

Intensitet og belastning i ishockey målt gjennom sporingsteknologi



Universitetet
i Stavanger



Fakultet for utdanningsvitenskap og humaniora
Thomas Enger Pedersen



Universitetet
i Stavanger

FAKULTET FOR UTDANNINGSVITENSKAP OG HUMANIORA

MASTEROPPGAVE

Studieprogram: Idrettsvitenskap

Vårsemesteret, 2021

Åpen/ konfidensiell

Forfatter: Thomas Enger Pedersen

.....
(signatur forfatter)

Veileder: Håvard Myklebust, førsteamanuensis

Tittel på masteroppgaven: Intensitet og belastning i ishockey målt gjennom springsteknologi

Engelsk tittel: Intensity and load in ice hockey measured through tracking technology

Emneord: Ishockey, belastning, intensitet,
posisjonssystem, treghetssensorer

Antall ord: 20514

+ vedlegg/annet: 24115

Stavanger, 11.06.2021

Forord

Gjennom denne perioden har jeg lært mye, både teoretisk og om meg selv. Jeg må rette en stor takk til veileder, Håvard, som i tide og utide har svart på samtlige spørsmål. Selv når jeg en gang og to kanskje har mast litt for mye.

I tillegg må jeg si takk til Thomas som ga meg muligheten til å ta del i dette prosjektet. Ting ble ikke helt som vi planla i januar 2020, men vi fikk gjort en god del arbeid uansett. Per Thomas, du fortjener all honnør for all den tid du har lagt ned i dette og hjulpet med mye spørsmål til alle døgnets tider, selv i travel hverdag. Det setter jeg stor pris på. Denne oppgaven hadde aldri blitt som den er uten din hjelp. Live fortjener også en stor takk for gode svar på teoretiske og praktiske spørsmål.

I mine 5 år på Universitetet i Stavanger har det vært mange lærerike stunder. Jeg må virkelig gi min gode mann, Saša Nedić, stor honnør for utallige timer sammen. Gode diskusjoner faglig og ekstreme mengder latter. Du har gjort disse fem årene til en fryd, min venn.

Til slutt må jeg takke Sigurd for en siste gjennomlesning og innspill fra en utenforstående. Og ikke minst min far for utallige timer med korrektur lesing de siste 5 årene. Takk for det.

Innhold

| | |
|--|----|
| 1. Innledning..... | 1 |
| 1.1 Problemstilling | 3 |
| 2. Teoretisk grunnlag..... | 4 |
| 2.1 Idrettsvitenskap | 4 |
| 2.2 Treningsprinsipper | 5 |
| 2.2.1 Belastning..... | 5 |
| 2.2.2 Intensitetsstyring | 6 |
| 2.3 Teknologi i idrettsforskning | 8 |
| 2.3.1 Målemetoder - subjektive og objektive..... | 10 |
| RPE – Rated Perceived Exertion..... | 10 |
| IMU - Inertial Measurement Unit | 10 |
| Posisjoneringsystemer | 11 |
| 2.3.2 Tidligere forskning med posisjoneringsystemer..... | 13 |
| 2.4 Utvikling..... | 14 |
| 2.5 Catapult | 16 |
| 2.5.1 Analysemaal..... | 17 |
| Player Load | 17 |
| Explosive Efforts..... | 17 |
| High Intensity Efforts – HIE | 18 |
| Change of Directions – CoD | 18 |
| 2.5.2 Validitet og reliabilitet | 18 |
| 2.5.3 Målenøyaktighet..... | 21 |
| 2.6 Arbeidskrav i ishockey..... | 21 |
| 3. Metode..... | 26 |
| 3.1 Utvalg..... | 26 |
| 3.2 Prosedyre..... | 27 |
| 3.2.1 Oppsett av det lokale posisjonssystemet | 27 |

