

## Sammendrag

Hensikten med studiet er å undersøke om den fysiske prestasjonen til ishockeyspillere korrelerer med prestasjonen på isen. Dette ble gjort ved å gjennomføre en GNSS måling av spillerne ved bruk av Catapult Clearsky T6 for å få en profil fra hver enkel ishockeyspillers arbeidsbelastning i kamp. I studien deltok Oilers juniorlag som spiller på topp nasjonalt nivå (N = 19). Spillerne var i alderen  $17 \pm 4$  år. Datainnsamlingen foregikk totalt i fem dager, hvor det ble gjennomført fire simuleringskamper og en dag med fysiske tester. Lagene besto av 15 spillere, fordelt på 3 rekker, totalt 30 spillere, hvorav 19 spillere hadde på seg treghetssensorer (IMU brikker). En simuleringskamp foregikk med at hver rekke hadde en innsatsperiode som varte 60 sekunder før det var hvile 120 sekunder, som foregikk i 7 omganger i 2 perioder og 6 omganger i 1 periode. Hver spiller fikk totalt 20 minutter aktiv spilletid. De fysiske testene besto av vertikal hopptest, sprinttest på løpebane og på is. For å undersøke dataen ble det gjennomført (testene på SPSS). Sammenligning av GPS- og fysiske verdier viste signifikant korrelasjon mellom maks hastighet og alle fysiske testverdier. I tillegg var det signifikant korrelasjon mellom sprint og tid\_30m\_is. Ved nærmere undersøkelse viste det seg at det var forskjell mellom angrepsspillerne og forsvarsspillerne ved bruken av GPS verdier, men ingen forskjell ble oppdaget gjennom fysiske verdier. Det er fremdeles anbefalt å gjennomføre et slikt studiet gjennom en hel sesong for å få inn mer data av hvordan ishockeyspillere presterer på banen i en vanlig kamp.

## Forord

Etter å ha levert denne masteroppgaven har endelig det siste kapitelet som masterstudent blitt avsluttet. Det å skrive master var ikke på min agenda før jeg fant ut at jeg hadde lyst å bli lærer. Siden jeg er en løpeentusiast så ble master i idrett et naturlig valg. Det å være best i løping har aldri falt meg inn, men å være god i flere idretter er mer min filosofi. Da en forskningsgruppe foreslo GPS måling av ishockeyspillere vekket min interesse relativt raskt. Da jeg tok utfordringen har jeg ikke angret, men det har vært en krevende prosess som har vært lærerikt.

Derfor tenker jeg det er på sin plass å takke noen. De første jeg vil takke er de som har gitt meg muligheten til å bidra til forskningsgruppen og fått tatt del av datainnsamlingen av Oilers. Samtidig trenerne og spillerne som lot seg bli målt og fikk gjennomført kampene og testene til tross for pandemien. Til slutt min veileder Håvard Myklebust for å ha vært tålmodig med min arbeidsprosess med masteroppgaven.

# Innholdsfortegnelse

<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>1</b>
<b>FORORD</b> .....	<b>2</b>
<b>1.0 INNLEDNING</b> .....	<b>6</b>
1.1 PROBLEMSTILLING.....	8
1.2 FORKORTELSER .....	8
<b>2.0 TEORI / BAKGRUNN</b> .....	<b>9</b>
2.1 ISHOCKEY OG FYSISKE ARBEIDSKRAV .....	9
2.2 ISHOCKEY BANE.....	10
2.3 MÅLEMETODER.....	10
2.3.1 <i>Implementering av måleinstrument</i> .....	11
2.4 PSYKISKE FORUTSETNINGER .....	13
2.5 CATAPULT CLEARSKY T6 .....	13
2.7 FYSISKE TESTER .....	14
2.7.1 <i>Hopp</i> .....	16
2.7.2 <i>Sprint</i> .....	17
2.6 TIME-MOTION ANALYSIS.....	17
2.7 GLOBAL NAVIGATION SATELLITTE SYSTEM .....	19
2.7.1 <i>Lokalt posisjoneringssystem</i> .....	21
2.7.2 <i>IMU brikker (treghetssensorer)</i> .....	21
2.7.3 <i>Geolokasjon</i> .....	22
2.7.4 <i>Komplette bevegelsessensor-systemer</i> .....	23
2.7.5 <i>Relabilitet og validitet av Catapult Clearsky T6</i> .....	25
2.7.6 <i>Utfordringene med GNSS + Playerload</i> .....	26
2.7.7 <i>Posisjon – forskjellige arbeidskrav</i> .....	26
<b>3.0 METODE</b> .....	<b>27</b>
3.1 STUDIEDESIGN .....	27
3.2 FORSØKSPERSONER OG REKRUTTERING.....	27
3.2.1 <b>INKLUSJONS- OG EKSKLUSJONSKRITERIER</b> .....	28
3.3 FORSKNINGSETISKE RETNINGSLINJER .....	28
3.4 PROSEDYRE .....	28
3.4.1 <i>Testbatteri av fysiske tester</i> .....	29
3.4.2 <i>Bevegelsesdata</i> .....	29
3.6 TESTAPPARATET .....	30
3.6 VALIDITET OG RELIABILITET .....	31
3.6.1 <i>Validitet av testutstyr</i> .....	31
3.6.1 <i>Reliabilitet av testutstyr</i> .....	31
3.6.2 <i>Validitet og Reliabilitet av testbatteri</i> .....	32
3.6 PROSEDYRE .....	32
3.6.1 <i>Fysiske tester</i> .....	32
3.6.2 <i>Treningskamper</i> .....	33
3.7 DATABEHANDLING .....	33
3.8 VARIANSANALYSE .....	34
3.9 UAVHENGIG T-TEST.....	34
<b>4.0 RESULTATER</b> .....	<b>35</b>
4.1 DESKRIPTIVE DATA .....	35
4.1.1 <i>Fysiske tester</i> .....	35
4.1.2 <i>Kampdata</i> .....	35
4.3 KORRELASJONER .....	37
4.3.1 <i>Sammenheng mellom de fysiske testene</i> .....	37
4.3.2 <i>Sammenheng mellom kampdataene</i> .....	37

4.3.3 Sammenheng mellom fysiske tester og kampdataene .....	37
4.3.4 Sammenhengen mellom fysiske tester av angrepsspillerne .....	42
4.3.5 Sammenhengen mellom kampdata av angrepsspillerne .....	42
4.3.6 Sammenhengen mellom kampdata og fysiske tester av angrepsspillerne .....	43
<b>5.0 DISKUSJON.....</b>	<b>44</b>
5.1 RESULTATDISKUSJON.....	44
5.1.1 Hovedfunn .....	44
5.2 FYSISK TESTER .....	45
5.3 SPRINT .....	47
5.4 VERTIKAL HOPPTEST .....	48
5.5 KAMPDATA .....	50
5.6 GNSS .....	51
5.6.1 Misnøye rundt GNSS måling.....	52
5.6.2 Feilmåling .....	53
5.7 METODEDISKUSJON .....	53
5.8 RELIABILITET OG VALIDITET AV GNSS (IMU).....	56
5.9 EFFEKT AV BRUK AV KONTINUERLIG MÅLING .....	58
5.10 STYRKER OG SVAKHETER .....	59
5.10.1 STYRKER.....	59
5.10.2 SVAKHETER .....	60
5.11 SARS-CoV19/COVID-19 .....	61
<b>6.0 KONKLUSJON.....</b>	<b>62</b>
<b>7.0 LITTERATURLISTE.....</b>	<b>64</b>
<b>8.0 VEDLEGG .....</b>	<b>67</b>

## Tabell- og figuroversikt

<b>Figur 1.</b> Oppsett av de 20 nodene i DNB arena.....	30
<b>Figur 2.</b> X-Y plot av enkeltspillernes maksimalfart i kamp (Max_velocity) og 30m tiden på is for 8 forsvarsspillere (D, rød) og 11 angrepsspillere (FWD + C, blå) .....	38
<b>Figur 3.</b> X-Y plot av enkeltspillernes maksimalfart i kamp (Max_velocity) og toppfart på løpebane for 8 forsvarsspillere (D, rød) og 11 angrepsspillere (FWD + C, blå).....	39
<b>Figur 4.</b> X-Y plot av enkeltspillernes maksimalfart i kamp (Max_velocity) og toppfart på is for 8 forsvarsspillere (D, rød) og 11 angrepsspillere (FWD + C, blå) .....	39
<b>Figur 5.</b> X-Y plot av enkeltspillernes maksimalfart i kamp (Max_velocity) og beste tid på løpebane for 8 forsvarsspillere (D, rød) og 11 angrepsspillere (FWD + C, blå).....	40
<b>Figur 6.</b> X-Y plot av enkeltspillernes maksimalfart i kamp (Max_velocity) og høyde på vertikal hoppstest for 8 forsvarsspillere (D, rød) og 11 angrepsspillere (FWD + C, blå) .....	40
<b>Figur 7.</b> X-Y plot av enkeltspillernes maksimalfart i kamp (Max_velocity) og antall sprinter i kamp for 8 forsvarsspillere (D, rød) og 11 angrepsspillere (FWD + C, blå) .....	41
<b>Tabell 1.</b> Beskrivende distribusjon av fysiske testene for alle tre posisjonene (antall, gjennomsnitt og standardavvik). Verdiene er gjennomsnitt (SD).....	35
<b>Tabell 2.</b> Resultatene fra GPS testene presentert av de fire simuleringskampene (antall, gjennomsnitt og standardavvik) basert etter spillerposisjon. Verdiene er gjennomsnitt (SD).	36
<b>Tabell 3.</b> Uavhengig t-test variabler og Levene´s Test.....	36
<b>Tabell 4.</b> Pearson´s korrelasjonskoeffisienter mellom samtlige variabler for gruppen samlet (n = 19). .....	38
<b>Tabell 5.</b> Pearson´s korrelasjonskoeffisienter mellom samtlige variabler for angrepsspillerne (FWD + C). .....	42

## 1.0 Innledning

Ishockey er en internasjonal idrett med flere millioner aktive spillere. Idretten krever at spillerne behersker ulike bevegelser på skøyter, i tillegg til å samt kunne reglene, oppsettet og strategien i spillet (Jackson, Snyder, Game, Gervais & Bell, 2016). Ishockey er i en idrett med stor variasjon i bevegelser og hurtige hastighets posisjonsendringer. En kamp spilles over 3 perioder på 20 minutter, altså total varighet på 60 minutter. Det er ubegrenset med bytter og derfor er det vanlig med korte innsatsperioder med høy intensitet, inkludert taklinger og passering av puck. De fysiske arbeidskravene som er ansett som viktige for å være en god ishockeyspiller er å ha en god aerob- og anaerob kapasitet, muskelstyrke, kraft og koordinasjon (Douglas, et al., 2019).

I et ishockeylag stilles det fysiske krav som må innfris for at spillerne skal være en del av laget. Da finnes det ulike testmetoder som trenere kan gjennomføre på spillerne for å få oversikt over spillerens fysiske kapasitet. Noen av de ulike testmetodene som er relevant for en ishockeyspiller er VO<sub>2</sub>max, hopttest, sprinttest, S-test, hexagon reaksjonsevne (hexagon), pushups, situps, blant andre (Farlinger, Kruisselbrink & Fowles, 2007). Disse testmetodene er både energi- og tidkrevende samt kan være veldig dyre å utføre. Større klubber har ofte tilgang på ressursene som trengs for de fleste testene mens mindre må nøye seg med litt mindre teknologiske tester.

Testapparatene som ofte brukes i elite idretten er hjertefrekvensmåler (HR), treghetssensorer (akselerometer, etc.), time-motion analysis (TMA) og global navigering satellitt system (GNSS) (Douglas, 2020). De fysiske testene som blir gjennomført skal gi treneren en pekepinn på spillerens fysiske kapasitet, en indikasjon på spillerens prestasjonsnivå på banen, samt sentrale utviklingsområder for laget og enkeltspillere. For flere av disse testmetodene, som spenst og sprint tester, er det behov for ulike testapparater som kan måle spillerens prestasjon. Idrettsvitenskapen er noe trenere, spillere og lag har begynt å anvende seg mer til, ettersom teknologien har fått testapparatene til å bli mer nøyaktige og effektive med målingene (Douglas, 2020).

Testapparater som er nøyaktige med målingene gir mulighet for å dokumentere mindre, men betydningsfulle, forskjeller og endringer. Dette kan brukes som grunnlag for nye målsetninger,

motivasjon for videre trening og dokumentasjon (Borresen & Lambert, 2009; Bourdon, et al., 2017). GNSS måling er et testapparat som ofte blir brukt for utendørsidretter, som fotball, rugby, cricket, amerikansk fotball, blant annet, for å finne ut den totale arbeidsbelastningen av laget og enkeltspiller (Scott, M., Scott, T. & Kelly, V. G., 2016; Douglas, 2020).

For innendørsidretter har TMA som måleinstrument av arbeidsbelastningen blitt brukt, ettersom GNSS signal ikke har vært tilgjengelig før det siste tiåret (Douglas, 2020; Luteberget, 2018). Bruken av TMA har ofte blitt kritisert ettersom det er avhengig av observatørens ekspertise, samtidig finnes det ikke standardiserte retningslinjer for bruken av TMA metoden (Dobson & Keogh, 2007). Det er flere faktorer som påvirker kalkuleringen som er avhengig av observatøren som gjør det uforutsigbart i kalkuleringen, som kan påvirke reliabiliteten i studiet negativt (Dobson & Keogh, 2007).

Det siste tiåret har GNSS teknologien utviklet seg betraktelig slik at det er mulig å måle arbeidsbelastningen for innendørsidretter (Luteberget, 2018; Cummins, Corr, O'Connor & West, 2013). Utfordringen med å få GNSS signaler i arenaen har blitt løst ved bruken av lokale posisjoneringssystemer (LPS). Siden GNSS måling har bare vært tilgjengelig det siste tiåret så er det fremdeles begrenset med forskningslitteratur av den totale arbeidsbelastningen av ishockeyspillere (Douglas, 2020). Ettersom det er mangel på forskningslitteratur ved bruken av GNSS måling på ishockeyspillere, er ikke trener, spiller og lag overbevist om å implementere testapparatet (Douglas, 2020). Treneren velger derimot å gjennomføre fysiske tester på ishockeyspillerne for å oversikt over spillerens fysiske kapasitet. Gjennomføring av fysiske tester kan være utfordrende ettersom det forstyrrer forberedelsene for trening og kamp.

I denne studien skal undersøke om GNSS-verdiene av fire simuleringskamper gjenspeiler spillerens prestasjon på de fysiske testene. Studien skal undersøke om GNSS-verdiene gjenspeiler de resultatene fra de fysiske arbeidskravene. I studien skal det undersøkes om det er signifikante forskjeller mellom verdiene, samt undersøke om det er noe forskjell basert på spillerens posisjon på banen.

GNSS måling kan være et godt testapparat for å få spillerens profil fra trening eller kamp. Derfor kan det være mer hensiktsmessig å få implementert GNSS verktøyet slik at treneren baserer sine valg utav mer presise og relevante verdier enn de fysiske verdiene. Hensikten med denne studien er å undersøke i hvilken grad spillerens prestasjoner på fysiske tester gjenspeiler

objektive målinger med bevegelsessensorer i kampsituasjoner. I studien skal det undersøkes om det er forskjell basert på spillerens posisjon på banen.

## 1.1 Problemstilling

I hvilken grad har fysiske tester av spenst og sprint, på og av is, sammenheng med spillerens intensitet under ishockeykamper?

## 1.2 Forkortelser

HR	Hjertefrekvens
HR <sub>max</sub>	Maksimal hjertefrekvens
TMA	Time-motion analysis
VO <sub>2max</sub>	Maksimalt oksygenopptak
TD	Total distanse
HIE	High intensity events / høyintensive bevegelser
CoD	Changes of directions / retningsforandring
LPS	Lokalt posisjoneringssystem
CV	Coefficient of variation / variasjonskoeffisient
IMU	Inertial measurement unit
IMA	Inertial movement analysis
CI	Confidence Interval
Std	Standard deviation / standardavvik
HIE	High intensity events / høy intensitets hendelser
NIHF	Norsk ishockeyforbund
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Position System



## 2.0 Teori / Bakgrunn

Dette teorikapittelet tar for seg de fysiske arbeidskravene for å være en ishockeyspiller på høyt nivå, målemetoder for å kvantifisere prestasjon, en forklaring på fysiske tester samt teorien bak disse. Avslutningsvis går denne teorien gjennom teknologien bak automatisk lokasjonsbasert testing av en spillers prestasjoner som akselerasjon, fart og lignende faktorer.

### 2.1 Ishockey og fysiske arbeidskrav

Ishockey er en lagidrett hvor det er høy intensitet som innebærer flere akselerasjoner, deselerasjoner, sprinter og taklinger (Montgomery, 1988), men som også periodevis har lav intensitet som gliding, straffer og stopp i spillet (Douglas, 2020). Den største forskjellen mellom ishockey og andre lagidretter består i at ishockey foregår på is med skøyter. En typisk ishockeykamp består av tre perioder med 20 minutter effektiv spilletid i hver periode. Det er hyppige bytter, og i løpet av en kamp er en spiller vanligvis på isen mellom 15 til 20 minutter av de totale 60 minuttene (Montgomery, 1988). Det betyr at en typisk ishockeyspiller er på isen rundt en tredjedel av den effektive spilletiden, som innebærer høy arbeidsbelastning og høy intensitet i tiden spilleren er på banen. Hvert innbytte kan variere fra ca 30 til ca 80 sekunder med 4 til 5 minutter hvile mellom innbyttene (Montgomery, 1988). Under disse forutsetningene er det spesielt viktig at ishockeyspillere har en god fysisk kapasitet til å jobbe høyintensivt over kortere perioder enn for eksempel fotballspillere som gjerne er på banen 45 minutter i strekk i to omganger. Definisjonen av en god fysisk kapasitet i denne oppgaven innebærer at ishockeyspillerne har en god under- og overkropp muskelstyrke, eksplosivitet og utholdenhet (Ransedell & Murrar, 2011). En spiller med god fysisk kapasitet har trolig også en større sannsynlighet for å opprettholde prestasjonsnivået som trengs for toppidrett gjennom en hel sesong, samt håndtere arbeidsbelastningen det innebærer i gjeldende idrett. Dette er eksempelvis en god grunn til at det er fordelaktig å ha kvantifiserbare verdier som kan si om en spiller er i god fysisk form og måle det opp gjennom sesongen for å finne ut om den har forandret seg vesentlig. Dette er til stor fordel for trenere som skal velge ut de spillerne med best forutsetning for å gjøre det bra på banen. Fysiske verdier av ishockeyspillere vil kunne gi treneren en bredere kjennskap av arbeidsbelastningen til en spiller, samt ha en bredere forståelse for den enkeltes fysiske påkjenning (Luteberget, 2018). Dette gir også bedre muligheter for å

minimere risikoen for skader (Luteberget, 2018). Dermed er det mer substans i trenerens valg når endringer blir gjort i treningsregime eller at en trener skal vite når en spiller må av banen og få en lengre periode med hvile for å unngå skader.

## **2.2 Ishockey Bane**

Norsk ishockeyforbund heretter forkortet NIHF har følgende regler størrelser av en ishockeybane: Bredde skal være mellom 26 og 30 meter, og lengden skal være 60meter. Dette er tall hentet ut ifra regelboken og andre mål kan vurderes i spesielle tilfeller, men må i så fall godkjennes av NIHF (NIHF, 2015). NIHF anbefaler at flest mulig baner er 30x60 meter selv om bredde helt ned til 26 meter automatisk godkjennes. Landskamper og lagkamper i toppligaer skal spilles på 30x60meter (NIHF, 2015).

NIHF (2015) argumenterer med at 30 meter skal brukes som standardbredde ved at spillerne får større is og dermed plass til mer aktivitet, plass til flere spillere og at dette er en internasjonal standardstørrelse. Argumentene for at 26 meter skal kunne brukes er at en mindre spilleflate kan gi en mer interessant type spill som er mer intenst og tettere, samt kostnader ved islegging, bygge kostnader og rehabilitering av gamle baner. De forskjellige størrelsene stiller forskjellige krav til idrettsspillere blant annet må ha en forholdvis en god fysisk kapasitet for å håndtere den fysiske påkjenningen og arbeidsbelastningen som innebærer i idretten ishockey.

I Norge det fire kategorier ishaller som er EventArena A, EventArena B, Konkurranseshall og Treningshall (NIHF, 2015). Disse stiller forskjellige krav til blant annet plass til publikum, lysstyrke, høyde til belysning, og videodømming. De forskjellige ishallerne stiller også forskjellige krav til spillerne blant annet lysets avstand og styrke kan påvirke en spillers prestasjoner på isen. Datainnhenting i denne oppgaven baserer seg på at spillerne har spilt på en EventArena B som er 30x60meter.

## **2.3 Målemetoder**

Å måle  $VO_2\max$  er tidkrevende, spesielt når alle spillerne i et ishockeylag skal testes. Derfor er ikke  $VO_2\max$  testing jevnlig brukt, når det finnes bedre alternativer for testing som treneren kan bruke når det gjennomføres selekteringsprosesser innad i laget. De vanligste teknologiske måleinstrumentene som blir brukt for å kvantifisere arbeidsbelastningen til spillere er (1)

hjerterefrekvensmåler (HR), (2) treghetssensorer (inkludert akselerometer), (3) time-motion analysis (TMA) og (4) posisjoneringssystemer (Globalt Navigation Satellite Systems - GNSS) (Boyd, Bell & Aughey, 2014; Douglas, 2019; Luteberget, 2018).

### **2.3.1 Implementering av måleinstrument**

Teknologien i idrettsvitenskapen er i stadig utvikling, slik at flere spillere, trenere og lag kan anvende seg mer til disse måleinstrumentene for å dokumentere hvordan de kan forbedre sine idrettslige prestasjoner (Douglas, 2020). Bruken av måleinstrumentene skal kunne gi en dypere forståelse for å optimalisere treningsregime, slik at det kan bli tatt høyde for fysiske påkjenninger for å minske risikoen for å påføre seg skader (Boyd, et al., 2014; Luteberget, 2018).

Selv om teknologien er tilgjengelig er ikke det en selvfølge at måleinstrumentet blir tatt i bruk. For at spillere og trenere skal kunne implementere teknologien som en del av deres treningsregime, bør resultatene fra måleinstrumentet være overbevisende nok (Douglas, 2020). Da er det essensielt at presentasjonen av resultatene er fra idrettsekspert (analytikere, medisinsk team eller forskere). Samtidig bør teknologien som blir tatt i bruk i forskningen ha god validitet og reliabilitet, som betyr at instrumentet måler med nøyaktighet og måler det som er hensikten med studiet (Balagué, Torrents, Hristovski & Kelso, 2017; Ellapen & Paul, 2016).

