, ditt aktivitetsnivå og ditt melkesyreinnivå i blodet ved 5 min stillesitting, 5 min rolig gange (4 km/t) og 5 min rolig jogg (8 km/t). Dette vil også fungere som en god oppvarming til denne neste testen.
- **Maksimalt oksygenopptak:** Vi vil teste din fysiske form, også kalt maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2max}$ ). Testen er maksimal og tar ca. 5-10 min, hvor det kun er de siste to minuttene du må jobbe maksimalt. Testen gjennomføres til frivillig utmattelse. Melkesyreinnivå i blodet vil måles umiddelbart etter at testen er gjennomført.

**Del 3: Økt med aktiv VR-gaming (total tidsbruk ca. 1 time)**

- **Aktiv VR-gaming:** Du vil bli bedt om å gjennomføre en 10 minutters oppvarming og tilvenning til VR-spillet Beat Saber. Deretter vil du bli bedt om å gjennomføre en 30 minutters økt med spillet Beat Saber med VR-briller, med kontinuerlig måling av oksygenopptak, puls og aktivitetsnivå. Melkesyreinnivå i blodet vil bli målt umiddelbart etter økten er ferdig. Før og etter økten blir du bedt om å utføre en balansetest og svare på et standardisert spørreskjema med spørsmål om hvordan du føler deg, og dine erfaringer med og opplevelse av VR-spillet. Vi vil også be deg om å fylle ut det samme spørreskjemaet dagen etter.

Det settes krav om at du fyller ut et egenerklæringskjema for helse før testing i del 2 og 3. Dette er et enkelt skjema, som tar kort tid å fylle ut. Dette skjemaet vil bli tilsendt i forkant av testdagene ved eventuelt samtykke. Opplysningene som blir innhentet her blir kun brukt til vurdering av helsesituasjon, i forbindelse med testing av fysiologiske kapasiteter.

**MULIGE FORDELER OG ULEMPER**

Fordeler ved deltakelse:

Ved å delta i dette forskningsprosjektet vil du få en undersøkelse av øyet og synsfunksjonen, du vil få vite om du er nærsynt eller langsynt og hva slags farge- og dybdesyn du har, samt gode tester på din fysiske form helt gratis. Dette kan være interessant og nyttig for deg. Du får også prøve ut VR-teknologi som en aktivitet. Den tiden du er sammen med forskningsmedarbeiderne vil kunne gi deg verdifull kunnskap om kroppen din og ditt eget syn. Din deltakelse vil potensielt kunne være med på å utvikle en ny og økende aktivitetsform, og gi verdifull kunnskap om hvordan synet vårt påvirker vår motivasjon og opplevelse av VR-spill. Kanskje du som deltaker finner en ny hobby som gir deg et høyere aktivitetsnivå gjennom dagen gjennom VR-spill.

Ulemper ved deltakelse:

Det kan ta noe tid å fullføre synsundersøkelsen og testen av øye-hånd koordinasjon, og dette kan medføre kjedsomhet og øyretthet. I de tilfellene hvor vi bruker en øyedråpe, kan dette gi noe ubehag (svie) ved drypping. Pupillen blir stor, og du kan være sensitiv for lys og oppleve at synet er uklart. Pupillens størrelse vil være tilbake til normalt innen 24 timer, og du vil se klart og tydelig igjen noen timer etter at du fikk øyedråpen. Prosedyren vil bli utført av en autorisert optiker. Lyset fra lyskilder som brukes i del 1 er svakere i intensitet enn det en møter i løpet av en vanlig øyeundersøkelse hos en optiker eller øyelege. Om du er lysømfintlig, kan det hende at du allikevel opplever ubehag i forhold til lysblinkene i disse avbildningsforsøkene. Ved ubehag avsluttes undersøkelsen umiddelbart. Ubehaget vil være forbigående.

Deltakelsen din vil kreve at du kan sette av tid til å gjennomføre alle testene som er planlagt. Testen av din fysiske form, eller  $VO_{2maks}$ , er en test som vil kreve maksimal innsats og kan føles ubehagelig. Målingene av melkesyre nivå i blodet ditt krever at vi tar et stikk i fingeren, som kan kjennes ubehagelig. Fingeren vil bli rensket med medisinsk sprit før stikket tas. Du vil få satt på et plaster før du går. Bruk av VR-briller kan føre til noe ubehag i etterkant hos enkelte (cybersickness). Ved ubehag avsluttes VR-aktiviteten umiddelbart. Ubehaget vil være forbigående.