| | |
|---|----|
| 3.2.2 Datainnsamling..... | 27 |
| 3.2.3 Kampgjennomføring | 28 |
| 3.3 Databehandling..... | 29 |
| 3.3.1 Benking | 29 |
| 3.3.2 Intensitetssoner..... | 29 |
| 3.3.3 Validitet og reliabilitet | 30 |
| 3.4 Statistisk analyse | 31 |
| 3.5 Etiske retningslinjer..... | 32 |
| 4. Resultater..... | 33 |
| 4.1 Intensitetsvariablene..... | 33 |
| 4.2 Fordeling i ulike intensitetssoner | 38 |
| 4.2.1 Individuell variasjon i fordelingen | 41 |
| 4.2.2 Kollektiv variasjon i fordeling | 42 |
| 5. Diskusjon..... | 43 |
| 5.1 Forskjeller med ulike intensitetssoner..... | 43 |
| 5.2 Forskjeller mellom spillerposisjoner..... | 45 |
| 5.3 Variasjonskoeffisient..... | 47 |
| 5.4 Videre diskusjon..... | 49 |
| 5.5 Styrker og svakheter..... | 51 |
| 5.6 Praktiske implikasjoner | 51 |
| 6. Konklusjon | 55 |
| Bibliografi | 56 |
| Vedlegg 1. Belastning | 63 |
| Vedlegg 2. Kalibrering av LPS med tachymeter..... | 64 |
| Vedlegg 3 Kopi av søknad til NSD | 66 |

Sammendrag

Utvikling av springsteknologi har gitt større innsikt i de fysiske kravene for lagsport, inkludert innendørs idretter hvor globale satellitter ikke kan brukes. Ishockey er en idrett hvor forskning har vært preget av subjektive videoanalyser. Belastning og intensitet er interessant for det praktiske arbeidet til trenere og ledere fordi med denne hjelpen kan trenerne planlegge og tilrettelegge treningen på en optimal måte. Objektiv forskning på ishockey kan være med på å bidra til at idretten kan endre sin praksis og eventuelt gjøre den enda bedre. Oppgaven undersøkte hva som kjennetegner belastningen i ishockeykamper målt med lokalt posisjonssystem og treghetssensorer.

Denne oppgaven ble gjennomført i samarbeid med Olympiatoppen Sør-Vest, Universitetet i Agder, Universitetet i Stavanger og ishockeylaget Stavanger Oilers. Dette er en deskriptiv studie hvor det ble samlet inn posisjonsdata gjennom fire simuleringskamper ved hjelp av springsteknologi. Utvalget i studien var Stavanger Oilers sitt U21 lag. Posisjonsdata ble samlet inn med et lokalt posisjonssystem, LPS, inne i DNB-Arena. Dataene ble gjennom LPS samlet med en frekvens på 10Hz. Utøverne var ikledd en IMU-enhet fra Catapult ClearskyT6 fra Catapult Sports i Melbourne underveis i kampene som samlet informasjon med en frekvens på 100Hz. Analyser av belastning og intensitet ble gjort på bakgrunn av flere ulike variabler som for eksempel antall meter, hastighet, antall eksplosive bevegelser og Player Load. Analysene ble gjennomført i Excel (Versjon 2008) og IBM SPSS Statistics (Versjon 26).

Resultatene fra denne studien kan tyde på at det er forskjeller i belastning og intensitet for de ulike posisjonene i laget. Forsvarspillerne tilbakelegger kortere distanser og beveger seg ikke like hurtig som angriperne. Resultatene viser også tegn på at utøverne i dette utvalget ikke klarer å opprettholde intensiteten gjennom en hel kamp. Catapult Sport bruker algoritmer som måler forskjellige typer belastningsvariabler, resultatene kan tyde på at de registrerer noe av de samme faktorene. Dette kan være fornuftig å være klar over for trenere slik at det ikke er for stort datamateriale å arbeide med. Dette utvalget er lite og mer undersøkelse kreves på disse forskjellene.