Videre er det viktig at teknologien ikke oppfattes som forstyrrende for spillerne. Det kan være både fysiske og psykiske påkjenninger av å ha et apparat festet til kroppen som kontinuerlig skal måle den fysiske prestasjonen og samtidig kan forårsake irritasjon av huden som igjen kan føre til kløe som kan forstyrre spillernes mentale tilstand (Catapult Sports, n.d.). Brikken er plassert i en tettsittende drakt hvor den er plassert mellom skulderbladene og litt opp, hvor dette er en optimal plassering for måling ifølge produkteiers datablad men det uvisst om dette er en optimal plassering for spillerne (Catapult Sports, n.d.).

### **2.4 Ulike arbeidskrav**

Basert på posisjonen på banen møter ishockey spillerne noen ulike arbeidskrav. Ifølge forskningslitteraturen viser det seg at angrepsspillerne i ishockey har en høyere intensitet enn

forsvarsspillerne (Jackson, et al., 2016; Douglas, Johnston, Baker, Rotondi, Jamnik & Macpherson, 2019). Studiet av Stanula og Rocziok (2014) målte intensiteten hos hockeyspillerne gjennom hjertefrekvens (HR). Forsvarsspillerne brukte 22% av deres spilletid oppe imot 94,5% av makspuls, samt 22% av andre spillere var mellom 82.6 og 94 prosent av makspuls. Angrepsspillerne brukte 19% av deres tid på 94,5% av makspuls, hvor 26% var i moderat sone (Stanula & Rocziok, 2014). I tillegg har det vist seg en angrepsspiller har flere anaerobe utførelser i løpet av en kamp, og har høyere aerob kapasitet enn forsvarsspillerne (Douglas, et al., 2019; Burr, Jamnik; Baker; Macpherson; Gledhill & Mcguire, 2008).

I et annet studiet av Jackson, et al., (2016) brukte HR måler og TMA måleinstrument hvor de registrerte antall byttinger basert etter spillerposisjon. I studiet fant de ut at angrepsspillerne hadde 18 byttinger i gjennomsnitt per kamp, imens forsvarsspillerne hadde 15 byttinger per kamp. Det viser at angrepsspillerne har høyere gjennomsnittstid på benk enn forsvarsspillerne. Det ble brukt HR målere for å registrere intensiteten til spillerne i laget, som viste et gjennomsnitt på 92% av  $HR_{max}$  (Jackson, et al., 2016). Dette kan igjen vise til at det er forskjellige krav til arbeidsbelastning etter posisjon hvor angrepsspillere får mer gjennomsnittstid på benken enn forsvarspillere og derfor får lengre tid til å komme seg etter intensiv aktivitet.

$HR_{max}$  kan bli brukt for å estimere det aerobiske behovet på ishockeyspillere. Forskningen av Green, Bishop, Houston, McKillop, Norman & Stothart (1976) viser at prosentandelen av  $HR_{max}$  ligger i gjennomsnitt på 85% i løpet av en kamp. Lignende resultater ble dokumentert av Jackson, et al., (2016) studiet, hvor hovedfunnet var at ishockeyspillerne hadde mellom lav og moderat intensitet ca. 84% av spilletiden. Det som påvirker intensiteten til ishockeyspillerne er at det er flere pauser i spillet, som består av straffer, gliding, pauser og stopp i spillet, som trekker ned intensitetsnivået (Nightingale & Douglas, 2018).

Ishockey er altså en idrett hvor spillerne må ha god utholdenhet. Et av måleinstrumentene som kan brukes for å måle arbeidskapasitet (aerob) er å gjennomføre en test av det maksimale oksygenopptaket ( $VO_{2max}$ ). Verdiene av  $VO_{2max}$  viser hvor mye oksygen kroppen klarer å ta opp under maksimal anstrengelse, målt i milliliter per minutt ( $ml \cdot kg \cdot min$ ), og er en indirekte måling av energiforbruket i en arbeidsbelastning (Green & Houston, 1975). Basert etter en forskning viser at hockeyspillere som opplever suksess er spillere som har høyt oksygenopptak (Durocher, Jensen, Arredondo, Leetun & Carter, 2008). Hockeyspillere som er på elitenivå har

et oksygenopptak mellom 50-60 ml\*kg\*min, imens kvinner har lavere spekter hvor verdiene ligger mellom 40-50 ml\*kg\*min (Durocher, et al., 2008). Etersom også anaerob- og aerob arbeidsbelastning er ulik mellom posisjonene (Douglas, 2020), kunne en VO<sub>2</sub>max test vært en relevant testmetode for en ishockeyspiller. Dette kunne igjen brukes av trenere for å ha et datagrunnlag for selektering.

## **2.4 Psykiske forutsetninger**

Toppidrettsutøvere påvirkes vanligvis mindre enn resten av befolkningen av psykisk press og har dermed bedre psykiske forutsetninger til å prestere under press, men også til å ikke bli påvirket av ytre faktorer (Crust & Azadi,2010). Dette er delvis grunnet mental trening, men også psykologiske strategier som beskrevet av Crust og Azadi (2010). Det er viktig å skille mellom psykisk helse som går mer på personkarakterstikker som uavhengig av person kan opptre, og stressmestring som blir tatt opp i denne delen. Stressmestring og psykiske forutsetninger henger i stor grad sammen og er deler av det å være toppidrettsutøver.

## **2.5 Catapult ClearSky T6**

Den teknologiske utviklingen av GPS signal og GNSS målinger for innendørsidretter vil derfor også kunne være et argument for at dette er et bedre alternativ enn fysiske tester. GPS signal som opprinnelig var militære formål fungerer ved hjelp av satellittposisjonering mot minimum fire satellitter som matematisk regner ut avstand, noe som fungerer greit for utendørsidrett.

Teknologien fungerer annerledes fra utvendig målinger til innvendige. I innvendige målinger er LPS Anchor Nodes eller NPS nodene plassert ut i hallen. Disse nodene registrerer IMU-brikkene og filtreres av eksempelvis Catapult Clearsky T6 for å regne ut spillernes posisjoner i sanntid. GNSS-verdiene regnes ut i sanntid av programvaren Openfield basert på posisjon til IMU-brikken samt hendelser før, under og etter eksempelvis akselerasjon, distanse og fart (Luteberget, 2018). Det er flere noder som registrerer IMU-brikken samtidig for å triangulere posisjon og bevegelse, men dette vises ikke gjennom Openfield hvilke noder som registrerer enheten (Luteberget, 2018). Desto flere noder som registrerer IMU-brikken desto mindre avvik blir det fra faktiske data, opptil et visst punkt. Ifølge Luteberget (2018) sin studie viser det at datakvaliteten blir bedre opp til 20 noder, men at det deretter blir mindre forskjeller med

ytterligere noder. Det kan derfor argumenteres for at 20 noder er optimalt, men det trengs mer forskning på dette for å stadfeste dette. Det gir derimot en indikasjon på at flere enn 20 noder ikke er nødvendig for kvalitetsdata. På en annen side gir antall noder over 20 fortsatt marginalt bedre kvalitet på data. For en rikere klubb kan det være hensiktsmessig å ha flere noder for å få bedre kvalitet på dataen, men dette er ifølge forskning av Luteberget (2018) altså ikke en nødvendighet. Videre viser studiet til Luteberget (2018) at det er viktig at nodene er godt spredt i hallen, som vist i figur 1. Dette er for å fange opp mest mulig fra IMU-brikkene for å minske feilmarginer eller støy i dataen. Signalforstyrrelser kan eksempelvis komme fra høyde og veggene i hallen og dette kan påvirke måledataen. Teknologiske fremskritt har gjort det mulig å bruke LPS teknologi på en bedre måte også for innendørs måledata. Derfor har måling av spillerdata blitt mer fremtredende også i innendørs lagidretter.

## **2.7 Fysiske tester**

Gjennomføring av fysiske tester for egenskaper ansett som viktige i ishockey er noe trenere gjør for å finne ut om spillerne har en god fysisk kapasitet. Blant fysiske tester referert til i litteraturen finner man mellom annet vertikalt og horisontalt hopp, 40-yard (36,6m) sprint og 1 minutt test på situps og pushups (Bracko & George, 2001). Det er tester som fokuserer på spenst, utholdenhet, hurtighet, retningsforandringer og maksimal og eksplosiv styrke (Bracko & George, 2001; Janot, Beltz & Dalleck, 2015).

Disse fysiske testene blir som oftest gjennomført når det er sesongpause, slik at den fysiske testingen ikke forstyrrer med forberedelsene til trening eller kamp. Samtidig så er det fysiske arbeidskrav som stilles innad i laget som er en nødvendighet, fordi ishockeyspillerne skal kunne håndtere arbeidsbelastningen som innebærer taklinger, skøyting og passering av puck (Douglas & Kennedy, 2019). Samtidig viser det seg at hvordan spillerne presterer på de fysiske testene har en relasjon til hvordan de presterer på isen (Farlinger, Kruisselbrink & Fowles, 2007; Bracko & George, 2001). De forskjellige fysiske testene er utprøvd kontinuerlig gjennom sesongen av flere lag. Resultatene fra disse testene viser at det i for stor grad fører til forstyrrelser på kampforberedelser og trening i den grad at det ikke er hensiktsmessige å gjøre disse gjennom hele sesongen.

Verdiene som spillerne får på de fysiske testene, som blir gjennomført på og av isen, kan sies å gi en forutsigbarhet på spillerens prestasjon (Farlinger, et. al., 2007; Bracko & George, 2001), men dette er ikke alltid tilfelle. I 40-yard (36,6m) sprint og vertikalt hopp handler det om å utvikle kraft som er noe som regnes som det samme komponenten i skøyting (Bracko & George, 2001). Selv om de fysiske testene gjennomføres biomekanisk annerledes, som hopp og løping, er hovedkomponenten fremdeles gjort ved bruken av kraft (Bracko & George, 2001). Ettersom de fysiske testene, som hopp og sprint, blir gjennomført biomekanisk annerledes enn skøyting, er det sannsynligvis mindre relevans i testene for ishockeyspillere. Bevegelsene en ishockeyspiller gjør på banen kan vanskelig repliseres av sprint og hopp. Skøyting er en bevegelse som stiller andre arbeidskrav sammenlignet med løping og sprint på løpebane og derfor vanskelig kan testes av disse. I skøyting beveger beina seg i et posterolateralt plan som stiller krav til mye muskelkraft fra spesielt strekkerne og abduktorene i hoften og adduktor muskulatur (Bracko, 2004). I tillegg for at spilleren skal få fremdrift på skøyter på isen må skøyten være vinkelrett på skøytenes glideretning, hvor det ledes til horisontal og lateral kraftproduksjon (Bracko, 2004). Disse forskjellene kan påvirke resultatet av tester og gjøre det vanskelig å overføre disse til den virkelige verden.

Til tross for at de fysiske testene som blir gjennomført utenfor banen, sprint og hopp, viser tidligere forskningslitteratur at det er en sammenheng med spillerens prestasjon på banen (Farlinger, et al., 2007; Burr, et al., 2007; Douglas, 2020). Korrelasjonen mellom de fysiske testene og prestasjonen på banen er viktig for treneren (Farlinger, et al., 2007), fordi det skal kunne forutsi prestasjonen til spilleren basert etter de fysiske verdiene.

Som nevnt tidligere skal fysiske tester gi trener en forutsigbarhet av spillerens prestasjon, men det er ikke alltid relevant. Gjennomføring av 40-yard (36,6m) sprint er for å finne ut spillerens toppfart i skøyting, som er en av de viktigste karakteristikkene som ishockeyspiller. Det en studie av Diakoumis & Bracko (1998) som viser til at sprinttest 40-yard (36,6m) gir den sterkeste indikasjonen på ishockeyspillerens prestasjon på banen. Ifølge Farlinger, et al., (2007) er spillerne sjeldent i toppfart i kamp, noe som betyr at andre typer faktorer utgjør prestasjonen til en spiller, for eksempel akselerasjon, koordinasjon og svinger. Ved å legge inn mer realistiske omstendigheter i de fysiske testene vil kanskje være mer representativt av det å være ishockeyspiller. Det som er nevnt tidligere om at horisontal hopptest er mer relevant enn vertikal hopptest, viser at det er nødvendig med mer forskning på hvilke av testene som gir de mest relevante verdier for en ishockeyspiller. Selv om hopptest kan gi den beste indikatoren på

prestasjonen på en ishockeyspiller, bør det gjennomføres flere fysiske tester for å være mer presis eller sikker på om spilleren har det potensialet som stilles innad i laget.

### **2.7.1 Hopp**

En hopptest indikerer hvor stor kraftimpuls en ishockeyspiller klarer å utvikle i underkroppen. Vertikal hopptest er en test som er effektiv og lett for trenere å gjennomføre for å evaluere kraften i beina hos spillerne. Det finnes flere versjoner av vertikal hopptest, som svikthopp («countermovement», CMJ), knebøyhopp («squat jump», SJ), fallhopp («drop jump»), både med og uten armsving, samt «jump-and-reach» test («overhead goal/jump- and-reach») (Burr, et al., 2007). Samtidig finnes det ulike måleinstrumenter for å registrere hoppet til spilleren, som kraft plattform, video analyse, kontaktmatta som måler svevtid og utstyr for jump-and-reach test (Burr, et al., 2007). Av de ulike hopptestene er en hopptest mer eller mindre egnet for å kunne forutsi prestasjonen til en ishockeyspiller. Forskningslitteraturen viser at vertikalt hopp er en god indikator på prestasjonen til ishockeyspillere, hvorav de som har mest eksplosivitet og kraft i beina presterer best i trening og kamp (Burr, 2007).

Studiet av Farlinger, et al., (2007) undersøkte ulike hopptester, Wingate (30 sekunders anaerob sykkel test), 30m sprint av is, pushups, og flere, for å finne ut hvilken test som ville gi best indikasjon på ishockeyspillerens prestasjon. Studiet konkluderte med at horisontal hopptest hadde sterkest korrelasjon til spillerens prestasjon, hvorav utførelse av kraft i horisontal retning er mer relativ til skøyting. Hockeyspillere som skaper mest kraft i horisontal hopplengde viser at de også skøyter raskest ettersom de utfører mer kraft i hvert steg (Farlinger, et al., 2007; Burr, Jamnik, Dogra & Gledhill, 2007). Et annet studiet, Burr, et al., (2007) testet ut hvilken av hopptest protokollene, svikthopp eller knebøyhopp, som er mest egnet for måling av kraft i beina for ishockeyspillere. Det viste seg at knebøyhopp (SJ) var mest egnet for å teste kraft i beina til ishockeyspillere, fordi testen assimilerer skøytebevegelsen, samt krever koordinasjon hvor det er ikke rom for store feil (Burr, et al., 2007). Dermed vil vertikal hopptest være en mindre spesifikk indikator på spillerens prestasjon (Farlinger, et al., 2007). Ved bruken av kraftmatte ble det rapportert av Mascardo, Seaver & Swanson (1992) at høyde i vertikalt hopp styrker validiteten og relabiliteten av testen.



## 2.7.2 Sprint

Et annet studiet nevner at 40-yard (36,6m) sprint gir en bedre indikasjon på spillerens prestasjon med en sterkere korrelasjon (-0.749) enn hopptest (-0.649) (Diakoumis & Bracko, 1998). Ifølge studiet av Duthie, et al., (2006) anbefales det å teste ishockeyspillere på 40-yard (36,6m) sprint når det testes for akselerasjon. Bruken av verktøyet fotoceller er noe som er oftest brukt for å få en best mulig nøyaktighet med målingen. I tillegg er det et verktøy som er billig og enkelt å bruke for å monitorere farten til spilleren. En ulempe med en slik type metode er likevel hvordan spilleren starter sprinten, ved å lene seg bakover for å så starte på fremdriften (Kraan, Veen, Snijders & Storm, 2001). Dermed er det anbefalt å starte med foten på streken for å eliminere eller minimere det momentet av å lene seg bakover før fremdriften. Utfordringen er derimot at spillere som skal begynne på en sprint på en korrekt måte kan risikere å starte fotocellen for tidlig med et uhell. Tidligere forskningslitteratur har kommet med et forslag at spillerne starter 30-100cm bak den første fotocellen, som en løsning på problemet med å starte tiden for tidlig (Duthie, et al., 2006). Når det finnes forskjellige typer startposisjoner, som «rocking» (å lene seg bakover før man går fremover), vil kunne påvirke tiden på sprinten. Løsningen på det problemet kan være at alle kan ha samme type startposisjon som eliminerer de uforutsigbarheten på spillerens metode for å starte en sprint. Studie av Duthie, et al., (2006) undersøkte relabiliteten på 40-yard (36,6m) sprinttest ved å gjennomføre tre ulike startposisjoner (stående start, fot start, tommel start). Studiet konkluderte med at fot start ga spillerne best tid i gjennomsnitt, men ikke nok til å kunne anbefale eller implementere de tre start posisjonene ved gjennomføring av sprinttesten.

## 2.6 Time-motion analysis

For innendørs idretter har TMA vært den mest brukte metoden for å regne ut arbeidsbelastningen til spillerne i trening eller kamp (Stanula, Gabrys, Roczniok, Szmatlan-Gabrys, Ozimek & Mostowik, 2016; Douglas & Kennedy, 2019). TMA innebærer videoopptak, hvor en observatør monitorerer spillerens bevegelser og kategoriserer intensiteten deretter (Douglas & Kennedy, 2019; Douglas, 2019; Luteberget, 2018). Da har forskningslitteraturen om lagsport fokusert mest på tid, fart og avstand, dermed gitt en kvalitativ beskrivelse av intensiteten, som gåing, løping og sprint (Luteberget, 2018, s.2). I ishockey baseres intensiteten etter hastighet. Studiet av Jackson, et al., (2016) brukte TMA og pulsmåler (HR) som

måleinstrument på ishockey kvinner gjennom tre kamper. Da ble skiftdistribusjonen registrert hvor gjennomsnittet var mellom 32-54 sekunder (ca. 84% av sin aktive spilletid), som inneholdt mest fra lav- til moderat intensitet, med korte perioder med høy intensitet ved måling av utøverens makspuls ( $HR_{max}$ ) (HR på 92% av utøverens  $HR_{max}$ ). Forskerne fant ut at angrepsspillerne hadde høyere intensitet i lengre tidsperiode enn forsvarsspillerne. I et annet studie av Stanula, et al., (2016) rapporterte også lignende resultater av mannlige ishockeyutøvere av U20 lag, hvor 30% av utøverens spilletid var i høy intensitet (89,5% av  $HR_{max}$ ) og 25% i moderat intensitet (mellom 76,4 og 89% av  $HR_{max}$ ).

Studiet av Thoden & Jette (1975) observerte fra TMA ved å registrere antall byttinger per kamp og varigheten av spillerens spilletid og hviletid. I tillegg ble det registrert hvor mange akselerasjoner som ble gjort i løpet av en kamp. Også i dette studiet rapporterte at angrepsspillerne hadde høyere intensitet enn forsvarsspillerne. Som nevnt ble samme metode brukt i Green, et al., (1976) sin studie, hvor arbeidsbelastningen til ishockeyspillerne ble beregnet basert etter antall byttinger per kamp. Lagets skiftdistribusjon varierte mellom 14 og 21 byttinger per kamp, hvor spillerens aktive spilletid varte i gjennomsnitt 85 sekunder av den totale spilletiden på 20 minutter på isen (Green, et al., 1976). Videre viser studiet at i 39 sekunder, av de 85 sekundene med aktiv spilletid, ligger ishockeyspillerne opp imot 80% av maksimal hjertefrekvens ( $HR_{max}$ )(Green, et al., 1976).

Før GNSS teknologien ble god nok for bruk i innendørsidretter, så har TMA vært måleinstrumentet for å kvantifisere arbeidsbelastningen til spillerne (Douglas, 2020). Bruken av TMA som måling av arbeidsbelastning har ofte blitt kritisert ettersom spillerne i de forskjellige idrettene, fotball, rugby, basketball og ishockey, gjør raske og korte bevegelser som gjør det uforutsigbart og vanskelig å kalkulere (Douglas & Kennedy, 2019; Stanula, et al., 2016). Kalkuleringen av arbeidsbelastningen er avhengig av observatørens ekspertise, som er med å påvirke reliabiliteten av TMA metoden. Reliabiliteten er avhengig av observatørens ekspertise, antall observatører, nivå og hvilken type sport som blir observert (Douglas & Kennedy, 2019). I tillegg finnes det heller ikke standardiserte retningslinjer som en nødvendighet for å delta i TMA, som også gir en negativ påvirkning til reliabiliteten (Dobson & Keogh, 2007). Samtidig til begrensingen av analysering ved bruken av TMA er at det ikke gir informasjon i sanntid i henhold til bevegelse, som det har vist seg å være en fordel for forskere og trenere (Dellaserra, et al., 2014). Derfor vil TMA være en metode som man bør være kritisk til når det kommer til reliabilitet og subjektivt av klassifisering (Douglas, 2020).

Studie av Green, et al., (1976) undersøkte arbeidsbelastningen til ishockeyspillere ved bruken av TMA og HR, deretter beregnet energiforbruket av VO<sub>2</sub>max og skøytehastighet. I studiet konkluderte Green, et al., (1976) med at selv om skøytehastighet krever mest energi så er det flere små faktorer, som akselerasjon, svinger, passering av puck og kollisjon med andre spillere som blir utelukket i beregningen. Etersom anaerob- og aerob arbeidsbelastning er ulik mellom posisjonene kunne en VO<sub>2</sub>max test være en relevant testmetode for en ishockey spiller.

## **2.7 Global Navigation Satellite System**

GNSS står for Global Navigation Satellite System og er et samlebegrep for satellittnavigasjonssystem som gir brukere globale geografisk data. Ikke dedikerte GNSS system er som oftest enten ikke-dedikert geolokasjonsteknologi da den kan skifte fra forskjellige satellitter hvis signalet er dårlig eller dedikert da den tilhører en spesiell satellittgruppe. Noen eksempler på GNSS system er Amerikanskbaserte GPS, Russiske GLONASS og kinesiske Beidou. De største fordelene med GNSS systemet er at disse er presise, alltid tilgjengelige og enkle i bruk med ny teknologi. Eksempelvis med GPS kan en GNSS mottaker velge signalkildene som er mest effektive for dens behov der og da. Det kan for eksempel være en topografi som gjør at en satellitt passer bedre enn en annen og GNSS systemet kan da bruke de beste kildene på denne måten. GNSS systemer har eksistert siden 1978 og teknologien har avansert forbi militært bruk som det primært var utviklet for. GNSS systemer brukes nå for eksempel for navigasjon i biler, annen kommersiell bruk, men også innen idrett. Eksempelvis for å måle ytelse i utholdenhetsidretter (Gløersen, Kocbach, Gilgien, 2018) og lagidretter (Luteberget, 2018; Douglas, 2020; Boyd, et al., 2014).