Alle undersøkelsene og testene vil bli gjennomført av erfarne fagpersoner for at du skal bli ivaretatt og få en god og informativ opplevelse av å delta i studien.

#### HVA SKJER MED PRØVENE OG INFORMASJONEN OM DEG?

Vi behandler opplysningene om deg basert på ditt frivillige samtykke ved at du underskriver på siste side i dette skrivet. Vi vil bare bruke opplysningene om deg (fysisk form, synsfunksjon, øye-hånd koordinasjon, osv.) til formålene vi har fortalt om i dette informasjonsskrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Informasjonen som samles om deg, vil kun bli behandlet av de som er involvert i prosjektet fra universitetet. All informasjon som registreres vil bli aidentifisert, og alle test- og prøveresultater vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjenkende opplysninger. En kode knytter deg til dine opplysninger gjennom en navneliste. Det er kun autorisert personell knyttet til studien som har tilgang til denne listen. Det vil ikke være mulig å gjenkjenne deltakere når oppgaven eventuelt publiseres.

Så lenge forskningspersonell kan identifisere deg i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Prosjektleder har ansvar for den daglige driften av forskningsprosjektet og at opplysninger om deg blir behandlet på en sikker måte. Prosjektet avsluttes 31.12.2028 og opplysningene om deg vil bli oppbevart i fem år etter prosjektslutt av kontrollhensyn. Opplysningene om deg vil bli anonymisert eller slettet senest 5 år etter prosjektslutt 31.12.2033.

#### FORSIKRNG

Pasientskadeerstatningsordningen.

**FRIVILLIG DELTAKELSE OG MULIGHET FOR Å TREKKE DITT SAMTYKKE**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke. Dersom du trekker deg fra prosjektet, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og resultater, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

Dersom du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Prosjektleder Jan – Michael Johansen på e-post ([jan-michael.johansen@usn.no](mailto:jan-michael.johansen@usn.no)) eller telefon (35 95 26 83)
- Personvernombud USN Paal Are Solberg på e-post ([paal.a.solberg@usn.no](mailto:paal.a.solberg@usn.no)) eller telefon (35 57 50 53)

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via e-post ([personverntjenester@sikt.no](mailto:personverntjenester@sikt.no)) eller telefon (73 98 40 40).

**GODKJENNING**

Prosjektet er vurdert av Regional komite for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk, og SIKT – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør har vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

**SAMTYKKE TIL DELTAKELSE I PROSJEKTET****JEG ER VILLIG TIL Å DELTA I PROSJEKTET**

Jeg samtykker til å delta i delprosjektene som er haket av (**vennligst sett en hake i rutene**):

- Del 1: Undersøkelse av syn og øye-hånd koordinasjon, samt første økt med VR-gaming
- Del 2: Testing av fysisk form
- Del 3: Økt med aktiv VR-gaming

---

Sted og dato

Deltakers signatur

---

Deltakers navn med store bokstaver



# Vedlegg 3: REK vedtak



<b>Region:</b>	<b>Saksbehandler:</b>	<b>E-post:</b>	<b>Telefon:</b>	<b>Vår dato:</b>	<b>Vår referanse:</b>
REK sør-øst A	Tove Irene Kløkk	rek-sorost@medisin.uio.no	22845522	19.06.2023	619562

Jan - Michael Johansen

**Prosjektsøknad:** Aktiv VR gaming, fysisk aktivitet, energiforbruk og syn blant ungdommer på videregående skole.

**Søknadsnummer:** 619562

**Forskningsansvarlig institusjon:** Universitetet i Sørøst-Norge

## REK avviser søknaden

### Søkers beskrivelse

*Formålet er å sammenligne ulike målemetoder for fysisk aktivitet og energiforbruk ved bruk av aktive VR spill, samt å sammenligne dette med gange og løp. I tillegg ønsker vi å kvantifisere individuelle forskjeller i relevante forutsetninger og mulige barrierer for bruk av virtuell trening med VR med tanke på synsfeil, øye-hånd motorikk, balanse og ubehag ved bruk av VR.*