Kvantiteten på litteraturen er for smal, og det er behov for mer forskning på ishockey, og forskningen som foreligger er for smal. Forskningen som gjennomføres bør være relevant for det praktiske arbeidet og som kan være med på å bedre dette.

Summary

Development of tracking technology has provided greater insight into the physical requirements of team sports, including indoor sports where global satellites cannot be used. Ice hockey is a sport where research has been characterized by time motion analyzes. Training load and intensity are interesting for the practical work of the coaches and managers because with this knowledge, the coaches can plan and implement the training in the best way possible. The use of objective research on ice hockey can help the sport to change its practice and possibly make it even better. This paper examined what characterizes the load in ice hockey matches measured with a local position system and inertia sensors.

This assignment was carried out in collaboration with Olympiatoppen South-West, the University of Agder, the University of Stavanger and the ice hockey team Stavanger Oilers. This is a descriptive study where position data has been collected through four simulation matches using tracking technology. The sample in the study was Stavanger Oilers' U21 team. Position data was collected with a local position system, LPS, inside DNB-Arena. Data were collected through LPS with a frequency of 10Hz. The athletes were wearing an IMU device from Catapult ClearskyT6 from Catapult Sports during the matches, which collected information with a frequency of 100Hz. Analyzes of load and intensity were made on the basis of several different parameters such as distance covered, speed, number of explosive movements and Player Load. The analyzes were performed in Excel (Version 2008) and IBM SPSS Statistics (Version 26).

The results from this study may indicate that there are differences in load and intensity for the different positions in the team. The defenders cover shorter distances and do not move as fast as the attackers. The results also show signs that the athletes in this selection are unable to maintain high intensity movements throughout an entire match. Catapult Sport uses algorithms that measures different types of parameters, the results may indicate that they register some of the same factors. This may make sense to be aware of for coaches so that there is not too much data material to work with. This sample is small and more research is required on these differences.

The quantity of literature on ice hockey is too small, and there is a need for more research on ice hockey, and the research that is available is too narrow. The research that is carried out should be relevant to the practical work and should help the sport to improve.

Forkortelser og definisjoner

| | |
|-----------------------|---|
| C | Spillerposisjon: senter |
| FWD | Spillerposisjon: ving |
| D | Spillerposisjon: forsvar |
| IMU | Inertial Measurement Unit |
| LPS | Local Positioning System, lokalt posisjonssystem |
| GNSS | Global Navigation Satellite System |
| GPS | Global Positioning System |
| PL | Player Load |
| PL*min ⁻¹ | Player Load per minutt |
| EE | Explosive effort, eksplosive bevegelser > 3.5 m*s ⁻¹ |
| HIE | High intensity Effort , høyintensive bevegelser > 2.5 m*s ⁻¹ |
| CoD | Change of Direction, retningsforandringer |
| HF | Hjertefrekvens |
| SD | Standardavvik |
| CV | Variasjonskoeffisient |
| CV _{within} | Spillernes individuelle variasjon fra kamp til kamp |
| CV _{between} | Kollektiv variasjon mellom spillerne i utvalget |
| Cloud: | Catapult sin lagringsløsning hvor datamateriale kan lagres og hentes opp igjen fra eksterne datamaskiner. |
| Kg ⁻¹ | Per kilo kroppsvekt |
| VO _{2maks} | Maksimalt oksygenopptak |
| Aerob | Energiprosesser med tilstrekkelig oksygen (Gjerset, Raastad & Nilsson, 2015) |
| Anaerob | Energiprosesser i cellene uten tilstrekkelig oksygen (Gjerset, et al., 2015) |

1. Innledning

Utviklingen av best mulig prestasjon skjer gjennom et treningsarbeid som er strukturert slik at en utøver automatiserer ferdigheter og videreutvikler strukturelle og metabolske faktorer (Smith, 2003). Treningshverdagen skal også være med på å øke utøverens evne til å tåle høyere treningsvolum og konkurranser.