GNSS og andre lokale navigasjonssystem kan være løsningen for de begrensningene som TMA og pulsmåler har når det kommer til måling av arbeidsbelastningen av spillere (Boyd, et al., 2014). GNSS er et måleinstrument som ble først brukt i 1997 siden har blitt mer normalt for å kunne gi spillere og trenere en dypere innsikt på spillerens totalbelastning i ulike idretter som fotball, australsk fotball, rugby, cricket, hockey, lacrosse og nettbull (Cummins, Orr, & O'Connor, 2013; Chambers, Gabbett, Cole & Beard, 2015). Bruken av GNSS måling vil kunne gi sanntidsverdier, samt en objektiv måling av eksempelvis ishockeyspillere (Douglas, 2020). I tillegg vil måleinstrumentet kunne gi relevante verdier fra trening eller kamp, som treneren kan ta nytte av. Det har blitt en økning ved bruken av GNSS verktøyet gjennom det siste tiåret

for å få et teknologisk konkurransefortrinn (Düking, Hotho, Holmberg, Fuss & Sperlich, 2016). Det er fremdeles begrenset med tidligere forskning ved bruken av GNSS målinger for å finne ut arbeidsbelastningen til ishockeyspillere, men det er flere lagidretter dette er testet ut på hvor resultatet har gitt en indikasjon på at dette også kan fungere for ishockey (Douglas, 2020) Med dypere innsikt om spillerens totalbelastning kan bidra til å utvikle et mer spesifikt treningsprogram basert etter posisjon og prestasjon på banen, noe som igjen kan gi et konkurransefortrinn ved at spillerne trener seg opp til sine spesifikke oppgaver på banen (Cummins, et al., 2013; Douglas, 2020). I tillegg tilføyer GNSS teknologien relevante verdier av spillerens totalbelastning, som består av spillerens bevegelsesmønstre, intensitetsnivå, taktisk informasjon og fysiologisk respons (Cummins, et al., 2013; Douglas, 2020). Dette kan eksempelvis gi informasjon på hva spillerne skal gjøre, hvordan de skal gjøre det og hva som eventuelt kan gjøres for å unngå skader.

Et eksempel hvor GNSS måling blir brukt på en utendørs idrett er Amerikansk fotball. En studie av Wisbey, Montgomery, Pyne & Rattray (2009) brukte måleinstrumentet GNSS for å finne ut om det er noe forskjell på arbeidsbelastningen mellom de ulike posisjonene på banen i Amerikansk fotball. Ved bruken av GNSS kunne forskerne i studiet konkludere med at midtbanespillerne hadde signifikant høyere arbeidsbelastning i forhold til forsvars- og angrepsspillerne ( $p < 0.05$ ). Studiet ble gjennomført utendørs hvor det er signal slik at det er mulig å kvantifisere arbeidsbelastning av hver enkeltspiller på laget. Dette er et klart eksempel på tidligere litteratur rundt temaet hvor problematikken ved bruk av GNSS målinger er tatt opp og selv om dette var utendørs er det viktig å huske på at dette er en studie fra 2009.

En annen idrett som GNSS verktøyet kan brukes til kan være svømming. Det er en studie av Beanland, Main, Aisbett, Gustin & Netto, (2012) undersøkte hastighet og antall svømmetak i tre forskjellige stiler (butterfly, brystsvømming og freestyle) hvor det ble tatt et filmopptak av prestasjonen. I 2012 var det relativt tidlig i GNSS teknologien, som betyr at hvis målingen skal ha god reliabilitet og validitet, burde utøveren bevege seg sakte i lineær retning (Witte & Wilson, 2004). Dermed vil måleinstrumentet GNSS virke et godt alternativ for å kvantifisere kinematikken til svømmeren ettersom det går sakte i en lineær strekning. Studiet av Beanland, et al., (2012) konkluderte med at GNSS var valid og nøyaktig med målingen av svømmerens hastighet og armtak i tre forskjellige stiler, allerede i 2012. Den hurtige teknologiske utviklingen senere år gir også indikasjon på at GNSS-verktøy også har utviklet seg.

Den informasjonen av GNSS målingen tilføyer gir ulike verdier av spillerens prestasjonsnivå på trening og kamp. GNSS-verdiene av spilleren gir trener en fordel om det bør tas enkelte justeringer i treningsregime før, under eller etter en kamp. Justeringen behøver ikke bare gjelde for enkeltspiller, men også for hele laget noe som kan gi et konkurransefortrinn kontra de lagene som ikke har tatt i bruk GNSS-verktøy.

### **2.7.1 Lokalt posisjoneringssystem**

Målingen av arbeidsbelastningen ved bruken av GNSS er mest brukt når det kommer til måling av spillerne i ulike lagidretter (Boyd, et al., 2014). Den store fordelen med å bruke GNSS som et måleinstrument er å kunne analysere spillerne i sanntid, som betyr at dataene er tilgjengelig hele tiden (Scott, et al., 2016). Dette blir derimot problematisk ved bruk av GNSS innendørs da det ikke er mulig å få satellitt signal, eller det kan komme forstyrrende refleksjoner fra omgivelsene og dermed gi store feilkilder.

Den teknologiske utviklingen har gjort det mulig å kunne måle mer presis av den totale arbeidsbelastningen av ishockeyspiller, samt andre lagidretter innendørs ved bruken av lokalt posisjoneringssystem (LPS). LPS baserer seg på «anchor nodes» og triangulering av posisjonen til en gjenstand eller person. GPS bruker signaler fra satellitter som er rundt 20.000km vekk fra jorden og beveger seg rundt 14.000 km/t noe som kan gi feilmarginer i seg selv, kombinert med andre mulige feilkilder av innholdet kan GPS derfor sies å være et dårlig alternativ innendørs for detaljmåling. Ut ifra dette virker LPS som et bedre system for måling av arbeidsbelastning innendørs.

Ettersom det er begrenset med forskning om GPS målinger av ishockeyspillere presenterer LPS muligheten til å forske mer om temaet. Dette har skapt muligheter for å kunne tilføye mer forskning på området rundt LPS og måling av arbeidsbelastning i lagidretter som foregår innendørs og spesielt for denne oppgaven om ishockey.

### **2.7.2 IMU brikker (treghetssensorer)**

Bruken av GNSS måling gjør det effektivt og enkelt å kunne måle spillerne når de er på trening på isen eller i kamp. Spillerne har egne tettsittende vester med treghetssensorer (Inertial measurement unit - IMU) på ryggen som blir registrert av måleinstrumentet. I studiet av Halson,

Peake, et al., (2016) nevner de at fordelene med GNSS måling er at det er ikke forstyrrende for spillerne, fordi IMU brikken er lite, lett og er tettsittende til kroppen. IMU brikken inneholder tre-akset akselerometer, akselerometer, gyroskop, og magnetometer, som registrerer de eksplosive bevegelsene og den høye intensiteten (Dellaserra, et al., 2014). IMU data registreres ofte rundt 100 Hz, som det gjør i dette foreliggende studiet. Posisjonsdata fra GNSS derimot er ofte på 10 Hz.

Etter registreringen av en kamp, ved bruken av Clearsky Clearsky T6, vil rådata lastes fra brikken og videre inn i programvaren Openfield Cloud Analytics. Den rå dataen blir konvertert av programvaren til flere variabler, som arbeidsbelastning (PlayerLoad) og tregheitsbevegelser (IMA – inertial movement analysis). Utregningen av arbeidsbelastningen er kvadratroten av summen av øyeblikkelig endring av akselerasjon fra tre vektorer, delt på skaleringsfaktor av 100 (Luteberget, 2019; Chambers, et al., 2015).

$$\text{Playerload} = \sqrt{\frac{(a_{y1}-a_{y-1})^2+(a_{x1}-a_{x-1})^2+(a_{z1}-a_{z-1})^2}{100}}$$

$a_y$  = Fremover akselerasjon

$a_z$  = Sidelengs akselerasjon

$a_x$  = Vertikal akselerasjon

Kombinasjonen av akselerometer og gyroskop dataene brukes til å beregne en akselerasjonsvektor som ikke er påvirket av gravitasjonen. Dette gjøres ved bruk av Kalman filtrering algoritmer. Disse algoritmene oppdager når en akselerasjon skjer, som kan betraktes som en umiddelbar et-steg bevegelse (ex: plutselig retningsforandring). Slike registreringer gjør IMA hendelser til høy intensitet hendelser (HIE – high intensity events). Deretter blir brikken kalkulert etter brikkens orientering fra sanntid av hendelsen, hvor dette blir uttrykt som forandring i hastighet ( $m \cdot s^{-1}$ ). Orienteringen av brikken er basert etter vinkel av akselerasjonen som er målt i grader (+/-180grader).

### 2.7.3 Geolokasjon

Geolokasjon er kjent ved flere navn, eksempelvis geotracking, geolokasjon, geolokalisering og geoposisjonering. Geolokasjon gir lokasjonsdata bestående av for eksempel lengdegrad og

breddegrad for å fastsette posisjon til et objekt (Pahlavan, Li & Mäkelä, 2002). Geolokasjon blir brukt til flere ting alt fra å spore dyr til treningsapp på mobil som Strava. Geolokasjon brukes også i andre kretser som fartsmåling på en ishockeybane ved å regne ut tid og avstand mellom A og B. Geolokasjon fungerer ved flere teknologier, men består gjerne av tre hovedkomponenter, (1) signalmottak, (2) lokasjonsdata og (3) lokasjonskoordinater.

I all hovedsak fungerer alle geolokasjonsløsninger på samme måte, først ved at en enhet mottar et signal (signalmottak) videre ved at denne lokasjonen blir triangulert og lokasjonsdata sendes videre til en posisjoneringsalgoritme (lokasjonsdata) og til slutt regner algoritmen ut koordinater og sender dette til et displaysystem (lokasjonskoordinater) (Roxin, Gaber, Wack, & Sidi Moh, 2007). Geolokasjon deles gjerne også opp i to lokaliseringsteknikker, dedikerte og ikke-dedikerte. De dedikerte teknikkene består av en dedikert infrastruktur som infrarød, radiofrekvens og satellittdata. De ikke dedikerte signalmetoder eller spesifikke signalkilder kan prosessere flere forskjellige (Roxin et al., 2007) Geolokasjon bruker en kalkulasjon som avhenger av flere vinkler og referansepunkt for å fastslå posisjoner. Selv om det er teoretisk mulig å 2D markere en posisjon ved hjelp av tre referansepunkter slår mulige feilkilder fra både teknologi og omgivelser ut og det trengs ofte flere referansepunkt. Geolokasjon foregår matematisk sett lignende en lineær ligning, hvor navigasjonssystemer bruker regressive algoritmer eksempelvis «least squares» for å regne ut en posisjon i 3D flater (Pahlavan, Li & Mäkelä, 2002). Dette er eksempelvis for GPS gjort ved avstandsmåling til fire eller flere satellitter. Geolokasjon er et samlebegrep som tar for seg flere teknologier som GPS, LPS, IR, RF med flere. I denne oppgaven brukes det utstyr som tilhører LPS teknologi eller lokalt posisjonssystem.

#### **2.7.4 Komplette bevegelsessensor-systemer**

Det er forskjellige leverandører som måler posisjonering til spillere, for eksempel STATSports (Viper pod), Catapult Sports in Australia (Clearsky, MinimaxX, og OptimEye) og ChyronHego i USA (ZXY Arena) (Luteberget, 2019). Hver programvare har en spesifikk algoritme som konverterer målingene fra IMU enhetene til verdier som gjenspeiler de fysiske kravene i lagidrett. Det er i dag ingen spesialisert GPS-algoritme som går for ishockey som idrett, men de forskjellige algoritmene brukt til lagidretter passer også til ishockey. Tidligere forskning på ishockey og har benyttet bevegelsessensorer fra Australske Catapult Sports med modellene ClearSky og MinimaxX.

Playerload viser verdien av arbeidsbelastningen (Boyd, et al., 2015). Arbeidsbelastningsvariabler er brukt for å måle den generelle fysiske aktiviteten, og i tillegg måle løpebasert aktivitet og ikke løpebasert aktivitet. Registrering av ulike hendelser løpet av en kamp som frekvensen og omfanget, samt forskjellen mellom ikke- og løp-basert aktiviteter, som forandring av retning og taklinger/kollisjon. De forskjellige GPS-teknologiene har også forskjellige innretninger hvor brikken er plassert. I stor grad består dette av tettsittende vest som har en brikke på. Brikken er som oftest plassert på mellom skulderbladene for å ha best mulig tilgang til sensorene som skal registrere aktiviteten. Brikkene må grunnet forskjellige aktiviteter være plassert så tettsittende som mulig for å unngå støt og slag som kan bevege sensoren og gi feildata.

Hvorav verktøyet, MinimaxX som er et annet målingsverktøy utviklet av Catapult Sports, har muligheten til å monitorere flere spillere samtidig, krever mindre resurser, måling av ferdigheter og andre former for kontakt som innebærer i idretten kan bidra til spillerens krav (Boyd, et al., 2014). Det er ikke dermed sagt at Catapult Sports MiniMaxX er et bedre verktøy til tross for fordelene. Det er totalsummen av positive og negative sider ved et verktøy som bestemmer, og denne er individuell i hvert enkelt tilfelle.

Utstyret er i stor del ganske likt i de forskjellige teknologiene som tidligere nevnt. Utstyret består av en brikke, en tettsittende vest, samt den nødvendige hard- og softwaren for å bruke utstyret. Spesifikt for Clearsky T6 fra Catapult Sports, som ble brukt i denne studien, så er brikken 48mm bred, 40mm lang og 6mm dyp, den har en 5 timers batterilevetid før oppladning. Clearsky T6 bruker også UWB wireless som har rekkevidde opptil 300m fra sentralen. Brikken i seg selv veier fra 53gram. Dette utstyret er laget for å være minst mulig i veien for utøvere samtidig som det gjør jobben med å registrere bevegelsene. Noen av svakhetene ved Clearsky T6 fra Catapult Sports er blant annet at den kun har en dedikert Iphone applikasjon, har større totalvekt enn noen av konkurrentene og er dypere enn noen av konkurrentene (Catapult Sports, Australia). Den større totalvekten er relativt liten, men at den er 6mm dyp kan være et irritasjonsmoment i forbindelse med den tettsittende vesten.



## 2.7.5 Relabilitet og validitet av Catapult Clearsky T6

Studie av Luteberget (2018) undersøkte relabiliteten og validiteten ved bruken av Catapult ClearskyT6. Det har vist seg at den totale distansen som utøveren tilbakelegger har en høy korrelasjon, samtidig henger dette i sammen med energiforbruket og hjertefrekvens. I de ulike studiene som har målt validiteten og relabiliteten på verdiene har blitt gjennomført med ulike programvare eller software, som har ulik filtrering når det kommer til registrering av rå data.

Dermed vil det være en mulighet at verdiene vil ikke være sammenlignbare, ettersom ulik filtrering eller software bruker ulike algoritmer når rå data måles. Selv om verdiene er ulike, så gir det fremdeles en sterk korrelasjon mellom distanse og arbeidsbelastningen til utøveren. De forskjellige verdiene kan påvirkes av flere faktorer som brikken plassering, antall satellitter signalet måles fra og antall noder plassert ut i haller. Videre er det også de forskjellige bevegelsene som kan bevege selve brikken som kan påvirke resultatet. Disse kan enkelt minimeres ved å ha en tettsittende drakt slik som i dag hvor brikken får lite bevegelsesrom. Videre må antall noder og satellitter som tar imot signalene optimaliseres for å oppnå best mulig forutsetninger for å eliminere feil på rå dataen.

Luteberget (2018) viste god reliabilitet ved lave variasjonskoeffisienter i kontrollerte øvelser (CV: 3.1%). Verdiene økte ettersom håndballutøvere gjennomførte mer komplekse oppgaver (4.4-6.7%). Verdiene i begge variablene, Playerload (CV <2%) og HIE (CV <3%) viste en god reliabilitet (Luteberget, 2018).

Sammenlignet med studiet av Van Iterson, et al., (2017), som brukte en eldre versjon av Catapult (S5), viste lignende resultater med bare litt større variasjon i kontrollerte øvelser. Øvelsene som blir gjennomført kontrollert innebærer fremover og bakover akselerasjon på skøyter, lav intensitet gliding, kryss-over og slagskudd (Van Iterson, et al., 2017). Det er forskjellige feilkilder som kan forekomme, men gjeldende forskning viser altså at kan sies at det er god relabilitet og validitet ved bruk av LPS verktøyet for måling av arbeidsbelastning. I studiet til Van Iterson, et al., (2017) rangerte relabiliteten basert etter CV, hvor 0-10% er god relabilitet, 10-20% er moderat relabilitet og 20% eller mer betegnes som dårlig relabilitet.

### **2.7.6 Utfordringene med GNSS + Playerload**

Når det gjelder GNSS målinger av ishockeyutøvere innendørs har ikke vært mulig ettersom idretten foregår inne i en arena hvor GPS signalene ikke har muligheten til å måle hver enkel utøver og deres arbeidsbelastning. Ettersom GPS teknologien har utviklet seg finnes det en metode hvor bruken av triaksial akselerometri, samt opptakene av gyroskop og magnetometer kan kvantifisere utøverens bevegelser. Bruken av triaksial metoden, som kvantifiserer arbeidsbelastningen til ishockeyutøveren, vil kunne gjør det mulig å måle utøverens totale arbeidsbelastning. Kalkuleringen av arbeidsbelastningen blir gjort ved bruken av verktøyet MinimaaxX enhet (Catapult Sports, Melbourne, VIC, Australia). Begrepet Playerload er definert som en øyeblikkelig endring av hastighet av akselerasjon delt på en skaleringsfaktor som bruker akselerometrene i de tre bevegelsesplanene for å kvantifisere bevegelsesintensitet (Douglas, 2020).

### **2.7.7 Posisjon – forskjellige arbeidskrav**

I ishockey har forskjellige posisjoner på banen ulike arbeidskrav, hvor angrepsspillere har høyere intensitet og høyere arbeidsbelastning i spillet enn forsvarsspillerne. Basert etter forskningslitteraturen som er allerede nevnt, konkluderte med at det var en signifikant forskjell mellom posisjonene ved bruken av HR og TMA som måleinstrument (Jackson, et al., 2016; Stanula & Rocziok, 2014). Basert etter kritikken ved bruken av TMA kan GNSS være et alternativ for måling av ishockeyspillere. På denne måten kan treningen spesifiseres mer etter hvilken posisjon utøveren har på isen. Verdiene fra GPS målingene kan dermed tas i bruk både av spillere og trenere og forsterke effekten av målingene.

## 3.0 Metode

I denne delen av oppgaven ble det redegjort for metodebruk i studien. I dette observasjonsstudiet har foretatt en objektiv måling av spillerens arbeidsbelastning. Videre vil utvalget av forsøkspersoner og rekruttering av spillerne bli opplyst, samt foreta hvilke forskningsetiske retningslinjer som blir fulgt. Deretter hvilke testutstyr som blir brukt for datainnsamling, samt testutstyrets reliabilitet og validitet. Etterpå vil prosedyren bli delt på hvordan datainnsamlingen ble gjennomført. Avslutningsvis vil databehandlingen bli beskrevet på hvordan det ble behandlet og hvordan dataen blir presentert.

### 3.1 Studiedesign

Det er problemstillingen som bestemmer hvilken metodisk tilnærming som brukes, fordi det baseres etter hva man velger å ha besvart i studien (Bjørndal, 2015). Basert på problemstillingen ble objektive måling av ishockeyspilleres arbeidsbelastning sammenlignet med deres fysiske kapasitet målt med et utvalg kapasitetstester. Studiet kan tegnes som en tverrsnittstudie, der dataene danner grunnlag for kvantitative analysemetoder. I studien ble derfor gjennomført hvor spillerne gjennomførte fysiske tester en dag og fire dager for hver simuleringskamp. De fysiske testene besto av vertikal hoppstest, sprinttest på løpebane og på is. Datainnsamlingen av de 4 simuleringskampene foregikk i desember måned, hvor spillerne spilte mellom 1 til 2 kamper per uke (10, 19, 20, 22 des.). Disse kampene var vanlige simuleringskamper med de reglene som følger av det. Datagrunnlaget skulle egentlig være større, men grunnet Covid-19 ble sesongen avbrutt og datainnsamlingen ble også påvirket av dette. Simuleringskampene ble spilt i en EventArena B med standardmålene 30x60m.

### 3.2 Forsøkspersoner og rekruttering

Forsøkspersonene i studiet er hockeyspillere fra Stavanger Oilers sitt U21 og U18 lag, som konkurrerer på topp i junior nivå i Norge. Det er totalt 34 spillere som har gjennomført de fysiske testene. Med GPS målingen ble det derimot bare 20 spillere målt ettersom det bare var 20 IMU brikker tilgjengelig. Simuleringskampene hadde som formål til å danne et datagrunnlag som skulle simulere hockeyspillerens prestasjon på isen, som kan knyttes opp mot fysiske

tester. I henhold til lagets treningsregime er simuleringskampene en normal prosedyre. I GPS målingen ble det meldt frafall av antall spillere i hver av de fire simuleringskampene.

### **3.2.1 Inklusjons- og eksklusjonskriterier**

For at hockeyspillerne kunne delta i studien måtte alle signere på et samtykkeskjema. Kriteriene var at de måtte være på samme lag, hvor alder kunne variere mellom  $17 \pm 4$  år. Spillerens deltakelse måtte minst være med på 3 simuleringskamper og deltatt på alle de fysiske testene. De som bare gjennomførte 1 eller 2 simuleringskamper eller ikke deltok på de fysiske testene ble ekskludert fra datamaterialet i denne oppgaven. Totalt var det 18 av 20 stykk som gjennomførte hele studiet, hvor de to andre ble ekskludert på grunn av at en rykket opp til A-lagstroppen og en ble skadet. De resterende spillerne ble med videre i studien og dannet datagrunnlaget.

### **3.3 Forskningsetiske retningslinjer**

Studiet fulgte retningslinjene som er i samsvar med personvernlovgivningen, hvor utdeling av samtykkeskjema og signatur av forsøkspersonene (Vedlegg 1) ble gjennomført. Hockeyspillerne ble informert om studiet med at de ble tilsendt et skriv (Vedlegg 3), hvor spillerne ble informert om at de kunne trekke seg når som helst uten å måtte oppgi noe grunn. Samtidig spillerens risiko, anonymitet, studiets problemstilling, datainnsamling og databehandling. Forsøket ble deretter godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD) (Vedlegg 2). Listen over hvilke brikke nummer for hver spiller skulle få og spillerens identitet ble håndtert av stipendiaten, som ble oppbevart i en kodet fil på teams. Gruppen på teams er det bare personene som deltar i studiet som har tilgang til. I databehandlingen ble bare ID nummeret notert. De forskningsetiske retningslinjene gav føringer på hvordan oppgaven skulle gjennomføres og datainnsamlingen var i henhold til gjeldende regelverk.

### **3.4 Prosedyre**

Grunnet Korona-pandemien ble datainnsamlingen annerledes enn først planlagt i prosjektplanen. Spillerne spilte mellom 1 og 2 kamper per uke. Kampene ble spilt som simuleringskamper i en EventArena B på 10, 19, 20 og 22 desember. Kampene var

simuleringskamper med regler tilnærmet like som i vanlige kamper med noen mindre tilpasninger.

### **3.4.1 Testbatteri av fysiske tester**

Ishockeyspillerne gjennomførte fysiske tester ved en anledning i løpet av studiet. Testbatteriet bestod av (1) svikthopp test, (2) 30 meter sprint test på løpebane, og (3) sprinttest på is. Siden de fysiske testene er standard målemetode for spillerne, ble det ikke gjort noen forberedelser eller tilvenning til testene. De fysiske testene ble gjort samme dag slik at risikoen for frafall var mindre, selv om det var enkelte spillere som ikke deltok på de fysiske testene eller i alle 4 simuleringskampene.