*I prosjektet vil det inkluderes elever i videregående skole, da dette er en relevant gruppe med tanke på bruk av VR for økt fysisk aktivitet. Deltakerne vil først bli undersøkt i forhold til synsfeil, øye-hånd motorikk, balanse og ubehag som kan påvirke mulighet til å gjennomføre aktiviteter i VR. Deltakerne vil så bli testet for maksimalt oksygenopptak, energiforbruk og fysisk aktivitetsnivå ved gange og løp på tredemølle, og under en økt med aktivt VR spill.*

*Resultatene fra prosjektet vil bidra med ny kunnskap om hvem som kan gjennomføre og hva potensialet er for økt fysisk aktivitet gjennom bruk av aktive VR spill.*

Vi viser til søknad om forhåndsgodkjenning av ovennevnte forskningsprosjekt. Søknaden ble behandlet av Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK sør-øst A) i møtet 01.06.2023. Vurderingen er gjort med hjemmel i helseforskningsloven § 10.

### REKs vurdering

Formålet med prosjektet er å sammenlikne ulike målemetoder for fysisk aktivitet og energiforbruk ved aktiv VR spilling, og å sammenlikne dette med gange og løp.

Det skal inkluderes 150 elever fra videregående skole i alderen 16-19 år, som blir invitert til å møte opp til 3 ulike studiebesøk:

1. Forenklet synsundersøkelse, øye-hånd koordinasjon og første økt med VR-spilling. Deltakerne skal også besvare et spørreskjema før og etter VR-økten, samt dagen etter.
2. Testing av energiforbruk og fysisk form ved gange og løp på tredemølle: oksygenopptak, puls, aktivitetsnivå, VO2max og melkesyre-nivå.

3. Aktiv VR-spilling med måling av oksygenopptak, puls, aktivitetsnivå og melkesyrenivå. Det vil utføres en balansetest, og deltakerne skal også besvare et spørreskjema før og etter VR-økten, samt dagen etter.

Ved besøk 2 og 3 måles melkesyrenivået ved at det tas en liten blodprøve ved stikk i fingeren. Blodprøvene destrueres etter analyse.

Det vil informeres om prosjektet på ulike videregående skoler, og de som er interessert i å delta, tar selv kontakt med prosjektgruppen. Deltakelse er basert på samtykke fra deltakeren selv, og de kan velge om de ønsker å delta i del 1, 2 og/eller 3 av prosjektet.

Slik komiteen forstår prosjektet, er formålet å evaluere ulike målemetoder for måling av fysisk form og energiforbruk, samt få kunnskap om hvem som kan gjennomføre og hva potensialet er for økt fysisk aktivitet ved bruk av aktive VR-spill. Etter komiteens vurdering har det omsøkte prosjektet derfor ikke til hensikt å skaffe til veie ny kunnskap om helse og sykdom. Prosjektet vurderes av den grunn å falle utenfor helseforskningslovens virkeområde.

Helseforskningsloven gjelder for medisinsk og helsefaglig forskning, i loven definert som forskning på mennesker, humant biologisk materiale og helseopplysninger, som har som formål å frambringe ny kunnskap om helse og sykdom, jf. helseforskningsloven §§ 2 og 4a. Formålet er avgjørende, ikke om forskningen utføres av helsepersonell eller på pasienter/sårbare grupper eller benytter helseopplysninger

Det er institusjonens ansvar å sørge for at prosjektet gjennomføres på en forsvarlig måte med hensyn til for eksempel regler for taushetsplikt og personvern.

Komiteen gjør oppmerksom på at det faktum at et prosjekt blir vurdert av REK til å være utenfor helseforskningslovens virkeområde ikke er til hinder for at resultater fra prosjektet kan publiseres.

#### **Vedtak**

Prosjektet faller utenfor helseforskningslovens virkeområde, jf. § 2, og kan derfor gjennomføres uten godkjenning av REK.

Komiteens avgjørelse var enstemmig.

#### **Klageadgang**

Du kan klage på REKs vedtak, jf. forvaltningsloven § 28 flg. Klagen sendes på eget skjema via REK portalen. Klagefristen er tre uker fra du mottar dette brevet. Dersom REK opprettholder vedtaket, sender REK klagen videre til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag (NEM) for endelig vurdering, jf. forskningsetikkloven § 10 og helseforskningsloven § 10.