Menneskekroppen og alle organismene den består av kan tilpasse seg stadig økende belastninger, adaptasjon, og dette er en viktig årsak til at kroppen vår forbedres ved trening (Gjerset et al., 2015). Adaptasjon er kroppens reaksjon på de kravene som blir stilt gjennom trening. Som idrettsutøver ønsker en positiv adaptasjon hvor kroppens belastninger er såpass store at de har en akutt nedbrytende effekt som kroppen klarer å bygge opp igjen. Om belastningen er større enn kroppens evne til å bygge organismene opp igjen på samme nivå som tidligere eller sterkere vil en få overbelastning hvor kroppen ikke klarer å hente seg inn igjen (Gjerset et al., 2015).

Belastning kan beskrive alt fra hvor krevende enkeltøvelser eller enkeltøkter er for kroppen, til den totale belastningen av treninger og konkurranser over tid (Gjerset et al., 2015). Samtidig kan belastningen også legge til psykiske faktorer og ikke bare de fysiske belastningene (Feltz, 2007). En tilpasset treningsbelastning og tilstrekkelig restitusjon er viktig og krever en kontinuerlig evaluering av treningshverdagen. På denne måten kan utøveren minske skaderisiko og faren for utmattelse (Halson, 2014; Jaspers et al., 2016). En kombinasjon av optimalt treningsvolum og tilstrekkelig restitusjon er positivt for prestasjon (Gjerset et al., 2015). Hvis en utøver ikke klarer å optimalisere treningshverdagen kan belastningen bli for stor og skader kan oppstå. Belastning handler i stor grad om ytre og indre belastning, hvor den ytre belastningen referer til den overordnede aktiviteten utøverne gjennomfører. Den indre belastningen referer til det reelle fysiologiske og psykologiske stresset på kroppen til utøveren (Jaspers et al., 2016).

Belastning og restitusjon bør være optimal slik at toppidrettsutøvere presterer på høyest mulig nivå over lengre perioder, uten å pådra seg skader (Jaspers et al., 2016). Gjennom teknologiens fremskritt har idretten kunne ta i bruk ulike produkter som skal kunne være med på å optimalisere prestasjon (Chambers, Gabbett, Cole & Beard, 2015). Dette skjer gjennom nøyaktige og objektive data på faktorer med betydning for prestasjon (Balagué, Torrents, Hristovski, & Kelso, 2017).

Intensitet brukes om den fysiske innsatsen som blir gjennomført av utøverne (Gjerset et al., 2015). Denne intensiteten som gjennomføres kan uttrykkes som en absolutt størrelse, og kan defineres som utført arbeid per tidsenhet, f.eks m/s og km/t. I tillegg til dette kan intensiteten angis som en relativ størrelse der arbeidet som er gjennomført blir uttrykt i prosent, f. eks % av HF_{maks} og % av maksimal O_2 -opptak. Med en relativ intensitet kan analysearbeidet av to utøvere på ulikt prestasjonsnivå vise at de holder samme intensitet (Gjerset et al., 2015; Lovell & Abt, 2009).

For å kategorisere intensitet i konkurranse og aktivitet kan en lage intervallinndelinger, for eksempel hastighetsgrenser som er brukt i denne studien. Hastighetsgrenser er forutbestemt intervallinndeling med ulike grenser. Disse intervallene brukes for å kartlegge hvordan intensiteten/hastigheten i en aktivitet fordeler seg (Malone, Lovell, Varley & Coutts, 2016). Intervallinndelingene kan bli merket som «lav-moderat-høy-spurt» for å gjøre den praktiske analysen av intensiteten noe enklere. Gjennom en slik inndeling kan fordelingen av hvor stor andel av aktiviteten som skjer i hver sone kartlegges. Hastighetssoner kan settes som absolutte grenser for et helt utvalg (Douglas, 2019). Dette prosjektet bruker absolutte hastighetsgrenser for å kategorisere fordelingen av intensitet i ishockey, og sammenligner de tre ulike posisjonene på banen. I tillegg til absolutte grenser kan en sette individuelle grenser for hver enkelt utøver (Lovell & Abt, 2009). Hvordan en skal definere intensitetsinndelingen mangler felles forståelse i litteraturen. Noe som gjør at utgangspunktet for ett felles utgangspunkt er vanskelig. I det praktiske arbeidet for trenere vil det være vanskelig å vite hva som er mest gunstig.