**3.4.1.1 Sprinttest:** Testing av hurtighet ble gjennomført på løpebane hvor spillerne løp 30 meter. Da ble bestetiden og toppfarten notert. En slik hurtighetstest med mellommålinger har vist seg å være relevant, ettersom de fleste akselerasjoner pleier å variere mellom 5-40 meter i kamp og treninger (Teo, Newton & McGuigan, 2011; Duthie, Pyne, Ross, Livingstone & Hooper, 2006). Spillerne ble instruert med å stå med et par centimeter bak sensoren. Tid og toppfart ble notert. For hver spiller som hadde gjennomført en sprint, hadde en pause helt til alle i gruppen hadde gjennomført én gang.

**3.4.1.2 Vertikal svikthopptest (CMJ):** Svikthopptest måler utøverens evne til å utvikle mest mulig kraft i strekkapparatet i beina med å hoppe vertikalt. Testen ble gjennomført på en kaftplattform, hvor spillerne står med ca. skulderbreddes avstand mellom beina og hendene på hofta. Deretter ble utøverne instruert til å gjøre en sats og hoppe så høyt de bare kunne, uten å bøye knærne i hoppet. Spillerne fullførte tre hopp hver hvor alle hopp ble registrert. Reliabiliteten for svikthopptest viser seg å ikke være gyldig med CV på 14,09%, når kriteriet for god relabilitet er under 10% (Cormack, Newton, McGuigan & Doyle, 2008; Jiménez-Reyes et al., 2017).

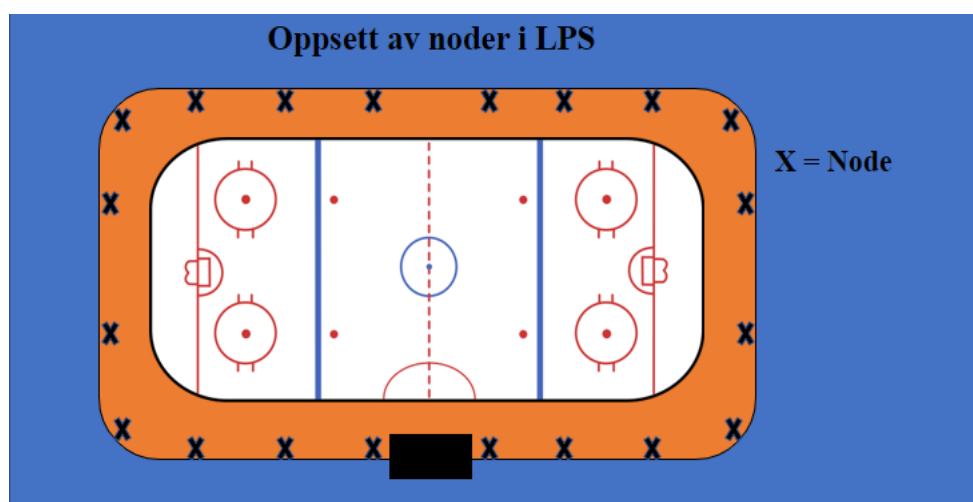
### **3.4.2 Bevegelsesdata**

Spillerne fikk utlevert vester som de hadde på seg under kampene. I vestene var det en måleenhet som ble lokalisert mellom skulderbladene. Som blir målt av nodene som er installert

i hallen. Bevegelsesdataene registrert med treghetssensorene (IMU) ble lagret i måleenhetene og synkronisert med programvaren etter kampen, imens Openfield programmet viste posisjonsdataene i sanntid. Spillerne skal spille kampen som de vanligvis ville ha gjort. Utstyret måler totaldistanse, akselerasjon, deselerasjoner, antall sprinter, gjennomsnitt- og maksimalhastighet (ulike variabler som utgjør GPS målingene – PE, SL, EE, Intensity Zones), som utgjør den totale arbeidsbelastningen. Når alle brikkene har blitt aktivisert etter planen og nodene registrerer IMU brikkene så er det klart for å starte datainnsamlingen. For hver periode i spillet vil det bli satt på pause i registreringen. Deretter er klar for å starte neste periode når en ny periode begynner igjen. Den dataen som blir lagret i IMU brikkene må kobles til LPS (Catapult Clearsky T6, Catapult Sports, Australia) for å synkronisere dataen til «skyen» i programvaren Openfield etter kampslutt. Etter dataen er lastet opp i «skyen» er det klart for videre databehandling i ettertid.

### 3.6 Testapparatet

Catapult Clearsky T6 (Catapult Sports, Australia) ble benyttet for å måle ishockeyspillerens arbeidsbelastning. Det finnes flere ulike leverandører av LPS som monitorerer lagidretter, hvor i denne studien bruker systemet fra Catapult Sports, altså typen Clearsky T6 (Australia). De andre type systemene monitorerer spillerne på samme måte, bare at systemene bruke litt annen type algoritmer når det kommer til utregning av GPS verdiene.



**Figur 1.** Oppsett av de 20 nodene i DNB arena

Utstyret for å teste hurtigheten på ishockeyspillerne på løpebane og på isen var et

tidtakingssystem. Dette systemet er trådløst som gjør det enkelt å bruke, samt gjør mellommålinger. Tidene blir transportert og lagret på en håndholdt konsoll. Oppsettet til testutstyret er at det er to fotoceller på startstreken, to på 20m og to på 30m, som utgjør totalt seks fotoceller totalt. Når spillerne starter sprinten bryter de laserstrålen mellom disse to fotocellene, som da registrerer dette og starter tiden. Videre i sprinten når spillerne bryter laserstrålen på 20- og 30m blir tidene registrert.

## **3.6 Validitet og reliabilitet**

### **3.6.1 Validitet av testutstyr**

Validiteten på LPS (Catapult Clearsky T6, Catapult Sports, Melbourne, Australia) utstyret baseres etter om det gir relevante data og gir gyldige resultater på det som undersøkes i studiet. Det finnes ikke en klar definisjon av validitet, men ifølge Scott, Scott & Kelly (2016) «the validity of an instrument reflects the ability of that instrument to accurately measure what it intends to measure». Ifølge Newton (2012) blir validitet referert som «... the degree to which evidence and theory support the interpretations of test scores entailed by proposed uses of tests». Luteberget, Spencer & Gilgien (2018) konkluderte med at LPS er valid for å kunne erstatte TMA for måling av innendørs idretter. Når det kommer til øyeblikkelig akselerasjon gir LPS for store feilmarginer av farten at det er ikke valid. Feilmarginene innebærer flere faktorer, som plassering av nodene, filtreringen av rådataen, Hz frekvensen, veggene i hallen, blant annet (Luteberget, et al., 2018).

### **3.6.1 Reliabilitet av testutstyr**

Reliabilitet er om studiet tester det som er relevant, samt være presis for det som måles eller testes (Newton, 2012). Luteberget, Holme & Spencer (2017) sin studie ble reliabiliteten og sensitiviteten testet på de IMU-brikkene i to ulike settinger, i et laboratorium og på banen. De konkluderte med at IMA styrken viste en god reliabilitet i begge settingene (CV < 10%). I et annet studie av Van Iterson, et al., (2017) brukte også LPS ved måling av ishockeyspillere, bare ved bruken av en annen type måleapparat, Catapult Optimeye S5 monitor (Catapult Sports, Australia). Optimeye S5 monitor er fra samme leverandør som Clearsky T6, Catapults Sports. Studiet fikk lignende resultater som Luteberget, Holme & Spencer (2017) sin studie, hvor LPS

viste en god relabilitet i laboratorium og på banen. Når akselerasjoner eller raske økninger av hurtighet resulterte til at relabiliteten ble dårligere.

### **3.6.2 Validitet og Relabilitet av testbatteri**

Ved bruken av fotoceller for måling av tid på sprinttesten, 40-yard (36,6m), har vist seg å gi en god relabilitet og validitet (Duthie, et al., 2006; Ransdell & Murray, 2011). Ifølge studiet av Duthie, et al., (2011) testet ut ulike startteknikker av sprint på løpebane, hvor målingen av tid ikke ga noen signifikant forskjell mellom startteknikk. Det skal sies at bruken av fotoceller gjør en nøyaktig måling som styrker validiteten og relabiliteten av sprinttesten. Det er en studie av Krause, et al., (2012) som bruker korrelasjonen av resultatet av sprinttesten, hvor hvert 1 sekund vil tilsi 0.6 sekund forskjell på sprinttesten på skøyter.

Ifølge studie av Cormack, et al., (2008) gjennomførte to ulike tiltak av CMJ testen for å etablere relabiliteten for å bekrefte om det er en god test til å kunne forutsi prestasjonen av spillere. De ulike tiltakene av CMJ var et enkelt hopp og gjentatte hopp. Det viste seg at enkelt hopp ga best relabilitet (CV 1.08%), hvorav gjentatte hopp ga litt dårligere relabilitet (CV 1.88% og 1.57%) (Cormack, et al., 2008). Evnen av å utvikle kraft, hastighet og akselerasjon er noe spillerne må ha i hockeyidretten, fordi det er de faktorene som avgjør spillerens prestasjon på isen. Ettersom CMJ viser seg å være en test som gir en god relabilitet og validitet for å kunne forutsi prestasjonen til ishockeyspilleren (Jiménez-Reyes, et al., 2017; Ransdell & Murray, 2011).

## **3.6 Prosedyre**

### **3.6.1 Fysiske tester**

Det var 34 spillere som gjennomførte de fysiske testene på samme dag, hvor de møtte opp i Vikinghallen kl. 08:00 på morgningen. Deretter ble spillerne delt opp i to grupper (17 spillere i hver gruppe). Gruppe 1 gjennomførte svikhopp (CMJ), mens gruppe 2 gjennomførte sprint. På CMJ fikk spillerne 2 forsøk hvor hvert forsøk innebar 3 hopp etter hverandre. Etter alle spillerne hoppet 3 hopp, skulle alle gjennomføre enda en runde med 3 hopp, 6 hopp totalt. Hoppene ble gjennomført med strake bein, hvor beina var i skulderbreddeavstand og armene på hoftene. Dette ble målt ved bruken av kraftplattform for spenst.



Gruppe 2 gjennomførte spillerne en sprint på 30 meter. Etter en sprint hadde spillerne ca. 3 min pause før de fikk enda et forsøk. Det ble ca. 4 forsøk på hver av spillerne. Målingen av sprinten besto av elektronisk tidtakingssystem, samt mellommålinger, der sensorer ble plassert på 0-, 10-, 20-, og 30 meter. Etter alle spillerne var ferdig med CMJ og sprinten, byttet gruppene plass og gjentok samme prosess som forrige gruppe. Gjennomføringen av de fysiske testene tok ca. 1,5 time. På ettermiddagen gjennomførte spillerne sprint på is, hvor gruppe 1 møtte opp kl. 14:30 og gruppe 2 møtte opp kl. 16:00. Spillerne gjennomførte sprinten på tilsvarende måte som de gjorde innendørs.

### **3.6.2 Treningskamper**

Det ble gjennomført 4 treningskamper som skulle simulere en reell kamp, derav navnet simuleringskampene. Kampene foregikk over 3 perioder på 20 minutter med 18 minutter pause imellom periodene. Begge lag besto av 15 spillere, fordelt på 3 rekker, totalt 30 spillere (12 backer og 18 forwards). Hver rekke spilte i 60 sekunder før de hvilte i 120 sekunder. Rekkene rullerte på å starte periodene, så hver utøver fikk 7 innsatsperioder i 2 perioder og 6 innsatsperioder i en periode, altså 20 innsatsperioder totalt, hvorav hver utøver får 20 minutter spilletid på isen. Det bør nevnes at selv om runden varer i 60 sekunder, er den aktive spilletiden ca. 50 sekunder ettersom det tar tid å komme seg av og på isen.

Byttingen foregikk ved hjelp av trener eller støtteapparat som varslet med fløyta når tiden var inne for bytting. Spillerne sluttet umiddelbart spillet og gikk inn for bytting for at neste rekke skulle gjenoppta spillingen der pucken befant seg. Spillet ble ikke stoppet ved offside eller andre brudd på reglene. Dette er noe treneren eller støtteapparatet tok seg av med å blåse i fløyten og rope «icing/offside» slik at det laget som angrep trakk seg tilbake og det forsvarende laget fikk pucken. Som nevnt tidligere, var det utilstrekkelig med IMU brikker til alle 36 spillere, dermed ble bare 2 rekker fra hvert lag målt, mens 1 rekke fra hvert lag ikke målt.

### **3.7 Databehandling**

Rådataen som har blitt lagret i «skyen» i programvaren Openfield måtte behandles, hvor spillerne måtte «benkes». Betydningen av «benking» er å fjerne tiden spilleren sitter på benken og registrere tid spilleren er på isen og av isen. Ettersom nodene registrerer IMU brikken selv

om spilleren sitter på benken, må dette tas vekk fra beregningen av den totale arbeidsbelastningen (PlayerLoad). Etter «benkingen» har blitt gjennomført, utførte stipendiaten beregningene av GPS verdiene (PE, SL, EE, Intensity Zones) som utgjør spillerens arbeidsbelastning. All data fra spillerne blir presentert i Microsoft Excel som er et program som er laget av Microsoft. For å analysere dataen ble det laget en gjennomsnittsverdi av GPS verdiene av de fire simuleringskampene. Dermed ble gjennomsnittsverdiene fra hver spiller overført til Statistical Package of the social science (SPSS) for videre dataanalyse.

### **3.8 Variansanalyse**

For videre dataanalyse ble det gjennomført ANOVA for å undersøke om det er en forskjell mellom spillerne basert etter kampdata og fysiske verdiene. Spillerne ble delt opp i tre grupper, basert etter spillerens posisjon på banen (FWD, C og D). Det var statistisk signifikant forskjell mellom spillerne i variablene max\_velocity og sprint. Ifølge Post Hoc-sammenligninger ved bruken av Tukey HSD test indikerte at gjennomsnittet av posisjon FWD ( $M = 8.48$ ,  $SD = 0.38$ ) var det signifikant forskjell i forhold til posisjon D ( $M = 7.97$ ,  $SD = 0.36$ ) i max\_velocity ( $p < 0.05$ ) og sprint ( $p < 0.05$ ). Posisjon C ( $M = 8.73$ ,  $SD = 0.35$ ) var det signifikant forskjell i forhold til posisjon D i max\_velocity ( $p < 0.01$ ). Det var ikke signifikant forskjell mellom posisjon C og FWD ( $p > 0.05$ ).

### **3.9 Uavhengig t-test**

En uavhengig t-test ble gjennomført for å sammenligne forskjellene mellom posisjonene. Ettersom posisjonene FWD og C ikke har noen signifikante forskjeller og posisjon C er en liten gruppe ( $n = 4$ ), samt har omtrent samme posisjon som FWD, blir de to posisjonene lagt i sammen. Basert etter Levene's testen viste det seg å være en forskjell mellom posisjon FWD/C og posisjon D i toppfart\_løpebane ( $p < 0.05$ ). I Levene's testen gir bare en antakelse for at det er en ulik varians. P-verdien av t-testen derimot, viser ikke signifikant forskjell mellom de to posisjonene på toppfart\_løpebane. Når det kommer til max\_velocity og sprint viser det en signifikant forskjell mellom posisjonene ( $p < 0.05$ ).

## 4.0 Resultater

Første delen av resultatene vil den beskrivende dataen av foreliggende studiet blir presentert. Deretter vil resultatet av normalitetstesten, korrelasjonen mellom GNSS- og fysiske verdiene, samt enveis variansanalyse (ANOVA) bli presentert. Avslutningsvis vil korrelasjonene med signifikant forskjell bli fremhevet gjennom figurer.

### 4.1 Deskriptive data

#### 4.1.1 Fysiske tester

I gjennomsnitt løp de 19 forsøkspersonene 30 meter på 4.21 (0.16) sekunder og skøytet den samme distansen på 4.30 (0.14) sekunder (Tabell 1). Variasjonskoeffisienten innad i gruppen var først for toppfarten på is, med 6.4%. Det var ingen systematisk forskjell mellom spillerposisjonene hverken for totaltiden eller toppfarten og hverken på is eller løpebane (alle  $p > 0.05$ ).

**Tabell 1.** Beskrivende distribusjon av fysiske testene for alle tre posisjonene (antall, gjennomsnitt og standardavvik). Verdiene er gjennomsnitt (SD).

Spillerposisjon	Bestetid_løpebane	Tid_30m_is	Toppfart_løpebane	Toppfart_is
Forward (n = 7)	4.24 (0.18)	4.28 (0.15)	8.61 (0.53)	9.45 (0.37)
C (n = 4)	4.13 (0.14)	4.26 (0.20)	9.00 (0.41)	9.96 (0.95)
D (n = 8)	4.23 (0.16)	4.35 (0.09)	8.71 (0.30)	9.48 (0.58)
Alle (n = 19)	4.21 (0.16)	4.30 (0.14)	8.73 (0.42)	9.57 (0.61)

#### 4.1.2 Kampdata

Toppfarten registrert i kamp var 8.32 (0.47) m/s for gruppen samlet. Det ble registrert 421 (214) sprinter, 44 (10) retningsforandringer og en total playerload på 188 (25) (Tabell 2). Basert på de tre spillernes posisjoner på banen ble det funnet statistisk signifikant forskjell i maksimal hastighet (max\_vel.) og antall sprinter ( $p < 0.05$ ). Ifølge Tukey HSD Post-Hoc test var forsvarsspillerne (D) forskjellige fra angripende spillere (FWD og C) for max\_vel ( $p < 0.05$ ).

For antall sprinter var det bare forskjell mellom D og FWD ( $p < 0.05$ ). Ettersom posisjonene FWD og C ikke viste noe signifikante forskjeller på noen variabler (alle  $p > 0.05$ ) ble posisjonene slått sammen og det ble utført uavhengige t-tester (Tabell 3).

**Tabell 2.** Resultatene fra GPS testene presentert av de fire simuleringskampene (antall, gjennomsnitt og standardavvik) basert etter spillerposisjon. Verdiene er gjennomsnitt (SD)

Spillerposisjon	Max_Vel.	Sprint	TPL	HIE	Acc	Dec	Cod
Forward (n=7)	8.48 (0.38)	535 (210)	195 (29)	290 (42)	10.4 (3.5)	232 (39)	48 (8)
C (n = 4)	8.73 (0.35)	529 (158)	193 (29)	296 (59)	11.0 (4.2)	235 (51)	50 (10)
D (n = 8)	7.97 (0.36)	268 (149)	181 (20)	239 (38)	13.1 (2.0)	189 (33)	38 (8)
Alle (n = 19)	8.32 (0.47)	421 (214)	188 (25)	270 (50)	11.7 (3.2)	214 (43)	44 (10)

**Tabell 3.** Uavhengig t-test variabler og Levene's Test.

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means
	Sig.	Sig. (2-tailed)
Max_velocity	.807	.003
Sprint	.508	.004
HIE	.443	.017
Acc_IMA	.083	.094
Dec_IMA	.389	.023
Cod_IMA	.719	.013
Bestetid_løpebane	.735	.688
Toppfart_løpebane	.019	.875
Tid_30m_is	.260	.227
Toppfart_is	.643	.597

Høyden_cm	.153	.849
-----------	------	------

## 4.3 Korrelasjoner

### 4.3.1 Sammenheng mellom de fysiske testene

Av alle gruppene samlet (n =19) viste bestetid på løpebane en signifikant korrelasjon med alle fysiske testene ( $p < 0.01$ , tabell 4). Styrken på korrelasjonen mellom verdiene er sterk på alle fysiske verdiene. Sterkeste korrelasjonen er mellom bestetid\_løpebane og toppfart\_løpebane ( $r = -0.861$ ,  $p < 0.01$ , tabell 4). Korrelasjonen som er litt svakere er mellom bestetid\_løpebane og høyde\_cm ( $r = 0.745$ ,  $p < 0.01$ , tabell 4).

### 4.3.2 Sammenheng mellom kampdataene

Alle spillerne i gruppen (n=19) viste at max\_velocity har en signifikant korrelasjon med samtlige kampdata variabler ( $p < 0.05$ , tabell 4), utenom variabelen Cod\_IMA. Styrken på korrelasjonen varierte mellom fra medium til sterk, hvorav max\_velocity og sprint er den sterkeste ( $r = 0.882$ ,  $p < 0.01$ , tabell 4).

### 4.3.3 Sammenheng mellom fysiske tester og kampdataene

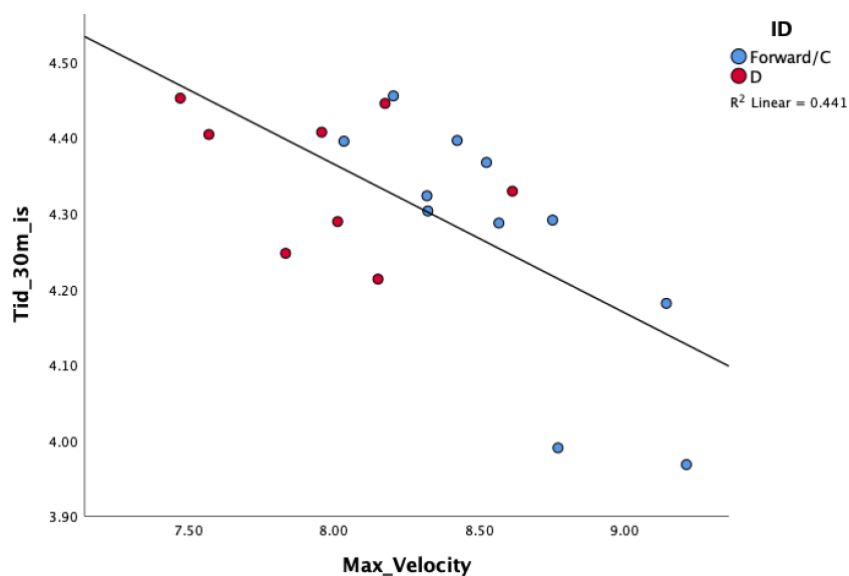
Ved inkludering av hele gruppen (n=19) viste maksimalfarten i kampene en signifikant korrelasjon med samtlige fysiske testvariabler (alle  $p < 0.05$ , tabell 4). Styrken på korrelasjonene varierte fra moderat til sterk, der den sterkeste korrelasjonen ble funnet mellom maksimalfarten og 30m-tiden på is ( $r = -0.664$ ,  $p < 0.01$ , tabell 4, figur 1).