Vennlig hilsen

Kristian Bjørø  
Professor dr. med.  
Leder REK sør-øst A

Tove Irene Klokk  
Seniorrådgiver REK sør-øst

Side 2 av 3

*Kopi til:*  
Universitetet i Sørøst-Norge  
Solfrid Bratland-Sanda, Lene Aarvelta Hagen, Rigmor C Baraas

Side 3 av 3



# Vedlegg 4: Godkjenning SIKT

6/20/23, 10:28 AM

Meldeskjema for behandling av personopplysninger



[Meldeskjema](#) / [Aktiv VR gaming, fysisk aktivitet, energiforbruk og syn blant ungdom...](#) / Vurdering

## Vurdering av behandling av personopplysninger

<b>Referansenummer</b> 363910	<b>Vurderingstype</b> Standard	<b>Dato</b> 20.06.2023
----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------

### Prosjekttittel

Aktiv VR gaming, fysisk aktivitet, energiforbruk og syn blant ungdommer.

### Behandlingsansvarlig institusjon

Universitetet i Sørøst-Norge / Fakultet for humaniora, idrett- og utdanningsvitenskap / Institutt for friluftsliv, idrett og kroppsøving

### Prosjektansvarlig

Jan - Michael Johansen

### Prosjektperiode

15.08.2023 - 31.12.2028

### Kategorier personopplysninger

Alminnelige

Særlige

### Lovlig grunnlag

Samtykke (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a)

Uttrykkelig samtykke (Personvernforordningen art. 9 nr. 2 bokstav a)

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 31.12.2033.

[Meldeskjema](#)

### Kommentar

OM VURDERINGEN

Sikt har en avtale med institusjonen du forsker eller studerer ved. Denne avtalen innebærer at vi skal gi deg råd slik at behandlingen av personopplysninger i prosjektet ditt er lovlig etter personvernregelverket. Vi har nå vurdert at du har lovlig grunnlag til å behandle personopplysningene.

### SØKT REK – IKKE HELSEFORSKNING

Du har søkt REK om godkjenning. REK har vedtatt at prosjektet ikke omfattes av helseforskningsloven (REK ref: 619562). Du kan derfor gjennomføre prosjektet uten godkjenning fra REK.

### TYPE PERSONOPPLYSNINGER

Prosjektet vil behandle alminnelige personopplysninger og særlige kategorier av personopplysninger om helseforhold.

### SAMTYKKE: ALMINNELIGE + SÆRLIGE

Lovlig grunnlag for behandlingen av personopplysninger vil være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 a). Den registrerte gir sitt uttrykkelige samtykke til behandlingen av særlige kategorier av personopplysninger. Dermed gjelder ikke forbudet i personvernforordningen art. 9 nr. 1, ettersom vilkår for unntaket i art. 9 nr. 2 a) er oppfylt.

### BARN SAMTYKKER SELV - SÆRLIGE KATEGORIER PERSONOPPLYSNINGER

Prosjektet vil innhente samtykke fra mindreårige til behandling av personopplysninger. Vår vurdering er at barn over 16 år kan samtykke selv til behandling av særlige kategorier personopplysninger, og at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

### IKKE BEHOV FOR DPIA

Prosjektet behandler særlige kategorier personopplysninger om sårbare registrerte.

Vanligvis krever dette en mer omfattende vurdering (DPIA). Personverntjenester mener det likevel ikke er høy risiko for personvernet og at prosjektet derfor ikke trenger en DPIA. Dette fordi:

- Alle forskningsdeltakerne får informasjon
- Alle forskningsdeltakerne samtykker

<https://meldeskjema.sikt.no/644ab183-0b86-44b7-a4b6-200abcae449e/vurdering>

1/2

- Rekrutteringen sikrer reell frivillighet
- Få personer har tilgang
- Personopplysningene oppbevares atskilt fra øvrige data (koblingsnøkkel)
- Prosjektperioden er kort

#### FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

Det er institusjonen du er ansatt/student ved som avgjør hvordan du må lagre og sikre data i ditt prosjekt og hvilke databehandlere du kan bruke. Husk å bruke leverandører som din institusjon har avtale med (f.eks. ved skylagring, nettspørreskjema, videosamtale el.).

Personverntjenester legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

#### MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til oss ved å oppdatere meldeskjemaet. Se våre nettsider om hvilke endringer du må melde: <https://sikt.no/melde-endringar-i-meldeskjema>

#### OPPFØLGING AV PROSJEKTET

Vi vil følge opp underveis (hvert annet år) og ved ny planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet/pågår i tråd med det du har oppgitt i meldeskjema.

Lykke til med prosjektet!