En forskningsbasert tilnærming med bruk av teknologi i idretten har blitt viktig i dagens toppidrettsverden (Malone et al., 2017). Dette gjenspeiles gjennom at klubber på toppnivå ansetter egne folk til å jobbe spesifikt med teknologi og data fra trening og konkurranse. Springsteknologi som Global Navigation Satellite System (GNSS), eller andre sensorer, som akselerometer og pulsmåler, er blitt vanlig i toppidretten (Douglas, 2019). Sparingsteknologi blir brukt for å kartlegge belastning og er med på å utnytte potensialet i treningshverdagen og optimalisere prestasjonen til utøveren.

Den vanligste metoden for å undersøke arbeid på isen i tidligere forskning har vært gjort som videobaserte analyser, TMA. (Douglas, 2019). Denne metoden har fått en del kritikk på bakgrunn av reliabiliteten av observatøren som gjennomfører prosessen, samtidig som at det er krevende å registrere nøyaktige resultater hvor idrettene er preget av eksplosive og korte bevegelser (Nightingale & Douglas, 2018). Derfor er det i større grad blitt tatt i bruk objektive målemetoder som sparingsteknologi. Sparingsteknologi har gjort det mulig å kartlegge

arbeidskrav, samt gjøre tilbakemeldinger mer optimalt enn tidligere, både i analysearbeidet etter endt aktivitet, men også underveis i aktiviteten (Chambers et al., 2015; Douglas, 2019).

Utfordringen til innendørs idretter er at GNSS krever tilnærmet fri sikt mellom satellitt og mottakersensor festet på utøveren. Signalene vil ikke kunne registrere bevegelser nøyaktig nok på grunn av tykke vegger og hindringer inn til mottakersensor som brukes under spill (Luteberget, 2018). Litteraturen som foreligger på ishockey er liten og denne problemstillingen kan være noe av grunnen til det. Analyser med sporingsteknologi har utviklet seg etter årtusenskiftet og kvantiteten av forskning har økt (Chambers, et al., 2015). Utviklingen fra subjektive, videobaserte analyser til objektive målemetoder, som sporingsteknologi, har gitt større innsikt i de fysiske kravene for lagsport, inkludert innendørs sport hvor globale satellitter ikke kan brukes (Luteberget, 2018).

Teknologien som utvikles er med på å gjøre analysearbeidet i toppidretten enda mer nøyaktig (Luteberget, 2018). Kvantitative data fra sporingsteknologi blir i stor grad en større del av hverdagen til toppidrettsutøvere. Innlemmelsen av målbare faktorer inn mot trening og konkurranse har blitt en kritisk faktor i idretter på elitenivå (Douglas, 2019). I tillegg til å måle hastighet vil denne teknologien registrere distanse, akselerasjoner, deakselerasjoner og flere andre variabler som påvirker den totale belastningen på utøverne.

Ishockey er karakterisert som en idrett hvor utøverne gjennomfører gjentatte repetisjoner av høyintensive involveringer med maks innsats (Douglas, 2019). Spillet er preget av korte arbeidsperioder og hurtige bytter (Stanula, Rocznik, Maszczyk, Pietraszewski, & Zajac, 2014). Kampsituasjonen i ishockey er aggressiv og krever høyintensive interaksjoner ofte (Cox, Miles, Verde & Rhodes, 1995). Tidligere forskning som er gjort med teknologi på ishockey er mangelfull. Det finnes studier på ulike belastningsvariabler med sporingsteknologi og intensitetsmålinger gjort med HF (Douglas, 2019; Stanula & Rocznik, 2014; Vigh-Larsen et al., 2020).