**Tabell 4.** Pearson's korrelasjonskoeffisienter mellom samtlige variabler for gruppen samlet (n = 19).

	Max_velocity	Sprint	HIE	Acc_IMA	Dec_IMA	Cod_IMA	Bestetid_løpebane	Toppfart_løpebane	Tid_30m_is	Toppfart_is	Høyde_cm
Max_velocity	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sprint	.882**	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HIE	.499*	.569*	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Acc_IMA	-.358	-.327	.182	x	-	-	-	-	-	-	-
Dec_IMA	.520*	.642**	.987**	.175	x	-	-	-	-	-	-
Cod_IMA	.343	.152	.640**	-.159	.517*	x	-	-	-	-	-
Bestetid_løpebane	-.499*	-.302	.065	.118	.028	.183	x	-	-	-	-
Toppfart_løpebane	.462	.321	-.039	-.073	-.002	-.182	-.861**	x	-	-	-
Tid_30m_is	-.664**	-.467*	.133	.379	-.110	.072	.683**	-.621**	x	-	-
Toppfart_is	.479*	.430	-.013	-.022	.063	-.338	-.603**	.579**	-.640**	x	-
Høyde_cm	.459*	.230	.079	.095	.090	-.032	-.745**	.603**	-.599*	.473*	x

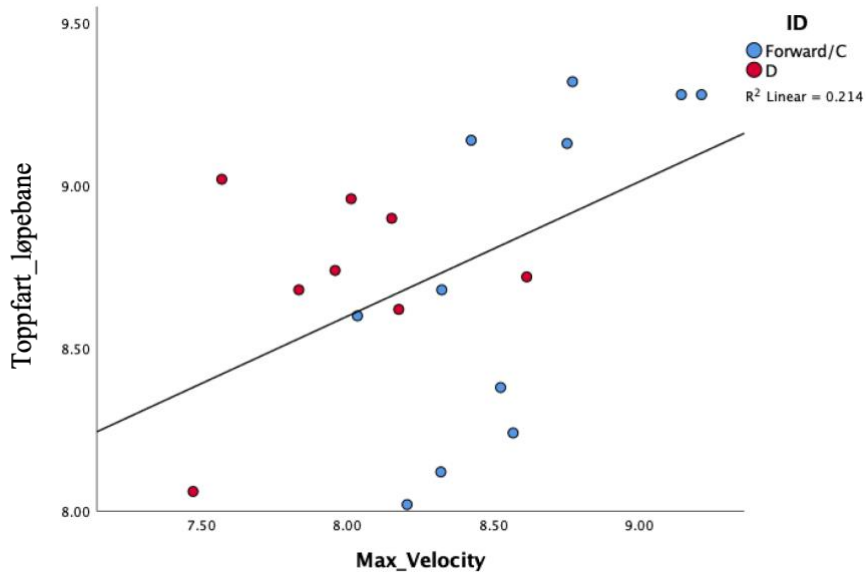
\*\* Korrelasjonen er signifikant på 0.01 (2-tailed)

\* Korrelasjonen er signifikant på 0.05 (2-tailed)

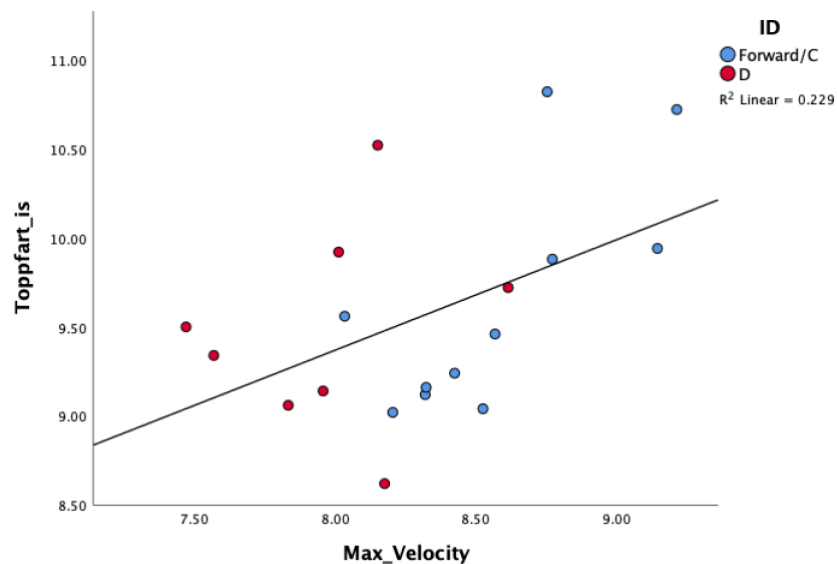


**Figur 2.** X-Y plot av enkeltspillernes maksimalfart i kamp (Max\_velocity) og 30m tiden på is for 8 forsvarsspillere (D, rød) og 11 angrepsspillere (FWD + C, blå)

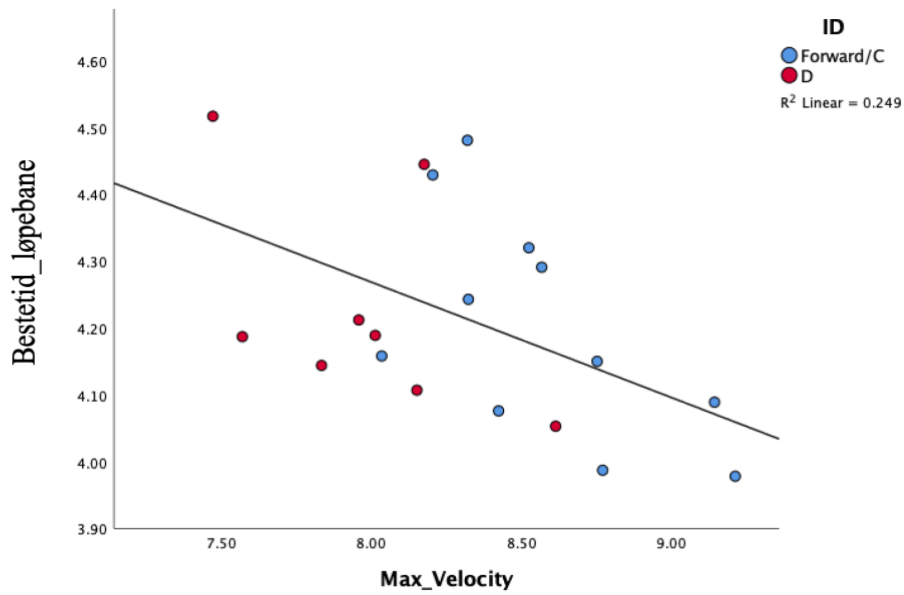
Imens 30m tiden på is kunne forklare ca. 44% av variasjonen i maksimal kampfart (figur 2), kunne 30m tiden løping forklare ca 25% (figur 3). Toppfarten på is forklarte ca 23% (figur 4), toppfarten løping forklarte ca 21% (figur 5) og vertikal hopp høyde forklarte ca 21% av maksimalfarten i kamp (figur 6).



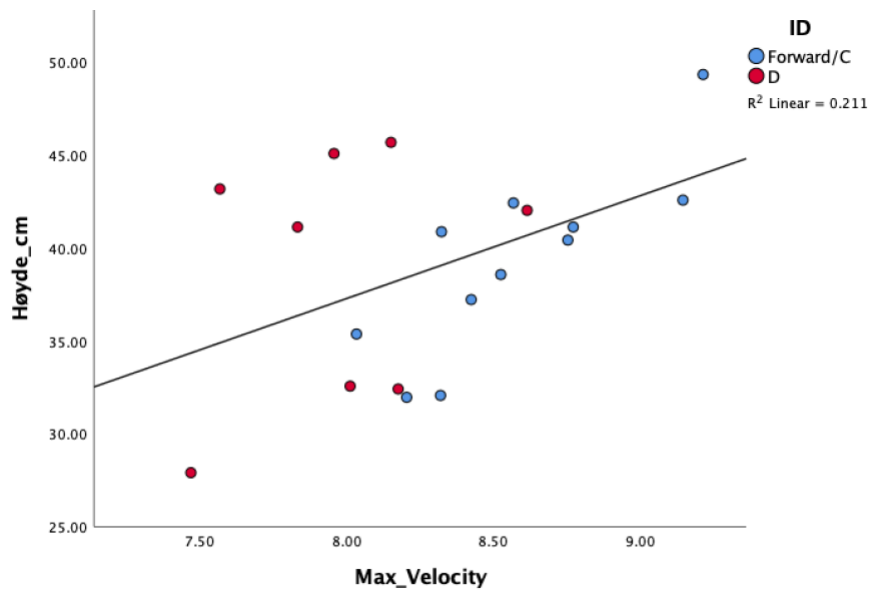
**Figur 3.** X-Y plot av enkeltspillernes maksimalfart i kamp (Max\_velocity) og toppfart på løpebane for 8 forsvarsspillere (D, rød) og 11 angrepsspillere (FWD + C, blå)



**Figur 4.** X-Y plot av enkeltspillernes maksimalfart i kamp (Max\_velocity) og toppfart på is for 8 forsvarsspillere (D, rød) og 11 angrepsspillere (FWD + C, blå)

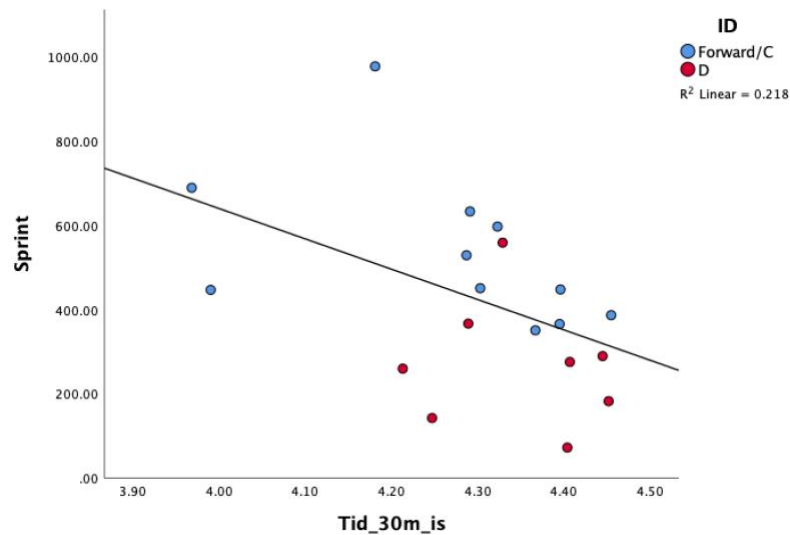


**Figur 5.** X-Y plot av enkeltspillernes maksimalfart i kamp (Max\_velocity) og beste tid på løpebane for 8 forsvarsspillere (D, rød) og 11 angrepsspillere (FWD + C, blå)



**Figur 6.** X-Y plot av enkeltspillernes maksimalfart i kamp (Max\_velocity) og høyde på vertikal hopptest for 8 forsvarsspillere (D, rød) og 11 angrepsspillere (FWD + C, blå)





**Figur 7.** X-Y plot av enkeltspillernes maksimalfart i kamp (Max\_velocity) og antall sprinter i kamp for 8 forsvarsspillere (D, rød) og 11 angrepsspillere (FWD + C, blå)

I tillegg viste antall sprinter en moderat sterk korrelasjon med 30m tiden på is ( $r = -0.467$ ,  $p < 0.05$ , tabell 4), der ca 22% av samvariasjonen var forklart (figur 6). I alle figurene er det derimot en tydelig samling av forsvarsspillere (figur 1-6). Ved å analysere angrepsspillerne (FWD + C spillerne) alene uten forsvarsspillerne ble det funnet sterkere korrelasjonskoeffisienter og større forklart samvariasjon (tabell 5).

**Tabell 5.** Pearson's korrelasjonskoeffisienter mellom samtlige variabler for angrepsspillerne (FWD + C).

	Max_velocity	Sprint	HIE	Acc_IMA	Dec_IMA	Cod_IMA	Bestetid_løpebane	Toppfart_løpebane	Tid_30m_is	Toppfart_is	Høyde_cm
Max_velocity	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sprint	.764**	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HIE	-.058	.204	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Acc_IMA	.002	.051	.789**	x	-	-	-	-	-	-	-
Dec_IMA	.022	.361	.979**	.743**	x	-	-	-	-	-	-
Cod_IMA	-.419	-.664*	.329	.267	.136	x	-	-	-	-	-
Bestetid_løpebane	-.621*	-.304	.355	.192	.304	.380	x	-	-	-	-
Toppfart_løpebane	.700*	.475	-.208	-.178	-.137	-.409	-.941**	x	-	-	-
Tid_30m_is	-.799**	-.461	.407	.388	.358	.308	.692*	-.673*	x	-	-
Toppfart_is	.724*	.550	-.064	-.094	.045	-.543	-.672*	.709*	-.653*	x	-
Høyde_cm	.822**	.474	-.077	.009	-.052	-.173	-.714*	.660*	-.774**	.681*	x

\*\* Korrelasjonen er signifikant på 0.01 (2-tailed)

\* Korrelasjonen er signifikant på 0.05 (2-tailed)

#### 4.3.4 Sammenhengen mellom fysiske tester av angrepsspillerne

Inkludering av angrepsspillerne (n = 11) viste signifikant korrelasjoner mellom alle fysiske testvariabler ( $p < 0.05$  og  $p < 0.01$ ). Styrken på korrelasjonene var alle sterke, hvor den sterkeste var mellom toppfart på løpebane og bestetid på løpebane ( $r = -0.941$ ,  $p < 0.01$ , tabell 5). Den nest sterkeste korrelasjonen er mellom vertikal hopphøyde (høyde\_cm) og tid på 30m på is ( $r = -0.774$ ,  $p < 0.01$ , tabell 5). Resterende fysiske testvariabler er sterke korrelasjoner, samt signifikant ( $p < 0.05$ , tabell 5).

#### 4.3.5 Sammenhengen mellom kampdata av angrepsspillerne

Inkludering av angrepsspillerne (n = 11) viste sprint har signifikant korrelasjon med to kampdatavariabler, max\_velocity ( $p < 0.01$ , tabell 5) og Cod\_IMA ( $p < 0.05$ , tabell 5). Kampdatavariabel Dec\_IMA har også signifikant korrelasjon med to kampdatavariabler, HIE ( $p < 0.01$ , tabell 5) og Acc\_IMA ( $p < 0.01$ , tabell 5). Siste signifikante korrelasjonen er mellom

Cod\_IMA og sprint ( $p < 0.05$ , tabell 5). Styrken på korrelasjonene var alle sterke, hvorav den sterkeste var mellom antall deslrasjoner (Dec\_IMA) og høy intensitets hendelser (HIE) ( $r = .979$ , tabell 5).

#### **4.3.6 Sammenhengen mellom kampdata og fysiske tester av angrepsspillerne**

Inkludering av angrepsspillerne ( $n = 11$ ) viste maksimalfarten en signifikant korrelasjon med alle fysiske testvariabler (alle  $p < 0.05$ , tabell 5). Styrken på korrelasjonene er sterk hos alle fysiske testvariabler, hvor den sterkeste korrelasjonen ble funnet mellom maksimalfarten og høyde\_cm ( $r = 0.822$ ,  $p < 0.01$ , tabell 5). Den nest sterkeste korrelasjonen viste mellom maksimalfarten og toppfart på is ( $r = -0.799$ ,  $p < 0.01$ , tabell 5). De resterende fysiske testvariabler er det signifikant korrelasjoner med maksimalfart ( $p < 0.05$ , tabell 5).

## 5.0 Diskusjon

Fysiske tester er allerede ofte praktisert innen ishockey. Bruken av GNSS som er en metode for måling av ishockeyspillere er relativt lite og i begrenset omfang nevnt i forskningslitteratur (Luteberget, 2017). Nåværende forskning er også begrenset på feltet. Problemstillingen for denne oppgaven er valgt for å kunne tilføre mer kunnskap forankret i eksisterende litteratur om ishockeyspilleres totale arbeidsbelastning ved bruk av GNSS verktøyet Catapult Clearsky T6 (Catapult Sports, Australia). I denne delen vil resultatene bli diskutert opp mot teorien for å prøve å besvare problemstillingen.

### 5.1 Resultatdiskusjon

Etter denne oppgavens forståelse er dette de første studiet som sammenligner GNSS-verdier opp mot fysiske verdier hos ishockeyspillere. Målet med oppgaven var å undersøke om de fysiske verdiene gjenspeiles gjennom simuleringskamper. Hovedfunnene i denne oppgaven var til dels forventet, men også noen uforventede funn i forhold til gjeldende praksis og tidligere forskning. I den foreliggende studien hadde en problemstilling:

I hvilken grad har fysiske tester av spenst og sprint, på og av is, sammenheng med spillerens intensitet under ishockeykamper?

#### 5.1.1 Hovedfunn

Et hovedfunn som var uventet, var de signifikante forskjellene innad i laget mellom max\_velocity og alle de fysiske testene ( $p < 0.01$  og  $p < 0.05$ ) og variablene sprint og tid\_30m\_is ( $p < 0.05$ ). Dette er uventet i form av at det gir en indikasjon på at spilleres prestasjon som ofte blir brukt som grunnlag for uttak ikke trenger å ha noe å si for max\_velocity i kamp, dette gjelder og motsatt. Forskningslitteraturen viser til at fysiske tester som tester hastighet i form av sprint og hopptest, viser at det er en korrelasjon mellom akselerasjon og skøytehastighet (Bracko & George, 2001; Diakoumis & Bracko, 1998; Farlinger, Kruisselbrink, & Fowles, 2007; Mascaro, Seaver, & Swanson, 1992). Ishockeyspillerne i dette studiet viser også at det er en korrelasjon mellom GNSS- og fysiske verdier, men denne oppgaven fremhever i større grad at det kan være enkelte ishockeyspillere som bryter dette korrelasjonsforholdet i signifikant grad.

Eksemplene på alle figurene (1-6) viser at det er noen ishockeyspillere som bryter forutsetningene basert etter de fysiske verdiene eller GNSS-verdiene. Ishockeyspillere som presterer i forskjellig grad på fysiske tester, skal i størst mulig grad gi treneren en forutsetning til å kunne anslå spillerens fremtidige prestasjon i trening og kamp. Forventningen kan sies å være at GNSS-verdiene skal være omtrentlig like spillerens prestasjon i både kamp og trening som de fysiske testene blir brukt nå. Denne oppgaven har derimot vist at selv om det er spillere som sett av den grafiske fremstillingen, fungerer godt på begge arenaer, så er det noen spillere som ikke gjør det. Noen spillere har vist seg at de kan prestere godt på de fysiske testene i gjennomsnitt, men har en lavere gjennomsnittshastighet i forhold til noen av de som presterte dårligere på de fysiske testene. Det er dermed signifikante forskjeller mellom forventningen av at i fysiske tester i tilfredsstillende grad gjenspeiler spillerens prestasjoner på banen.

Et av de forventede resultatene var den signifikante forskjellen mellom posisjonene, FWD/C og D. I Douglas & Kennedy (2019) sin studie, som bruker det samme GNSS-systemet Catapult Clearsky T6 og softwaren Openfield. Studiet fikk de samme forskjellene hvor posisjon FWD har høyere intensitet enn posisjon D. I tabell 2 av studien stemmer overens med funnene til Douglas & Kennedy (2019) sin studie med dette og at posisjon FWD og C har mye høyere gjennomsnitt i sprint enn posisjon D. Ved at hovedfunnene mellom Douglas & Kennedy (2019) sin studie er såpass like kan det sies at det forsterker validiteten og relabiliteten til verktøyet Catapult Clearsky T6 (Catapult Sports, Australia) brukt i denne oppgaven. Studiet til Douglas & Kennedy (2019) har brukt samme GNSS-systemet, Catapult Clearsky T6, og siden resultatene er de samme forsterker dette trolig relabiliteten og validiteten av verktøyet i seg selv.

## **5.2 Fysisk tester**

I dag blir fysiske tester brukt for å gi trenene en forutsetning til å kunne anslå hvordan en spiller kommer til å spille og hvordan utviklingen kommer til å være utover sesongen. Dette er en viktig faktor for å bestemme hvilke spillere som får spille hvilken posisjon og i hvor stor grad disse får i spilletid. Selv om det også er andre faktorer som spiller inn er de fysiske testene en viktig del av laguttaket.

De fysiske testene i denne oppgaven ble gjennomført etter første halvdel av sesongen var over. Det har vist seg at fysiske tester er vanskelige å få gjennomført i løpet av sesongen og ble derfor gjort off-season. Samtidig bruker spillerne mindre tid på isen og at denne studien hadde som formål å ikke forstyrre spillernes forberedelser til neste kamp. Spillerne gjennomførte vertikal hopptest og sprint på og av isen, som treneren i Oilers mener er spesifikke nok til å kunne forutsi spillerens prestasjon på banen fremover. Ifølge studiene av Farlinger et al. (2007) og Burr, et al., (2007) viser til at horisontale hopptester kontra vertikale er mest egnet for å kunne indikere en spiller prestasjon fremover. Det som ville vært interessant er hvordan de fysiske testvariablene ville ha korrelert med kampdataen i dette foreliggende studiet hvis spillerne gjennomførte horisontalt hopptest. Hvis den horisontale kraften i beina til spillerne forbedres, vil dette korrelert med ishockeyspillere sprinthastighet og fører til en høyere hastighetsving (Farlinger, et al., 2007).

Det kan diskuteres om de fysiske testene skulle gjennomføres oftere og om det hadde hatt en påvirkning på korrelasjonen mellom de fysiske testene og prestasjoner på banen. De fysiske testene kan sies å være en til dels verdifull representasjon av oppdaterte tilstanden til spilleren, men det resultatene av denne oppgaven viser at det gir begrenset informasjon om hvordan den fremtidige prestasjonen til spillerne er. Hvis det hadde blitt utført fysiske tester kontinuerlig og disse hadde blitt satt i sammenheng med kampdataen kunne det ha gitt et bedre profil på hvordan spillerne presterer i forhold til de fysiske testene. På den andre siden så er de fysiske testene både tidkrevende og krever energi fra spillerne. Dette kan igjen resultere i dårligere prestasjoner grunnet forstyrrelsene. Her kommer en av de største fordelene med GNSS basert prestasjonsmåling inn. Ved å kontinuerlig ha et datagrunnlag så slipper en å bruke ressurser på fysiske tester av spillerne for å ha et datagrunnlag å ta avgjørelser på, videre så er GNSS målinger en god måte å vise den fysiske kapasiteten til spilleren i sanntid. Som sett av både teorien og resultatene i denne oppgaven er GNSS-verktøy sannsynligvis et presist og godt verktøy for både trenere og annet støtteapparat for å kunne samle inn data om spillerne.

Det er fortsatt fordeler med fysiske tester som at de kan utføres uten bruk av mye teknologi og at disse koster en brøkdelen av teknologiske verktøy. Det kan diskuteres i hvilken divisjon kost/nytte begrepet slår inn og når det begynner å bli hensiktsmessig å gå for mer avanserte verktøy for å anslå sanntid og fremtidig prestasjon for en spiller, men det kan argumenteres at om en skal konkurrere i toppen så er teknologiske fortrinn også relevante. Det psykiske aspektet av de fysiske testene kontra kampdata bør også problematiseres. Testpersonene som bestod av

toppidrettsutøvere kan sies å ha en sterkere mental kapasitet for å mestre stress som vist i teorien, men det er likevel mulig at IMU-brikker og kontinuerlig måling kan ha påvirket dette. Dette blir gjennomgått mer i diskusjon av GNSS.

### 5.3 Sprint

Sprint er blant flere testmetoder en bruker for å måle akselerasjonen til spillere, som er en viktig faktor til en spillers prestasjon på ishockeybanen. Ifølge studie av Duthie, et al., (2006) er sprintmåling en større indikasjon på akselerasjon enn maks hastighet, som det kan sies at det bør utgjøre flertallet av sprinttreninger. Basert på anbefaling for å teste akselerasjon er en sprinttest på 5-40m bedre, men det trengs mer forskning om reliabiliteten og validiteten til hvilken testmetode som fungerer best for å avgjøre. Studiet til Farlinger, et al., (2007) testet ishockeyspillere i sprint ved å gjennomføre 35 meter på is, hvor dette kan styrke påstanden om at 5-40m test er bedre for maks hastighet fremfor lengre eller kortere sprinter som i større grad har vist seg å måle akselerasjon. Resultatene i foreliggende studie viser akselerasjoner i kamp, som gir en lav til medium korrelasjon i forhold til bestetid på løpebane ( $r = .118$ ) og tid\_30m\_is ( $r = .379$ ). Det som er nevneverdig, er at det er ingen signifikante forskjeller på de fysiske testene mellom posisjonene. Studiet av Bracko, et al., (2001) gjennomførte 40-yard (36,6m) sprint på ishockeyspillere, som ga en medium til sterk korrelasjon mellom akselerasjon og fart henholdsvis  $r = 0.44$  og  $r = 0.72$ . I det foreliggende studien har det en svakere korrelasjon mellom max\_velocity og akselerasjon ( $r = -.358$ ) og en tilsvarende styrke på korrelasjonen mellom bestetid\_løpebane og akselerasjon ( $r = .379$ ).

Bracko & George (2001) nevner at det med overveiende sannsynlighet er at ishockeyspillere som løper fort som også skøyler fort på isen, samt er i stand til å opprettholde en høyere gjennomsnittlig arbeidsinnsats gjennom hele perioden spillerens er på isen. Det nevnes også i studiet at det bør tas hensyn til at det er spillere som ikke er i stand til å skøyte fort, men som kan løpe fort på løpebane. Dette kan sies å være en indikator på at de fysiske testene kan være en dårlig måte forutse spillernes prestasjon på banen når det gjelder. Bracko & George (2001) sin forskning kan indikere at funnene i denne oppgaven med flere spillere som ikke presterer på banen som de fysiske testene skulle tilsi kan medføre riktighet. Videre viser også andre type studier, at 40-yard (36,6m) sprint gir den mest konsistente forutsetningen til akselerasjon i skøytingen (Blatherwick, 1989; Bracko & George, 2001).

Resultatene fra denne oppgaven kan indikere at en lav til medium korrelasjon som i forhold til beste løpetid, sett ved siden av akselerasjon i kamp ikke er tilfredsstillende til å kunne anslå hvordan en spiller kommer til å fungere i forhold til de fysiske testene ( $r = .118$ ) og tid\_30m\_is ( $r = .379$ ). Dette kan indikere at fysiske tester ikke er et tilfredsstillende testbatteri og alternative vurderinger bør veie høyere enn fysiske tester.

Selv om litteraturen viser at det er en viss sammenheng mellom en spillers prestasjoner i 40-yard (36,6m) og en spillers prestasjoner på banen, bør nevnes det også i studiet at det bør tas hensyn til at spillere kan gjøre det bra på den ene og ikke den andre. Det kan diskuteres om grunnen til dette er at 40-yard (36,6m) testen rett og slett ikke kan overføres til faktiske aktiviteter på isen, når det ikke samsvarer med de faktiske bevegelsene til ishockeyspillerne. Det er til dels et standard testgrunnlag for fysiske tester for norske ishockeylag og disse har variasjoner, men kan som oftest deles opp i sprintbaserte og hoppbaserte tester. Disse testene har til dels korrelasjon med prestasjoner på banen, men siden disse ikke er sikre kan dette føre til at en spiller som presterer dårlig i fysiske tester kan være banens beste i kamp. Dette er en problemstilling som er viktig å ta med videre for å få et konkurransefortrinn foran andre lag med større fokus på fysiske tester når laget skal formes.

#### **5.4 Vertikal hopptest**

Ifølge Ransdell & Murray (2011) studiet, testet karakteristikken hos kvinnelige elite ishockeyspillere ved å gjennomføre samtlige fysiske tester, som testet kraft, fart, styrke og kroppssammensetning. Det som var interessant i studiet var at lateral eller diagonal hopptest vil kunne gi en bedre indikator på spillerens prestasjon på isen enn vertikal og horisontal hopptest. Dette kan muligens være en svakhet med resultatene presentert i denne oppgaven, men siden forfatter av oppgaven ikke hadde mulighet til å bestemme de fysiske testene måtte oppgaven ta for seg de alternativene som var mulige.

Studiet til Cormack, et al., (2008) nevner at selv om CMJ testen har en relativt god reliabilitet, vil det ikke nødvendigvis være den mest effektive testbatteri å bruke for å monitorere en spillers prestasjon. Figur 5 viser spesielt fire D spillere som hopper høyere enn resten av gruppen i gjennomsnitt. Det gjenspeiler seg ikke i hastighetsnivået på banen hvor D spillere hadde lavere



hastighetsnivå i gjennomsnitt enn flere av spillerne som hoppet lavere. CMJ er en type vertikal hopptest som i stor grad brukes som et testbatteri for kraft og kraftoverføring i beina, men det kan argumenteres med at for eksempel en diagonal hopptest bedre kan indikere en ishockeyspillers prestasjon som vist av Ransdell & Murray (2011).

Studiet av Burr, et al., (2007) gjennomførte to ulike standard hopptester, Vertec og Just Jumps, for å undersøke hvilken testmetode som var mest egnet for å forutse spillerens prestasjon på banen. Studiet konkluderte med at Vertec apparatet for å utføre squat hopp protokollen er mer passende for trenere og Fitness spesialister for å evaluere en ishockeyspillers prestasjon på banen enn vertikalt hopp ( $r = 0,47$ ). Det er fordi Vertec squat har en tilnærming som bedre kan gjenspeile de koordinerte bevegelsene en ishockeyspiller utfører på banen. Det finnes mange forskjellige variasjoner av hopptester som CMJ, Squat, Drop, Overhead Goal, Arm Swing, Ingen Arm, Swing samt flere ulike verktøy som bruk av kraft plattform, videoanalyseverktøy, mat timers og hopp og rekk test. Det kan diskuteres om det finnes andre former for fysiske tester av ben som kanskje kan være mer relevante for ishockey som i stor grad består av koordinerte bevegelser fremfor rene hopp. Det skal sies at i praksis blir vertikale hopptester fortsatt brukt innen ishockey for å måle prestasjonen til spillerne og å forutse spillernes prestasjoner frem i sesongen (Douglas, 2020; Krause, et al., 2012). Derfor er det uavhengig av testbatteri en viktig faktor at det er avvik mellom hvem som gjør det best i tester og hvem som gjør det best på banen.

Bracko & George (2001) fant ut at vertikalt hopp gir en tilfredsstillende indikasjon på ishockeyspillerens prestasjon, fordi korrelasjonen var medium til sterk målt sammen med akselerasjon og fart henholdsvis  $r = -0,31$  og  $-0,55$ . I et annet studiet av Farlinger et al., (2007) testet spillerne med å gjennomføre vertikalthopp, to andre versjoner av hopp (broad jump og 3 «hop jump»). Studiet konkluderte med at treneren burde inkludere horisontal kraft test og 3 «hop jump» for tilstrekkelig vurdere skøyteevnen. Men dette trengs det mer forskning på, ettersom horisontal krafttest som innebar «edgren side shuffle», hexagon reaksjonsevne (agility) og «side support» i Farlinger, et al., (2007) sin studie, kan det diskuteres om horisontal hopptest kan bidra til forbedring av skøyteevne. Vertikal hopptest ble ikke gjort med armsving, men testen har vist seg å være en god test til å forutse prestasjonen på isen.

De forskjellige testene som ble utført er som sagt utført fordi det var disse dataene som ble gjort tilgjengelige for denne masteroppgaven. Selv om tidligere forskning har vist at andre øvelser

kan brukes for å gi en bedre forutsetning av spillerens prestasjon på isen, er disse øvelsene i dag i stor grad brukt i fysiske tester for ishockeyspillere for å rangere disse (Farlinger, 2007, Douglas, 2020; Burr, et al., 2007). De fysiske testverdiene skal være til hjelp for treneren med å avgjøre hvordan spillerne kommer til å prestere på banen. Med andre ord, forskning viser at det er bedre tester å bruke for å forutse prestasjoner, men det er disse testene som blir brukt i dag.

Innenfor hopp, spesielt vertikalt hopp er det en sterkere korrelasjon med resultat på fysiske tester kontra prestasjoner på banen enn for sprint. Det er likevel slik at hopptester varierer både i utstyr bruk og utforming. Noen lag kan eksempelvis utføre vertikale hopp mens andre utfører horisontale. Dette igjen fører til feilkilder fra de fysiske testene i større grad som kan forplante seg til laguttak, målsetting for spillere og i noen grad forebygging av skader.

## **5.5 Kampdata**

I forbindelse med kampdata viser variablene sprint og tid\_30\_is en signifikant forskjell. Posisjon FWD/C hadde i gjennomsnitt høyeste gjennomsnitt max\_velocity i kamp, men presterte dårligere på de fysiske testene i gjennomsnitt i forhold til posisjon D.

Ifølge tabell 3, har GNSS variabelen max\_velocity er signifikant med alle fysiske verdiene ( $p < .05$  og  $p < .01$ ). I tillegg var det signifikant forskjell mellom sprint og tid\_30m\_is ( $p < .05$ ). Et av hovedfunnene ved å sammenligne GNSS- og fysiske verdiene var at det var signifikant forskjell mellom posisjonene, noe som var forventet. Tabell 3 (t-test) viser de forskjellige ulikhetene mellom gruppene. Det var spesielt GNSS variablene, max\_velocity og sprint som ga utslag på at det var en signifikant forskjell mellom de to posisjonene ( $t = .003$  og  $t = .004$ ). Videre viser forskning fra Douglas & Kennedy (2019) at FWD i snitt hadde høyere intensitet enn D, noe som samsvarer med denne oppgaven. Det kan sies at flere forskningsresultater som resulterer det samme forsterker validiteten av studiet, men det er også viktig å fokusere på den enkelte studiens validitet. Denne oppgaven viser også en signifikant forskjell mellom posisjonene FWD/C og D når det gjelder sammenligning mellom GNSS- og de fysiske verdiene i kampsammenheng. Dette igjen forsterker oppgavens resultat ved at fysiske verdier og tester ikke alltid er det beste å måle spillerens fysiske kapasitet og fremtidige prestasjoner på. Det har tidligere blitt utført lignede studier hvor GNSS-verdier som har sammenlignet

arbeidsbelastningen til andre lagidretter i kampspill opp mot fysiske verdier, og dette er også i samsvar med oppgavens resultat (Boyd, et al., (2014).

Kampdata og treningsdata skiller seg ut på forskjellige ting. Det kan for eksempel være at noen spillere presterer bedre av et ytre psykisk press og at noen andre fungerer dårligere. Eksempelvis kan FWD/C som presterte dårligere enn D i testene ha et mentalt fortrinn hvor en klarer å fokusere i kamp og derfor får et fortrinn i forhold til tester. Det kan også argumenteres med at faktorene for hva som utgjør en god hockeyspiller ikke er fullstendig dekket. For eksempel er det kun mulig for nye teknologiske å måle hvor fort en spiller akselerer eller hvor fort en spiller kan skøyte, men dette tar ikke for seg hvor god en spiller er til å se andre spillere og å se situasjoner. Det er uansett et funn av resultatene at å gjøre det godt på de fysiske testene ikke alltid resulterer i god prestasjon på banen, hvorvidt det er grunnet utstyr, mental styrke eller andre faktorer må problematiseres.

## 5.6 GNSS

Det eksisterer flere GNSS systemer som med sine fordeler og ulemper kunne ha blitt brukt i denne oppgaven. LPS er en type GNSS-teknologi som er bedre enn de andre systemene som gir mer nøyaktige data inne. Siden det eksisterer mange feilkilder som kan slå ut for andre systemer er lokale node-systemet som LPS trolig den beste løsningen for måling av prestasjoner til spillere i innendørs lagidretter. Forsningslitteraturen har undersøkt andre mulige GNSS teknologier som kan være relevante for spillermåling som i denne oppgaven, men det er flest klare fordeler med LPS (Douglas, 2020; Sathyan & Shuttleworth, 2012; Luteberget, 2018). Dette er også det systemet det var opplegg for i hallen hvor spillerne ble testet og sammen med tidligere forskning på temaet ble dette den gjeldende teknologien for å gjennomføre denne masteroppgaven.

I studien skal foreta seg verdiene fra GNSS målingen og undersøke om verdiene fra de fysiske testene gjenspeiler den fysiske kapasiteten på banen. Dermed skal det avdekkes om det er noen sammenheng mellom verdiene ved å gjennomføre en korrelasjonsanalyse av verdiene. En tidligere doktoravhandling av Douglas (2020) har ikke direkte undersøkt på problemstillingen, men kan bekrefte et av hovedfunnene at det er forskjell i arbeidsbelastning mellom angrepsspillerne og forsvarsspillerne. Gjennomføring av fysiske tester viser ikke denne

ulikheten mellom posisjonene, som kan være ulempe når treneren tror at spillerne har lik arbeidsbelastning uavhengig posisjon.

Videre studier av Bishop (2008) poengterer at hvis en spillers prestasjon skal optimaliseres så trengs det flere forsøk og eksperimenter som tester ut effektiviteten til spilleren i en realistisk setting. Bruken av GNSS måling gir relevante verdier av spilleres prestasjon på banen og kan sies at å være av slik art som Bishop (2008) etterspør. Ved å monitorere akselerasjon og deselerasjon med GNSS måling vil dette være til hjelp med å forstå den totale belastningen det har for muskulaturen og å bistå med skadeprofilering (Barreira, et al., 2017; Luteberget, 2018). GNSS kan sies å kunne måle effektiviteten i en mer realistisk setting en fysiske tester måler i dag da den kan måle den faktiske aktiviteten på banen fremfor simulerte fysiske tester kan gi. En studie av Halson, Peake & Sullivan (2016) nevner at noen av fordelene med GNSS målinger er et at det ikke er forstyrrende på spillere fordi det er lite og tetsittende, denne oppgaven fikk frem at flere spillere mente at GNSS måleapparatet faktisk virket forstyrrende. Det kan diskuteres om det var den fysiske belastningen av å være monitorere på en helt annen måte enn før eller om den satt riktig på, men for å få mest mulig naturlige og brukbare data skal spillere på en mest mulig måte replisere realistisk på hvordan disse hadde spilt uten måleapparatet.

### **5.6.1 Misnøye rundt GNSS måling**

Det var samtlige spillere som rapporterte sin misnøye av GNSS målingen, hvor den tetsittende vesten var ubehagelig eller IMU-brikken plaget spilleren under kampen. I tillegg var det spillere som ikke hadde lyst å bli målt ettersom det ville forstyrre forberedelsene før kamp. Rapportene om spillernes misnøye med målingen og ubehaget av både vest og brikke ble ikke systematisk rapportert og samlet inn da dette var utenfor målområdet til denne masteroppgaven. Det skal likevel sies at hvis et system eller verktøy i den grad at samtlige rapporterer misnøye, kan det være et faktisk problem produsent bør tenke på. Fra Catapult ClearSky T6 sin nettside vises det utelukkende positive anmeldelser av systemet, men det er grunn til å tro at dette bare er i markedsføringsøyemed. Det er en klar anbefaling uten at denne kommer til å være mer diskutert eller være anbefalt i konklusjonen av denne oppgaven at Catapult Clearsky T6 (Catapult Sports, Australia) gjennomfører brukertester og prøver å optimalisere utstyret slik at det ikke oppleves ubehagelig for utøvere og andre brukere.

Videre kan det tenkes at spillere har egne ritualer for å komme i sonen og det å plutselig få en tettsittende vest med en brikke kan trolig forstyrre oppbyggingen for å komme inn i sonen. Det kan også være være andre grunner som spillerne ikke oppgav til hvorfor disse ikke ville bruke IMU-brikken. Dette kan være såpass banalt som at den kan synes til dypere psykologiske tema som overvåkning, noe som uten klare data dessverre blir i beste fall spekulativt. Som tidligere nevnt om implementering av GNSS verktøyet, hvor Douglas (2020) snakker om utfordringen om at trener på laget må bli overbevist om det er verdt å gjør forandringer når opplegget i laget allerede fungerer.

### **5.6.2 Feilmåling**

En mulig feilkilde for disse hovedfunnene kan eksempelvis være at spillere har forskjellig grad blitt påvirket av å ha måleinstrumenter på. Samtlige spillere rapporterte at de opplevde irritasjon rundt apparatet for selve simuleringskampen, men også under forberedelse og flere mente at det stod i veien for deres ritualer før kamp. Spillerne spiller på et nivå hvor det kan diskuteres om det er forventet at de ikke skal nevneverdig bli påvirket at å ha et slik apparat festet på seg, men det kan likevel være en mulig feilkilde. Likevel er det viktig å diskutere denne tematikken. Bruk av teknologi har blitt mer fremtredende i alle idretter, inkludert ishockey, dette gir grunn til å tro at spillere i dag er mer vant til teknologi enn før. Påstanden ovenfor gir grunn til å tro at spillere til tross for sine rapporter om irritasjon ikke ble i større grad påvirket av å spille med brikken, dette er de første simuleringskampene spillere har spilt med IMU-brikker. Dette bygger igjen opp under påstanden om at dette kan være en feilkilde. De forskjellige påstandene og informasjonen bygger under at denne mulige feilkilden kan sies å være av minimal betydning.

### **5.7 Metodediskusjon**

I dette studiet kan bekrefte den utfordringen med å få treneren til å godta GNSS måling av ishockeyspillerne. Det var en stor skepsis fra treners side for å gjennomføre GNSS-målinger av flere grunner, selv etter å ha fått svar på spørsmålene rundt dette. For å få nye system med på laget må disse i liten grad forstyrre spillerne samtidig som treneren er fornøyd. Denne oppgaven viser til at samtlige spillere opplevde enten vesten eller brikken som plagsom. Dette kan og ha innvirket spillerens prestasjon på banen vesentlig og kan ha ført til avvikene mellom de fysiske testene og målingene. Selv om et menneske vender seg til ting kan det sies at fire kamper er for

lite datagrunnlag for å hente inn denne dataen. Dette åpner opp enda en svakhet ved teknologiske system og det er at de er merkbare. For at en spiller skal oppføre seg mest mulig naturlig må denne observeres i sitt naturlige område med naturlig atferd, hvis en utøver har en tettsittende vest og brikke på kan det diskuteres om dette er naturlig atferd. Det må i videre forskning undersøkes hvor mye en slik brikke påvirker samt forskes på hvordan slike målesystemer kan forstyrre både spillere og trenere minst mulig, dette gjelder trolig generelt for slike måleinstrument og ikke spesifikt for Catapult ClearSky T6 da dette utstyret er ganske likt hos konkurrentene og. Catapult ClearSky T6 har en litt dypere brikke enn flere av konkurrentene, som kan resultere i mer misnøye og ubehag, men dette er grunnlag for videre forskning mer enn et tema for denne masteroppgaven.

Det trengs mer forskning på hvordan en slik måling påvirker en spillers prestasjoner med grunnlag i hvordan et måleapparat innvirker på en spiller både fysiologisk, men også psykologisk, da dette kan påvirke måleresultat. Det kan eksempelvis være de spillerne som hadde minst bry med måleapparatet som hadde de største avvikene fra fysiske tester til kamp. Selv om teorien viser at toppidrettsutøvere har flere verktøy til stressmestring er deltagerne i datainnsamlingen til denne oppgaven fortsatt unge med deltakere både fra U21 og U18 lagene. I hvor stor grad dette påvirket resultatene av studien er vanskelig å si men det er viktig å problematisere og å diskutere dette. Stressmestring kunne ha vært en forklaring i enkelttilfeller av såkalte «outliers» eller utøvere som gjorde det bra på tester, men ikke i kamp eller omvendt, men det bør også ses på at utøverne allerede er vant med konstant monitorering i form av TMA og lignende. Videre er U21 og U18 generasjonene oppvokst med teknologi noe som gjør at ny teknologi trolig ikke oppfattes som like skremmende som for eldre. Dette igjen forsterker argumentet med at avvikene i resultatene trolig ikke kan tilskrives forskjellige grad av stressmestring. Denne oppgaven brukte ikke pulsklokke eller annet måleutstyr for å kunne måle forskjellige fysiologiske stressutslag og det er derfor vanskelig å si noe bestemt. Avslutningsvis bør det nevnes at denne og lignende teknologi allerede er brukt av de fleste spillerne i andre forskningsprosjekt eller piloter for innovasjon av spillermåling i Oilers generelt og at det derfor er lite trolig at Catapult ClearSky T6 utstyret påvirket resultatene i stor grad.

Gjennomføring av fysiske tester på isen er også tidkrevende hvor ishockeyspillerne gjennomgår en annen for aktivitet som ikke nødvendigvis innebærer skøyting. Det ble også gjennomført andre fysiske tester på isen eksempelvis S-Test, Sprint og flere. Som tidligere nevnt er det de ulike testene mulig mindre egnet for ishockeyspillere i forhold til andre idretter da ishockey har

både forskjellige bevegelser og forskjellig energidistribuering for fremdrift. Den teknologiske utviklingen av GPS signal og GNSS målinger for innendørs idretter vil derfor også kunne være et argument for at dette er et bedre alternativ enn fysiske tester. GPS signal som opprinnelig var militære formål fungerer ved hjelp av satellittposisjonering mot minimum fire satellitter som matematisk regner ut avstand, noe som fungerer greit for utendørsidrett, men mindre bra for innendørsidretter. Antall feilkilder blir for mange når det ikke er klar bane til satellitter uavhengig av hvilken bølgelengde disse går på og andre GNSS teknologier er derfor fordelaktige.

Teknologien fungerer annerledes fra utvendig målinger til innvendige. I innvendige målinger er LPS Anchor Nodes eller NPS nodene plassert ut i hallen. Eksempelvis i tilfeller med denne oppgaven har Stavanger Oilers plassert 20 noder for å registrere dataen fra Catapult ClearSky T6. På en generell basis skal disse nodene registrere IMU-brikkene og filtrere disse ved hjelp av algoritmebasert software eksempelvis Catapult Clearsky T6 for å regne ut spillernes posisjoner i sanntid. GNSS-verdiene regnes ut i sanntid av programvaren Openfield basert på posisjon til IMU-Brikken samt hendelser før, etter og under, eksempelvis akselerasjon, distanse og fart. Det er flere noder som registrerer IMU-brikken samtidig for å triangulere posisjon som nevnt i teoridelen om geolokasjon, og bevegelsen blir videre regnet ut på bakgrunn av det, men dette vises ikke gjennom programvaren hvilke noder som registrerer enheten. Bruker av verktøyet må altså stole blindt på at programvaren velger ut beste node for registrering av data. Desto flere noder som registrerer IMU-brikken desto mindre avvik blir det fra faktiske data, opptil et visst punkt. Ifølge Luteberget (2018) sin studie viser det at datakvaliteten blir bedre opp til 20 noder, men at det deretter blir mindre forskjeller med ytterligere noder.