Denne oppgaven skal bidra til å en større forståelse av utviklingen til sporingsteknologi og kan benyttes i den praktiske treningshverdagen for ishockey, med tanke på intensitetsstyring og kartlegging av hvordan belastningen i ishockeykamper fordeles.

1.1 Problemstilling

Hva kjennetegner belastningen i ishockeykamper målt med lokalt posisjonssystem og treghetssensorer?

2. Teoretisk grunnlag

Teoretisk bakgrunn skal ta for seg ishockeysportens karakteristika. Beskrivelse av hvordan idretten utføres og hva som viser seg å være typisk for en god prestasjon. Videre skal teorien ta for seg treningsbelastning og hva som påvirker den. Hvordan teknologiens utvikling har fått en stor betydning for dagens toppidrett, denne oppgaven tar spesielt for seg ishockey. Til sist skal kapitlet ta for seg arbeidskravene til idretten gjennom tidligere forskning med teknologi. Douglas (2019) er et solid grunnlag for videre forskning på kartlegging av posisjonelle variabler i ishockey. Doktorgraden har gått gjennom tidligere forskning som ligger på ishockey og hva som blir klassifisert som viktige faktorer i ishockey. Teorien tilgjengelig er tydelig på at teknologiske fremskritt har gjort treningshverdagen til idrettsutøvere bedre. I tillegg vil denne oppgaven bruke tid på utviklingen av sporingsteknologi som gjør kvantifiseringen av bevegelsesdata mer nøyaktige og objektive.

2.1 Idrettsvitenskap

Idrettsvitenskap inkluderer søken etter svar på praktiske problemstillinger i treningshverdagen og optimalisering av arbeidet for å bedre den fysiske prestasjonen (Douglas, 2019; Bishop, 2008). En vitenskapelig tilnærming vil føre til at trenere og ledere får nøyaktig informasjon og kunnskap om sin egen idrett. På denne måten kan det praktiske arbeidet forbedres. Idretter med lite representasjon i den vitenskapelig forskningen bør undersøkes for å gjøre det praktiske arbeidet mest mulig relevant og optimalt (Bishop, 2008). Problemet med mye av den forskningen som gjennomføres er at overgangen fra litteratur til praktisk arbeid ikke er god nok. Forskerne blir kritisert for at problemstillingene som blir belyst ikke er relevant og resultatene er vanskelig å overføre til den praktiske hverdagen (Bishop, 2008).

Søken etter den mest optimale måten å forbedre idrettsprestasjoner på har gjort at en vitenskapelig tilnærming til arbeidet har fått stor plass, blant annet i toppidretten, og Douglas (2019) viser til at vitenskapelig forskning har utviklet seg til å optimalisere treningshverdagen for en rekke idretter. For eksempel gjenspeiles dette i teknologiens utvikling og bruken av dette til å måle eksterne faktorer. Faktorer som sosiale aspekter, psykiske forhold, frafall, kostnadsproblematikk og taktiske tilnærminger har blitt forsket på og utviklet idretten (Strandbu, et al., 2017; Feltz, 2007; Passos, Araújo & Volossovitch, 2017). Belastning kan være en totalkombinasjon av de øvrige faktorene. Analysen av den reelle belastningen kan ta utgangspunkt i at den er summen av disse variablene.

Gjennom objektive målemetoder kan en kvantifisere data og kartlegge spesifikke bevegelser (Luteberget & Gilgien, 2020). Disse objektive målemetodene kan gi en bedre forståelse av hva utøvernes totalbelastning faktisk er. En kvantifisering av treningsbelastning er viktig for å kunne planlegge og evaluere treningsarbeidet som blir gjennomført, og det kan bedre den fysiske formen (Foster, et al., 2001). Trener-team og utøvere bruker i større grad enn tidligere en forskningsbasert tilnærming til nettopp dette planleggingsarbeidet og utføringen av det (Halson, 2014).