Det kan derfor argumenteres for at 20 noder er optimalt, men det trengs mer forskning på dette for å stadfeste dette. Det gir derimot en indikasjon på at flere enn 20 noder ikke er nødvendig for kvalitetsdata. På en annen side gir antall noder over 20 fortsatt marginalt bedre kvalitet på data. For en rikere klubb kan det være hensiktsmessig å ha flere noder for å få bedre kvalitet på dataen, men dette er ifølge forskning av Luteberget altså ikke en nødvendighet. Videre viser studiet til Luteberget at et er viktig at nodene er godt spredt i hallen. Dette er for å fange opp mest mulig fra IMU brikkene for å minske feilmarginer eller støy i dataen. Signalforstyrrelser kan eksempelvis komme fra høyde og veggene i hallen og dette kan påvirke måledataen. I ishockey hvor ting foregår på en flat bane er det ikke nødvendig med flere noder, men hvis IMU brikker skulle brukes på et innendørs arrangement som motocross hadde det trolig vært

behov for flere noder som kunne fange opp signalet da banen ikke er rett og det er flere hindringer som kan gi mulige feilkilder og vanskeligheter med å treffe noder. Teknologiske fremskritt har gjort det mulig å bruke LPS teknologi på en bedre måte også for innendørs måledata. Derfor har måling av spillerdata blitt mer fremtredende også i innendørs lagidretter.

LPS teknologien har både minnet i kostnad og økt i nøyaktighet ettersom den har vært i bruk en stund og kommer trolig til å bli mer brukt i fremtiden. Per nå er det lite bruk av LPS teknologi og GNSS teknologi generelt i ishockey i Norge.

## **5.8 Reliabilitet og validitet av GNSS (IMU)**

Bruk av GNSS har blitt mer og mer tatt i bruk i andre typer lagidrett som Australsk fotball, fotball, cricket, hockey og andre typer lagidretts i det siste (Chambers, Gabbett, Cole & Beard, 2015; Boyd, et al., 2014). Forskningslitteraturen tilgjengelig har tatt for seg reliabiliteten og validitet av GNSS verktøy på flere lagidretter (Luteberget, 2018). For at trenerne skal kunne implementere GNSS verktøyet som en del lagets testbatteri, burde målingen være nøyaktig og effektivt. Studiet av Luteberget (2017) testet ut reliabiliteten av GNSS verktøyet (Catapult Clearsky T6), hvorav utførelsen av mer komplekse bevegelser av håndballspillere. Utførelsen av mer komplekse bevegelser viser at det for GNSS er mulig å måle komplekse bevegelser som i ishockey. Studiet til Luteberget (2017) er også en innendørsmåling som viser at GNSS verktøy har en god reliabilitet og validitet selv inne, noe som igjen viser at det er mulig å få til en god reliabilitet og validitet selv uten direkte uforstyrret tilgang til GPS signal fra satellitter. Videre har Luteberget brukt GNSS systemet Catapult Clearsky T6 i studiet sitt som bidrar til at denne oppgavens bruk av samme verktøy også får bedre validitet. Ettersom Douglas (2020) sin studie har 105 (61 treninger og 44 kamp) GNSS målinger av ishockeyspillere styrker hovedfunnet i dette foreliggende studie bare ved måling av fire simuleringskamper.

GNSS teknologien LPS gir mer nøyaktighet på målingen av den fysiske belastningen det innebærer i idretten. Studiet av Boyd, et al., (2014) forsket på akselerometeret av Catapult Minimax som viste en god reliabilitet ( $CV < 5\%$ ) for å måle lav- og høy intensitet i Australsk fotball. Sammenlignet med resultatene fra ishockey ved bruken av Catapult Clearsky T6, viser det små variasjoner mellom spillerne, samt ingen åpenbare «outliers» i dataen som måtte fremheves. Reliabiliteten til Catapult Clearsky T6 har blitt testet av Luteberget (2018) som viste



en CV oppe imot 4,4-6,7%, når håndballspillere gjennomførte mer komplekse oppgaver. Ettersom prosentandelen er under 10 % vil GNSS verktøyene være pålitelig til å differensiere den totale arbeidsbelastningen mellom spillerne og dermed være et verktøy som kan brukes i vitenskapelige studier. Validering av verktøy som brukes er en viktig del av vitenskapelig arbeid og denne og andre studier som for eksempel Sathyan & Shuttleworth (2012) studie som har brukt samme verktøy og validert dette bidrar til dette. Sathyan & Shuttleworth (2012) har i sin studie gjennomført en validitets og relabilitetstest av GNSS som også bekrefter nøyaktigheten og hvordan denne blir påvirket av korte sprinter, høy intensitet, smidige bevegelser og raske retningsforandringer (Sathyan & Shuttleworth, 2012). Studiet viser at det Catapult Clearsky T6 er et GNSS verktøy som har en god nøyaktighet selv ved disse intensive oppgavene og støtter dermed opp under hvorfor denne oppgaven har brukt akkurat dette verktøyet. Det er fortsatt begrenset med forskning på området rundt GNSS-verktøy og ishockeyspilleres prestasjoner, derfor kan det diskuteres om det er en bevist validitet av verktøy i denne sammenhengen. Det er flere studier som viser god nøyaktighet ved bruk av GNSS-verktøy ved bevegelser som normalt skal påvirke slike målerverktøy i andre idretter som gir grunn til å tro at dette også er tilfellet i ishockey. Denne nøyaktigheten er kontinuerlig forbedret av endringer i prosesserings algoritmen til Catapult ClearSky T6, noe som gir grunn til å tro at dette GNSS-verktøyet i fremtiden kommer til å bli enda mer nøyaktig.

Poenget med idrettsvitenskapen er å kunne bevise og gi bedre måter å teste og måle spillere på. Det er flere grunner til å tro at Catapult Clearsky T6 er en bedre måte å måle spillernes prestasjoner på og flere studier har gitt et bevisgrunnlag for å kunne påstå at Catapult Clearsky T6 er et verktøy med god nøyaktighet som er godt nok til å brukes for å måle spillerens prestasjoner i nåtid for å gi en indikator for fremtid. Det må likevel diskuteres om verktøyets inngripen i nevneverdig grad kan påvirke spillerens prestasjoner. Den fysiske og psykiske belastningen ved å ha en brikke på ryggen og en måler som følger med på dine prestasjoner kan ha en innvirkning på prestasjon ved at spillerne føler at de må prestere og derfor har en innvirkning. Fremtidig forskning må vise om verktøyet påvirker prestasjoner samt videre forske på nøyaktigheten av apparatet ved ishockey for å bekrefte eller avkrefte teorien om at Catapult Clearsky T6 er et godt verktøy for bruk til måling av spillers prestasjon på isen. Andre målerverktøy for å måle prestasjonen til spillere har blitt vurdert for denne oppgaven, men av praktiske årsaker som tilgjengelighet landet valget på Catapult ClearSky T6. Catapult ClearSky T6 som har eksistert lenge og er godt kjent innen feltet, regnes som en stor aktør og det er ingen

grunn til å tro at bruk av en annen software enn Catapult ClearSky T6 sin hadde gitt signifikante endringer i resultatene av denne oppgaven.

Denne oppgaven har vist at verdiene målt av GNSS-verktøyet er mer nøyaktig enn den nåværende bruken av fysiske tester. Dette vises godt i verdiene som tilsier at noen spillere som var middelmådige på de fysiske testene gjorde det bedre i virkeligheten og noen spillere som gjorde det bra på de fysiske testene presterte middelmådig i virkeligheten. Det må forskes videre på om dette er grunnet testene som ble gjennomført og at resultatene av disse ikke kan overføres til virkeligheten, eller om det er andre grunner til avvikene. Testene som ble gjennomført samsvarer med de fysiske testene som trenerne i dag bruker for å forutse fremtidig prestasjon og derfor er dette gyldige resultater som problematiserer om de fysiske testene ikke er gode nok.

## **5.9 Effekt av bruk av kontinuerlig måling**

Catapult har brukerhistorier på sine nettsider etter bruk av Clearsky T6, disse har en stor grad av markedsføringsperspektiv i seg, men kan gi et overordnet bilde på hva folk liker og ikke liker med verktøyet Catapult ClearSky T6. Det kommer frem av flere av brukerhistoriene at trenere får bedre kontakt med spillere og kan foreta mer informerte avgjørelser etter spillerens nå-form. Det kan diskuteres i hvilken grad data fra flere uker tilbake kan gi informerte valg for nå-formen, men det er stor grunn til å tro at kontinuerlig data for spillerens ytelse gir et mer sammensatt bilde og dermed bedre data. Rå data bør være så fersk som mulig og siden Catapult ClearSky T6 viser en spillers nåværende prestasjon gir denne trolig større verdig enn eldre data fra fysiske tester i seg selv. En av de største forskjellene som tidligere nevnt med Clearky T6 er at den viser den nåværende formen til spilleren noe som trenere kan bruke til å ta mer informerte valg både for uttak til kamp, men også for at spilleren skal få et mer personalisert treningsregime med mål både på kort og lang sikt. Hvis trener og støtteapparat har data på prestasjonsutviklingen til en spiller og kan måle arbeidsbelastning kontinuerlig over tid er det også enklere å forebygge skader. Catapult viser på sin side at trenere og spillere får bedre kontakt og at verktøyet kan bidra til en større rettferdighetsfølelse (kilde fra nettside). Det er også forskjeller i effektiviteten av forskjellige målemetoder. Eksempelvis må treneren sette av tid og midler for fysiske tester, noe som kan sies å være ineffektivt. Ved kontinuerlig måling er ikke dette et problem da målingen foregår mens spillerne gjør sine vanlige aktiviteter på isen.

Selv om fysiske tester lenge har vært den mest praktiske måten å løse innsamling av data for trenere, kan det sies at teknologisk innovasjon nå i stor grad på en kostnads og tidseffektiv måte kan erstatte disse. I denne oppgaven vises det til tider dårlig korrelasjon med fysiske tester og prestasjoner, derfor kan det påstås at kontinuerlig måling er et bedre alternativ. Spillerdata er en ferskvare og det er viktig at denne er så oppdatert som mulig for å foreta best mulig vurdering av spillere, teknologiske verktøy som Catapult Clearsky T6 kan hjelpe med dette.

## **5.10 Styrker og svakheter**

### **5.10.1 Styrker**

Generelt sett er denne oppgaven sterk med tanke på at den tar for seg aktuell forskning på feltet og klarer på bygge ny kunnskap på feltet ved å sammenligne GNSS verdier med fysiske tester av ishockeyspillere. Oppgaven bygger på en solid kvantitativ metodikk som gir masteroppgaven en overførbarhet til fremtidig forskning. Utstyret som er brukt er innovativt på sitt felt og state of the art når det kommer til GNSS måling innendørs av spillere. Videre har denne oppgaven brukt en standard EventArena B med 20 noder som gjør at denne også kan brukes i en internasjonal sammenheng. Selv om datagrunnlaget kunne vært større har denne oppgaven en tilstrekkelig mengde data for å komme med ny kunnskap på feltet.

Denne oppgaven tar for seg et tema hvor det eksisterer tidligere forskning hvis denne overføres fra andre lagidretter. Resultatene av de forskjellige studiene og denne oppgaven korrelerer, noe som styrker relabiliteten og validiteten av denne oppgaven. Det representative datagrunnlaget viser i stor grad forskjeller på folk og mengden med data bygger også opp under denne oppgavens relabilitet. Dette henger også tett sammen med at verktøyet Catapult Clearsky T6 blir validert gjennom denne oppgaven i og med at resultatene korrelerer med andre studier som har brukt samme verktøy.

Denne oppgaven i seg selv kan også sies å ha en overførbar nytte for ishockeyidretten i sin helhet. Ved å belyse hvordan dagens praksis ikke nødvendigvis er den beste samt å underbygge denne ved hjelp av solide data, kan dagens ishockey-praksis innoverer gjennom ny teknologi. Denne oppgaven viser hvordan kontinuerlige målinger av en spillers realistiske prestasjoner på isen kan øke kunnskapsgrunnlaget for gode lag utvalg. Videre visere denne oppgaven også hvordan trenere og støtteapparat ved hjelp solid data kan lage mer treffende individualiserte treningsprogram og mål samtidig som disse enklere kan forebygge skader.

### 5.10.2 Svakheter

Det finnes ulike GNSS verktøy som bruker egne spesifikke algoritmer som gjør det utfordrende å kunne sammenligne GNSS verdier fra tidligere forskningslitteratur. Programvaren som blir brukt i GNSS verktøyet trenger oppdateringer, som kan påvirke filtreringen av den rådataen. Dermed bør det ikke bli gjennomført noe oppdatering under en datainnsamling. Som konsekvens vil en slik oppdatering gjør sammenligning av tidligere data utfordrende når GNSS verdiene ikke er fra samme versjon programvare. Med slike utfordringer med GNSS verktøyet vil kunne styrke trenerens skepsis til å implementere måleinstrumentet i sitt treningsregime. Forskjellige versjoner av programvare påvirker rå dataen i den grad at det i ytterste konsekvens ikke er mulig å sammenligne, det er heller ikke oppgitt hvilken versjon som er brukt i tidligere forskning. Det er derfor vanskelig å sette seg inn i om de forskjellige versjonene kan sammenlignes med en nåværende. Likevel er det fra andre programmer vist at forandringer i programvare ofte er så små etter innledende lansering at det trolig skal kunne sammenlignes uten problemer. Når en algoritme først er lansert og har gjennomgått forskjellige testfasene og stått tidens tann er den blitt såpass godt innlemmet i et program at disse sjelden har større forandringer til selve algoritmen, de forskjellige oppdateringene går i større grad på brukeropplevelse og front-end av programvaren. Eksempelvis kommer det trolig til å komme en ny oppdatering av programvaren Catapult ClearSky T6 om ikke altfor lenge, men denne kommer bare til å oppdatere med en Android versjon av en allerede eksisterende oppgave.

I dette foreliggende studiet ble det ikke gjennomført noen form for kondisjonstest, men bare sprint på og av is og hopptest. Som konsekvens ble det fokuset bare på eksplosivitet og kraft hos ishockeyspillere. GNSS målingen går glipp av andre siden av spekteret av den fysiske kapasiteten, aerob kapasiteten, som også er essensielt for en ishockeyspiller. Dette er delvis fordi det ikke var mulighet for forfatter å styre de forskjellige fysiske øvelsene, men også fordi det delvis glipper i omfanget av problemstillingen. GNSS-målingene har målt eksplosivitet og kraft hos ishockeyspillere som kan sies å være de viktigste faktorene å måle. Ishockey er som tidligere nevnt et eksplosivt spill med høy intensitet og mange spillerbytter som gjorde at forfatter valgte å gå videre med nevnte fysiske øvelser som grunnlag. Til tross for at det er essensielt med et datagrunnlag knyttet til aerob kapasitet har resultatene i denne oppgaven vist avvik fra forventet resultat som uansett bør undersøkes videre. Det var heller ikke mulighet for å sette på pulsmålere på utøverne for å sammenligne GNSS-verdiene. Selv om dette ikke er

essensielt da det er gjort i tidligere forskning uten signifikante avvik er dette en svakhet som følger denne oppgaven. Ressursene tilgjengelig gjorde det ikke mulig å utstyre spillerne med eksterne pulsmålere og derfor ble dette heller ikke satt opp mot GNSS-verdiene.

En annen svakhet ved oppgaven som bør nevnes er at tidligere forskningsartikler også tilsier at horisontal hopptest er mer relevant for ishockey enn vertikal hopptest. Denne oppgaven tok for vertikal hopptest for to grunner. Først og fremst var det ikke mulighet for forfatter å styre de forskjellige fysiske testene som ble utført, noe som førte til mangel på horisontal hopptest og kondisjonstest. Videre så er det vertikal hopptest som blir brukt av trenere for faktiske fysiske tester, og kan derfor sies å besvare problemstillingen bedre.

## **5.11 SARS-CoV19/Covid-19**

Covid-19 gjorde det enda mer utfordrende å innhente et datagrunnlag enn i en normalsituasjon. Hockeysesongen ble avbrutt noe som førte til at fire simuleringskamper ble det meste av datagrunnlag som kunne innhentes. Selv om fire kamper virker lite så er det viktig å huske at dette er brikker på flere spillere, flere omganger og flere bytter. Det kan også argumenteres for at datagrunnlag var tilstrekkelig da rå dataen i stor grad korrelerte med tidligere forskning på GNSS system, selv om dette i stor grad var fra andre lagidretter enn ishockey er disse resultatene trolig lignende i Ishockey. Videre så har det i relevant litteratur blitt vist til at de må tas hensyn til enkeltspillere som har prestasjoner fra fysiske tester som ikke korrelerer med faktiske resultater på banen, dette styrker validiteten og relabiliteten av denne oppgaven da et av hovedfunnene var nettopp det. Covid-19 gjorde det også vanskeligere å gjennomføre studiet grunnet smittevernreglene og alt ble mye mer tungvint enn det hadde vært uten viruset. Det har også vært til tider vanskelig å finne passende lokaler å skrive oppgaven på da de vante lokalene flere ganger har vært stengt. Det er umulig å si om pandemien påvirket kvaliteten på oppgaven, men det legges til grunn for at oppgaven ble utført under de forutsetningene som var mulig. Selv om Covid-19 påvirket oppgaveskriving og datainnhenting av denne oppgaven, ble denne masteroppgaven utført på en måte som ivaretar studiets integritet og utfordringene ble løst på best mulig måte.

## 6.0 Konklusjon

Denne oppgaven har besvart problemstillingen «I Hvilken grad har fysiske tester av spenst og sprint, på og av is, sammenheng med spillerens intensitet under ishockeykamper?»

avslutningsvis kan det sies at det er en viss sammenheng med spillerens intensitet og fysiske tester, men at testene ofte ikke forteller hele sannheten. De forskjellige fysiske testene har forskjellig bevisgrunnlag til hvor mye trener og støtteapparat bør stole på disse. Selv om resultatet av denne masteroppgaven viser at det ofte er sant at de som presterer best på tester også presterer best på banen, viser den og det motsatte. Utøvere som gjerne har gjort en dårlig fysisk test viste seg likevel å prestere bedre på banen enn mange av de beste på de fysiske testene. Litteraturen på området viser at dette også har vært tilfellet tidligere og det er beviselig at å stole på fysiske tester i for stor grad kan gjøre at spillere kan havne i feil posisjoner, dårligere spillere får plasser foran bedre og spillere kan bli skadet. Dette er alle viktige momenter som bør tas med i vurderingen når et GNSS-system vurderes brukt. Selv om dette bare hadde vært snakk om en person, så er det for å hevde seg i toppen viktig å bruke alle ressursene tilgjengelig. I alle idretter har teknologi endret spillet, eksempelvis i formel 1 hvor ingeniørkunst spiller minst like stor rolle som utøveren mens også i mer teknologifattige lagidretter som fotball med VAR. Et godt datagrunnlag gir trenere og lag mer kjøtt på beinet for å velge ut riktige personer i riktige stillinger, og denne oppgaven viser at det er mye å hente for et ishockeylag ved å bruke GNSS system kontra fysiske tester da disse har en lav grad av sammenheng.

Denne oppgaven tilføyer mer kunnskap rundt fysiske tester og sammenhengen med intensitet og prestasjon under ishockeykamper. Resultater av denne oppgaven bekrefter disse til dels uventede antakelsene og samsvarer godt med kildelitteratur på området. Selv om det er svakheter ved denne oppgaven som nevnt ovenfor er de målte resultatene gode nok til å konkludere at fysiske tester kan være en dårligere måte å samle inn spillerdata på enn ved kontinuerlig måling ved hjelp av moderne teknologi, men videre forskning på området trengs.

Videre forskning på området må validere forskjellige programvare slik at denne blir mulig å stole på for trener og støtteapparat. Fremtidig forskning på også sette søkelys på hvordan forskjellige målesystemer kan implementeres uten at dette blir forstyrrende for spillere, eventuelt hvordan fysisk testing kan utføres kontinuerlig uten å gå i veien for trening og kamp.

Avslutningsvis er det også viktig å forske mer på i hvor stor andre fysiske øvelser enn de som blir brukt i dag korrelerer med resultat, eksempelvis vertikal kontra horisontalhopp.

## 7.0 Litteraturliste

- Barreira, P., Robinson, M. A., Drust, B., Nedergaard, N., Azidin, R. M., & Vanrenterghem, J. (2017). Mechanical player load™ using trunk-mounted accelerometry in football: Is it reliable, task-and player-specific observation? *Journal of sports science*, ss. 1674-1681.
- Beanland, E., Main, L. C., Aisbett, B., Gastin, P., & Netto, K. (2013). Validation of GPS and accelerometer technology in swimming. *Journal of science and medicine in sport*, ss. 234-238.
- Bishop, D. (2008). An applied research model for the sport sciences. *Sports medicine*, ss. 253-263.
- Blatherwick, J. (1989) *A physiological profile of an elite ice hockey player: the importance of skating speed and acceleration*. Doc-toral dissertation, University of Minnesota, Minneapolis.
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports medicine*, ss. 779-795.
- Bracko, M. R. (2004). Biomechanics powers ice hockey performance. *Sports medicine*, ss. 47-53.
- Bracko, M. R., & George, J. D. (2001). Prediction of ice skating performance with off-ice testing in women's ice hockey players. *Journal of strength and conditioning research*, ss. 116-122.
- Bjørndal, C. R. (2015). *Det vurderende øyet: observasjon, vurdering og utvikling i undervisning og veiledning* (2. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Burr, J. F., Jamnik, R. K., Baker, J., Macpherson, A., Gledhill, N., & McGuire, E. J. (2007). Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite-level ice hockey players. *the journal of strength and conditioning research*, ss. 1535-1543.
- Catapult (n.d.). Catapult. Hentet fra: <https://www.catapultsports.com/solutions/clearsky-t6>
- Chambers, R., Gabbett, T. J., Michael, C. H., & Beard, A. (2015, April 3). The use of wearable microsensors of quantify sport-specific movements. *Sports Med*, ss. 1065-1081.
- Cormack, S. J., Newton, R. U., McGuigan, M. R., & Doyle, T. L. (2008). Reliability of measures obtained during single and repeated countermovement jumps. *International journal of sports physiology and performance*, ss. 131-144.
- Crust, L., & Azadi, K. (2010). Mental toughness and athletes' use of psychological strategies. *European Journal of Sport Medicine 10(1)*, ss. 43-51.
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A systematic review. *Sports medicine*, ss. 1025-1042.
- Diakoumis, K., & Bracko, M. R. (1998). Prediction of skating performance with off-ice testing in deaf ice hockey players. *Medicine science sports*.
- Dobson, B. P., & Keogh, J. W. (2007). Methodological issues for the application of time-motion analysis research. *National strength and conditioning association*, ss. 48-55.
- Douglas, A., (2020) *The applied use of wearable technology in elite female ice hockey*. (doktoravhandling). Graduate program in kinesiology and health science.
- Douglas, A. S., & Kennedy, C. R. (2019). Tracking in-match movement demands using local positioning system in world-class men's ice hockey. *the journal of strength and conditioning research*, ss. 639-646.
- Douglas, A., Johnston, K., Baker, J., Rotondi, M. A., Jamnik, V. K., & Macpherson, A. K. (2019, July 16). One-ice measures of external load in relation to match outcome in elite female ice hockey. *Sports*, ss. 1-11.