2.2 Treningsprinsipper

Dynamikken i trening handler i stor grad om å balansere treningsbelastningen gjennom faktorene intensitet, tidsbruk og hyppighet. Idrettsspesifikke bevegelser er koordinerte og effektive i lys av den aktuelle idretten utøveren trener for, i tillegg krever det en kombinasjon av muskulær kraft, hurtighet og utholdenhet (Smith, 2003). Det praktiske arbeidet i trening handler i stor grad om periodisering av treningen slik at belastningen ikke blir for lav og ikke for høy. For høy belastning vil øke risikoen for utmattelse eller skader (Smith, 2003). Til slutt ønsker treningsarbeidet å øke prestasjonen inn mot perioder med mye konkurranser som krever en frisk utøver, med både optimale fysiologiske og psykologiske faktorer (Smith, 2003).

Tilpasning av trening og optimalisering er veldig individuelt. Forholdet mellom trening og hvile spiller en stor rolle, og hver enkelt utøver reagerer ulikt på treningen. En treningshverdag som ikke er optimal kan føre til stagnering i utvikling, samt kan overtrening eller feiltrening over tid føre til kronisk utmattelse og negative helseeffekter (Düking, Hotho, Holmberg, Fuss, & Sperlich, 2016). Å kunne kartlegge treningen og kvantifisere dataene for å optimalisere treningshverdagen kan være gunstig for å unngå disse negative effektene av feiltrening. Bærbare sensorer som en ikke setter inn i kroppen kan gi kontinuerlig og nøyaktig tilbakemelding. Dette kan være gunstig for analysearbeidet i treningshverdagen, ettersom det gir objektive og nøyaktige mål (Düking et al., 2016).

2.2.1 Belastning

Vitenskapen har hatt sitt inntog i idretten og kan ha hatt en stor innflytelse på at prestasjonsnivået i toppidretten blir høyere, samt at belastning og intensitet kan avdekkes og styres på en mer hensiktsmessig måte (Bishop, 2008). Å kunne styre belastningen og intensiteten for utøvere er viktig for at prestasjonen skal bli optimal, samtidig som at en unngår skader som kommer som følger av overbelastning og feiltrening. Gjennom posisjonsdata har en for eksempel funnet ut at forskjellene innad i posisjoner på banen fører til forskjeller i

belastning. Angripere i hockey tilbakelegger større distanser enn forsvarerne, men forsvarerne har hyppigere og flere akselerasjoner (Douglas, 2019).

Disse faktorene som blir målt og kvantifisert handler i stor grad om eksterne faktorer som påvirker belastningen. Ekstern belastning er ytre faktorer som hastighet og distanse. Intern belastning beskriver hvordan den eksterne belastningen påvirker kroppen, for eksempel gjennom HF eller laktatmålinger. Måling av ekstern belastning har blitt mer og mer populært i takt med at teknologien har utviklet seg til å kunne gjøre disse målingene pålitelige (Luteberget & Gilgien, 2020). De første gjennomføringene en finner med måling av ekstern belastning er med stoppeklokke, penn og papir. Videre utviklet dette seg til videoanalyser som er brukt mye også den dag i dag, spesielt for innendørs idretter. Nå har det blitt utviklet GNSS, LPS og andre teknologiske systemer som gjør kartleggingen av den eksterne belastningen mer nøyaktig (Luteberget & Gilgien, 2020).