- Duking, P., Hotho, A., Holmberg, H.-C., Fuss, F. K., & Sperlich, B. (2016). Comparison of non-invasive individual monitoring of the training and health of athletes with commercially available wearable technologies. *Frontiers in physiology*, ss. 1-11.
- Durocher, J. J., Jensen, D. D., Arredondo, A. G., Leetun, D. T., & Carter, J. R. (2008). Gender differences in hockey players during on-ice graded exercise. *Journal of strength and conditioning research*, ss. 1327-1331.
- Duthie, G. M., Pyne, D. B., Ross, A. A., Livingstone, S. G., & Hooper, S. L. (2006). The reliability of ten-meter sprint time using different starting techniques. *Journal of strength and conditioning research*, ss. 246-251.
- Ellapsen, T. J., & Paul, Y. (2016). Innovative sport technology through cross-disciplinary research: future of sport science. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, ss. 219-228.
- Farlinger, C. M., Kruisselbrink, D. L., & Fowles, J. R. (2007). Relationships to skating performance in competitive hockey players. *Journal of strength and conditioning association*, ss. 915-922.
- Gløersen, Ø., Kocbach, J., & Gilgien, M. (2018). Tracking performance in endurance racing sports: evaluation of the accuracy offered by three commercial GNSS receivers aimed at the sports market. *Frontiers in physiology*, 9, ss. 1-18.
- Green, H., Bishop, P., Houston, M., Norman, R., & Stothart, P. (1976). Time-motion and physiological assessments of ice hockey performance. *Journal of applied Physiology* 40 (2), ss. 159-163.
- Green, H. J., & Houston, M. E. (1975). Effect of a season of ice hockey on energy capacities and associated functions. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 7(4), 299–303.
- Halson, S. L., Peake, J. M., & Sullivan, J. (2016). Wearable technology for athletes: Information overload and pseudoscience? *International journal of sports physiology and performance*, ss. 705-706.
- Jackson, J., Snydmiller, G., Game, A., Gervais, P., & Bell, G. (2016, 1 31). Movement characteristics and heart rate profiles displayed by female university ice hockey players. *International journal of kinesiology & sports science*, ss. 43-54.
- Janot, J. M., Beltz, N. M., & Dalleck, L. D. (2015). Multiple off-ice performance variables predict on-ice skating performance in male and female division III ice hockey players. *Journal of sports science and medicine*, ss. 522-529.
- Krause, D. A., Smith, A. M., Holmes, L. C., Klebe, C. R., Lee, J. B., Lundquist, K. M., . . . Hollman, J. H. (2012). Relationship of off-ice and on-ice performance measures in high school male hockey players. *Journal of strength and conditioning research*, ss. 1423-1430.
- Link, D., Weber, M., Linke, D., & Lames, M. (2019). Can positioning systems replace timing gates for measuring sprint time in ice hockey? *frontiers in physiology* , ss. 1-10.
- Luteberget, L. S. (2018). Physical demands in elite female team handball: analyses of high intensity events in match and training data via inertial measurement units. *Dissertation from the norwegian school of sport sciences*.
- Luteberget, L. S., Holme, B. R., & Spencer, M. (2017). Reliability of Wearable Inertial Measurement Units to Measure Physical Activity in Team Handball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 32, 1–24. doi: 10.1123/ijsp.2017-0036 – in press
- Luteberget, L. S., Spencer, M., & Gilgien, M. (2018). Validity of the Catapult ClearSky T6 Local Positioning System for Team Sports Specific Drills, in Indoor Conditions. *Frontiers in Physiology*, 9, 115. doi: 10.3389/fphys.2018.00115

- Macfarlane, S. T., Tannath, S. J., & Kelly, V. G. (2016). The validity and reliability of global positioning systems in team sport: a brief review. *Journal of strength and conditioning research*, ss. 1470-1490.
- Mascardo, T., Seaver, B. L., & Swanson, L. (1992). Prediction of skating speed with off-ice testing in professional hockey players. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 15(2).
- Mascaro, T., Seaver, B. L., & Swanson, L. (1992). Prediction of skating speed with off-ice testing in professional hockey players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, ss. 92-98.
- Montgomery, D. L. (1988). Physiology of ice hockey. *Sports medicine*, ss. 99-126.
- Nightingale, S., & Douglas, A. (2018). Ice Hockey. In A. Turner (Ed.), *Routledge Handbook of Strength and Conditioning* (pp. 157–177). New York: Routledge International.
- Norges ishockeyforbund. (2015, 20. oktober). Banestørrelser. Hentet fra: <https://www.hockey.no/forbundet/anlegg/banestorrelse/>
- Pahlavan, K., Li, X., & Mäkelä, J.-P. (2002). Indoor Geolocation Science and Technology. *IEEE communications magazine*, ss. 112-118.
- Pallant, J. (2016). *SPSS: Survival manual* (utg. 6). Maidenhead: Open Univeristy Press.
- Pino-Ortega, J., Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., & Rico-González, M. (2020, November 18). Validity and reliability of an eight antennae ultra-wideband local positioning system to measure performance in an indoor environment. *Sports biomechanics*, ss. 1-11.
- Ransdell, L. B., & Murray, T. (2011). A physical profile of elite female ice hockey players from the USA. *Journal of strength and conditioning research*, ss. 2358-2363.
- Roxin, A.-M., Gaber, J., Wack, M., & Sidi Moh, A. N. (2007, November). Survey of wireless geolocation techniques. In *2007 IEEE Globecom Workshops*, ss. 1-9.
- Sathyan, T., Shuttleworth, R., Hedley, M., & Davids, K. (2012, April 5). Validity and reliability of a radio positoning system for tracking athletes in indoor and outdoor team sports. *Behav Res*, ss. 1108-1114.
- Wisbey, B., Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Rattray, B. (2009). Quantifying movement demnds of AFL football using GPS tracking. *Journal of science and medicine in sport*, ss. 531-536.
- Young, W. B., Dawson, B., & Henry, G. J. (2015). Agility and change-of-direction speed are independent skills: implications for training for agility in invasion sports. *International Journal of Sports Science & Coaching*, ss. 159-169.

## 8.0 Vedlegg

### Vedlegg 1

#### ***Vil du delta i forskningsprosjektet: «Hastighetsstyrt styrketrening med oppfølging av belastning i trening og kamp»?***

Dette er en forespørsel til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan prestasjonen endres i trening og kamp over en hel sesong. I dette skrevet gir vi deg informasjon om hensikten med prosjektet og hva deltakelse som forsøksperson vil innebære for deg.

#### **FORMÅL**

Man har lenge antatt at en endring i styrke vil kunne påvirke prestasjon i trening og kamp, men få har undersøkt dette. I nyere tid har det blitt mer og mer vanlig å ta i bruk digitale hjelpemidler i analyser og oppfølging av utøvere som kan brukes til å undersøke en slik endring i prestasjon på trening eller i kamp. Disse enhetene har innebygde sensorer som blant annet kan måle små hurtige bevegelser (eksempelvis: akselerasjoner, stopp, oppbremsing, fall, hopp osv) og kan i tillegg koble seg opp mot GPS utendørs. Vi ønsker å se om det finnes sammenhenger mellom fysisk kapasitet (fra fysiske tester) og prestasjon i trening og kamp (målt gjennom GPS-enheter), samt hvordan dette utvikler seg over tid.

#### **HVA INNEBÆRER DELTAKELSE I STUDIEN?**

Ved å delta i studien samtykker du til å gjennomføre testing av din fysiske kapasitet i følgende øvelser;

- 30m Sprint på is
- 30m sprint (løping)
- Hopp
- 1 RM m/trap-bar
- In-Body kroppsskanning

De nevnte testene vil bli en del av en testprotokoll som kan gjennomføres på flere tidspunkter før, under og etter sesong. Laget testes fortrinnsvis samlet og testingen er beregnet til å vare ca en halv dag. De første planlagte testtidspunktene er Desember 2020 og januar/februar 2021.

I tillegg til de fysiske testene vil du i trening og kamp benytte en mikroelektronisk enhet. Denne bæres i en spesialsydd vest tett på kroppen. I tillegg til å fange opp posisjon og hastighet via et innendørs GPS-system (LPS) kan den blant annet også små intensive bevegelser som normalt ikke fanges opp av «GPS»-signalene. Eksempler på denne type bevegelser er oppbremsinger/stopp, retningsforandringer, hopp, taklinger og akselerasjoner. Informasjonen fra disse enhetene vil bli innsamlet av masterstudenter. Under innsamlingen av disse dataene vil kun fysisk trener og prosjektleder ha oversikt over hvilken brikke som brukes av hvilken spiller. Alle data/navn vil bli anonymisert til ID-nr før de overleveres

Universitetet i Agder. Kun prosjektleder vil ha tilgang til dekodingsnøkkelen (oversikt over navn og ID-nr). Informasjonen vil kunne bli samlet inn til ca April 2021.

## FORDELER OG ULEMPER MED DELTAGELSE SOM FORSØKSPERSON

Du vil som deltaker i denne studien kunne få resultater fra idrettsvitenskapelige tester i et kontrollert miljø og gi deg tilbakemelding på din fysiske kapasitet. Du vil også kunne oppleve noen ulemper ved å delta i studien;

- Du må sette av tid til testing, tid du kanskje vil brukt annerledes.
- Testing og trening kan føre til støyhet og oppfattes som smertefullt/ubehagelig.
- Det er alltid en risiko for skader ved både trening og testing, men disse anses ikke som større enn den treningen du er vant til fra før.

## HVA SKJER MED INFORMASJONEN OM DEG?

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Alle personopplysninger vil bli aidentifisert. Det betyr at resultatene blir ikke lagret under navn, men med en kode fra første dag i prosjektet. Navnet ditt blir derfor koblet til en kode som oppbevares i en safe ved Institutt for idrettsvitenskap og kroppsøving, Universitetet i Agder. Det er kun prosjektansvarlig som har tilgang til denne. Dine personopplysninger vil ikke kunne identifiseres i publikasjoner.

Prosjektet skal etter planen avsluttes 31.04.2021 og alle dine data vil da bli anonymisert. Dine anonymiserte data vil bli oppbevart i 5 år ettersom vi er pliktet til å oppbevare data og separat navneliste i 5 år etter sluttdato for etterprøvbarhet og kontroll av resultatene. Etter dette, altså 31.04.2026, vil all data i prosjektet slettes.

Dine rettigheter: Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Universitetet i Agder har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

## FRIVILLIG DELTAKELSE

Der er frivillig å delta i studien og du kan når som helst trekke deg fra studien uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli anonymisert. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Dersom du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med prosjektansvarlige Per Thomas Byrkjedal (Doktorgradsstipendiat: [per.byrkjedal@uia.no](mailto:per.byrkjedal@uia.no) / 93498951) eller Thomas Bjørnsen ([thomas.bjornsen@uia.no](mailto:thomas.bjornsen@uia.no) / 986 19 299), vårt personvernombud Ina Danielsen, Universitetet i Agder, [ina.danielsen@uia.no](mailto:ina.danielsen@uia.no), telefon +47 452 54 401, eller NSD – norsk senter for forskningsdata AS ([personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no) / 55 58 21 17). Prosjektansvarlig institusjon er Universitetet i Agder.

### Med vennlig hilsen

Thomas Bjørnsen (Prosjektansvarlig) & Per Thomas Byrkjedal (PhD-stipendiat).

### SAMTYKKEERKLÆRING

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Hastighetsstyrt styrketrening med oppfølging av belastning i trening og kamp* og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i studien
- at mine opplysninger behandles anonymisert frem til all data i prosjektet slettes senest 31.04.2026.

-----  
(Dato)

-----  
(Signatur deltaker)

## Vedlegg 2

17.2.2020

Meldeskjema for behandling av personopplysninger



### NSD sin vurdering

#### Prosjektittel

Hurtighetsbasert styrketrening og en longitudinell oppfølging av belastning i trening og kamp

#### Referansenummer

464080

#### Registrert

28.01.2020 av Per Thomas Byrkjedal - per.byrkjedal@uia.no

#### Behandlingsansvarlig institusjon

Universitetet i Agder / Fakultet for helse- og idrettsvitenskap / Institutt for folkehelse, idrett og ernæring

#### Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Thomas Bjørnsen, thomas.bjornsen@uia.no, tlf: 4798619299

#### Type prosjekt

Forskerprosjekt

#### Prosjektperiode

15.02.2020 - 31.12.2021

#### Status

17.02.2020 - Vurdert

#### Vurdering (1)

---

##### 17.02.2020 - Vurdert

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet den 17.02.2020 med vedlegg, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

#### MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde:

[https://nsd.no/personvernombud/meld\\_prosjekt/meld\\_endringer.html](https://nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/meld_endringer.html)

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

#### TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle særlige kategorier av personopplysninger om helseopplysninger og alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 31.12.2021. Data med personopplysninger oppbevares deretter

<https://meldeskjema.nsd.no/vurdering/5e284c67-687b-4606-8f31-5fa4e6ae36fc>

1/2

internt ved behandlingsansvarlig institusjon frem til 31.12.2026, dette til forskningsformål.

#### LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 nr. 11 og art. 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse, som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes uttrykkelige samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a, jf. art. 9 nr. 2 bokstav a, jf. personopplysningsloven § 10, jf. § 9 (2).

#### PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke viderebehandles til nye uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

#### DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19), dataportabilitet (art. 20).

NSD vurderer at informasjonen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

#### FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD 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).

Catapult Sports er databehandler i prosjektet. NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og eventuelt rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

#### OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp underveis (hvert annet år) og ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet/pågår i tråd med den behandlingen som er dokumentert.

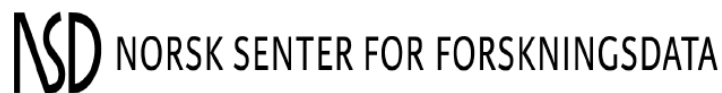
Lykke til med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Mathilde Hansen  
Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

## Vedlegg 3

14.2.2020

Meldeskjema for behandling av personopplysninger



### Meldeskjema 464080

#### Sist oppdatert

12.02.2020

#### Hvilke personopplysninger skal du behandle?

---

- Navn (også ved signatur/samtykke)
- Fødselsdato
- E-postadresse, IP-adresse eller annen nettidentifikator
- Gps eller andre lokaliseringsdata (elektroniske spor)

#### Type opplysninger

---

#### Skal du behandle særlige kategorier personopplysninger eller personopplysninger om straffedommer eller lovovertridelser?

- Helseopplysninger

#### Prosjektinformasjon

---

##### Prosjektittel

Hurtighetsbasert styrketrening og en longitudinell oppfølging av belastning i trening og kamp

##### Dersom opplysningene skal behandles til andre formål enn behandlingen for dette prosjektet, beskriv hvilke

Dataene som samles inn skal kun brukes i forbindelse med prosjektet og oppfølgingen av utøvere eller klubb som beskrevet i informasjonsskrivet.

##### Begrunn behovet for å behandle personopplysningene

Studien som skal gjennomføres ønsker å undersøke hvordan hverdagen til utøvere og praktikere kan optimaliseres. Dette vil vi undersøke ved å forsøke å finne forbedrede treningsmetoder og nye, bedre måter å analysere data fra blant annet trening og kamper. For å oppnå dette er det nødvendig å behandle oppgitte personopplysninger. Vi trenger også navn, telefonnummer og epostadresser for å kontakte og gi forsøkspersonene informasjon om tidspunkt og annet tilknyttet prosjektet. For å dokumentere ulike belastningsvariabler i kamp og trening (som for eksempel; Distanse, hastighet på bevegelser, akselerasjon, de-akselerasjoner, retning på bevegelser osv) vil vi ha behov for å bruke posisjonsbaserte systemer som GPS og lokale posisjonsystemer (LPS) til et forhåndsbestemt område. Data vil kun bli samlet inn når deltakerne bærer GPS/LPS enhetene på seg i trening/kamp.

##### Ekstern finansiering

<https://meldeskjema.nsd.no/eksport/5e284c67-687b-4606-8f31-5fa4e6ae36fc>

1/5



**Type prosjekt**

Forskerprosjekt

**Behandlingsansvar**

---

**Behandlingsansvarlig institusjon**

Universitetet i Agder / Fakultet for helse- og idrettsvitenskap / Institutt for folkehelse, idrett og ernæring

**Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)**

Thomas Bjørnsen, thomas.bjornsen@uia.no, tlf: 4798619299

**Skal behandlingsansvaret deles med andre institusjoner (felles behandlingsansvarlige)?**

Nei

**Utvalg 1**

---

**Beskriv utvalget**

Utøvere som bedriver lagidrett på et nasjonalt nivå.

**Rekruttering eller trekking av utvalget**

Rekrutteringen vil bli gjennomført ved åpne invitasjoner som sendes ut aktuelle klubber for å høre om de har lag/utøvere som ønsker å delta i prosjektet (som beskrevet i prosjektskisse og infoskriv).

**Alder**

16 - 50

**Inngår det voksne (18 år +) i utvalget som ikke kan samtykke selv?**

Nei

**Personopplysninger for utvalg 1**

- Navn (også ved signatur/samtykke)
- Fødselsdato
- E-postadresse, IP-adresse eller annen nettidentifikator
- Gps eller andre lokaliseringsdata (elektroniske spor)
- Helseopplysninger

**Hvordan samler du inn data fra utvalg 1?****Medisinsk undersøkelse og/eller fysiske tester****Grunnlag for å behandle alminnelige kategorier av personopplysninger**

Samtykke (art. 6 nr. 1 bokstav a)

**Hvem samtykker for ungdom 16 og 17 år?**

Foreldre/foresatte

### **Grunnlag for å behandle særlige kategorier av personopplysninger**

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

### **Redegjør for valget av behandlingsgrunnlag**

#### **Informasjon for utvalg 1**

#### **Informerer du utvalget om behandlingen av opplysningene?**

Ja

#### **Hvordan?**

Skriftlig informasjon (papir eller elektronisk)

### **Tredjepersoner**

---

#### **Skal du behandle personopplysninger om tredjepersoner?**

Nei

### **Dokumentasjon**

---

#### **Hvordan dokumenteres samtykkene?**

- Manuelt (papir)

#### **Hvordan kan samtykket trekkes tilbake?**

Muntlig eller skriftlig.

#### **Hvordan kan de registrerte få innsyn, rettet eller slettet opplysninger om seg selv?**

De registrerte kan når som helst ta kontakt med behandlingsansvarlig som gir dem innsyn i opplysninger om seg selv. Dette er beskrevet i skriftlig informasjonsskiv og samtykke til forsøkspersoner.

#### **Totalt antall registrerte i prosjektet**

1-99

### **Tillatelser**

---

#### **Skal du innhente følgende godkjenninger eller tillatelser for prosjektet?**

- Etisk godkjenning fra Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK)

## Behandling

---

### Hvor behandles opplysningene?

- Mobile enheter tilhørende behandlingsansvarlig institusjon
- Maskinvare tilhørende behandlingsansvarlig institusjon
- Ekstern tjeneste eller nettverk (databehandler)

### Hvem behandler/har tilgang til opplysningene?

- Interne medarbeidere
- Prosjektansvarlig
- Databehandler

### Hvilken databehandler har tilgang til opplysningene?

Catapult Sports er leverandør av enhetene som brukes og programvaren som brukes from å hente dataene ut av enhetene. Catapult Sports følger reglene for GDPR (se vedlegg i tilleggsopplysninger). Databehanlingsavtale ligger vedlagt under tilleggsopplysninger.

### Tilgjengeliggjøres opplysningene utenfor EU/EØS til en tredjestat eller internasjonal organisasjon?

Nei

## Sikkerhet

---

### Oppbevares personopplysningene atskilt fra øvrige data (kodenøkkel)?

Ja

### Hvilke tekniske og fysiske tiltak sikrer personopplysningene?

- Opplysningene anonymiseres
- Adgangsbegrensning
- Andre sikkerhetstiltak

### Hvilke

Kodenøkkel oppbevares på ekstern harddisk innlåst i arkivskap. Arkivskap står hos instituttet for idrettsvitenskap og kroppsøving (tidligere institutt for folkehelse, idrett og ernæring) ved Universitetet i Agder.

## Varighet

---

### Prosjektperiode

15.02.2020 - 31.12.2021

### Skal data med personopplysninger oppbevares utover prosjektperioden?

Ja, data med personopplysninger oppbevares til: 31.12.2026

## Behandling

---

### Hvor behandles opplysningene?

- Mobile enheter tilhørende behandlingsansvarlig institusjon
- Maskinvare tilhørende behandlingsansvarlig institusjon
- Ekstern tjeneste eller nettverk (databehandler)

### Hvem behandler/har tilgang til opplysningene?

- Interne medarbeidere
- Prosjektansvarlig
- Databehandler

### Hvilken databehandler har tilgang til opplysningene?

Catapult Sports er leverandør av enhetene som brukes og programvaren som brukes from å hente dataene ut av enhetene. Catapult Sports følger reglene for GDPR (se vedlegg i tilleggsopplysninger). Databehanlingsavtale ligger vedlagt under tilleggsopplysninger.

### Tilgjengeliggjøres opplysningene utenfor EU/EØS til en tredjestat eller internasjonal organisasjon?

Nei

## Sikkerhet

---

### Oppbevares personopplysningene atskilt fra øvrige data (kodenøkkel)?

Ja

### Hvilke tekniske og fysiske tiltak sikrer personopplysningene?

- Opplysningene anonymiseres
- Adgangsbegrensning
- Andre sikkerhetstiltak

### Hvilke

Kodenøkkel oppbevares på ekstern harddisk innlåst i arkivskap. Arkivskap står hos instituttet for idrettsvitenskap og kroppsøving (tidligere institutt for folkehelse, idrett og ernæring) ved Universitetet i Agder.

## Varighet

---

### Prosjektperiode

15.02.2020 - 31.12.2021

### Skal data med personopplysninger oppbevares utover prosjektperioden?

Ja, data med personopplysninger oppbevares til: 31.12.2026

**Til hvilket formål skal opplysningene oppbevares?**

Forskning

**Hvor oppbevares opplysningene?**

Internt ved behandlingsansvarlig institusjon

**Vil de registrerte kunne identifiseres (direkte eller indirekte) i oppgave/avhandling/øvrige publikasjoner fra prosjektet?**

Nei

**Tilleggsopplysninger**

---

Ekstern tjeneste eller nettverk (databehandler) som er tenkt å brukes følger GDPR.

Alle data som legges inn i dette systemet vil være anonymisert fra starten av og kun bruk av lokalt lagret Kode-nøkkel (Ekstern harddisk i arkiv) vil kunne identifisere deltakere.