Totalbelastning blir ofte rapportert som et mål på alt arbeidet utøveren gjennomfører i løpet av en periode. Totalbelastning er avhengig av intensiteten og lengden på aktiviteten. Parametere som total distanse og distanse i ulike hastighetssoner er ofte brukt som utgangspunkt for belastning og intensitet (Luteberget, 2018). Ulike studier har tatt utgangspunkt i høyintensive involveringer. Det kan bli målt gjennom antall sprinter, antall akselerasjoner eller distanse tilbakelagt over en eller flere predefinerte hastighetsgrenser (Bangsbo, Mohr & Kustrup, 2006; Michalsik, Aagaard & Madsen, 2013; Luteberget & Spencer, 2017).

Planlegging, tilrettelegging og gjennomføring av treningsarbeidet kan optimaliseres gjennom kunnskap om arbeidskrav i idretten. Samtidig må en ha en god forståelse av hva som kreves for en god fysisk prestasjon og skaderisikoen i idretten (Luteberget, 2018). Summen av alle disse faktorene kan gi en optimal trenings- og konkurransehverdag.

2.2.2 Intensitetsstyring

Ofte brukte mål på belastning har vært total distanse i trening eller konkurranse. Dette er et ganske stabilt mål og er akseptert som mål i den globale skala (Malone et al, 2016). Gjennom innsamling av posisjonsdata med nyere teknologi, kan en distribuere intensiteten til utøverne på en mer detaljert måte. Teknologi som viser posisjonsdata vil ikke bare gi informasjon om distanse, men også belastningsvariabler, akselerasjonsvariabler og flere andre faktorer som kan påvirke prestasjonen i de ulike idrettene (Chambers et al., 2015). Tidligere forskning på lagidretter har vært rettet mot distanse tilbakelagt og tid eller distanse brukt i ulik hastighet.

Hastighetsgrenser er brukt for å gruppere tid og distanse til ulike kategorier for å eksplisitt kartlegge intensitetsfordeling.

Malone et al (2016) skriver at det er mangel på forskning som har solid begrunnelse for valgte terskler og at det samtidig trengs litteratur som kan hjelpe fagfeltet på dette. Det finnes ulike tilnærminger til hvordan en skal sette bestemte terskler for hastighet og belastning. En kan bruke gjennomsnittsverdiene til en gruppe som utgangspunkt for definisjonen av de ulike sonene. Individuelle hastighetssoner og terskler kan også være en mulighet for utøverne (Malone et al., 2016). Da kan innsamlet data fra tester, trening eller konkurranse brukes for å sette utøverspesifikke hastighetsgrenser. Problemet vil da oppstå når du flytter deg ut fra den bestemte gruppen utøvere og skal videreføre grensene til nye grupper. Samtidig vil grensene være flytende etter sesongens variasjon i fysisk form hos utøverne (Malone et al, 2016). Bruken av vilkårlige, individuelle, hastighetssoner kan være hensiktsmessig å bruke innad i en fast gruppe eller organisasjon. Det kan for eksempel være faste soner med lik avstand (0–5, 5–10, 10–15, 15–20, >25 km/h). Disse sonene blir da kvalitativt sortert som lav-, moderat-, høy-, veldig høy hastighets løping og sprint (Luteberget, 2018).

Integreringen av individuelle hastighetssoner og intensitetsstyring kan være krevende i den praktiske treningshverdagen. Kompleksiteten i arbeidet, mangel på konsensus i litteraturen, lite kunnskap rundt databehandling og integreringen av passende arbeidskrav i idretten er krevende for trenere. I tillegg vil det være nødvendig å gjennomføre regelmessige tester for å gjøre grensene mest mulig relevant til enhver tid. Med store lag og grupper er det vanskelig å implementere i hverdagen. Dette blir i tillegg forsterket når det er mangel på bevis for dens betydning i litteraturen (Malone et al., 2016).

Istedenfor å bruke HF som mål på intensitet, slik Stanula & Roczinok (2014) har gjort, kan en sette opp intervaller med hastighetssoner. Hastighetssoner er forutbestemt intervallinndeling med forutbestemte grenser. Hastighetssoner kan brukes for å kartlegge eksplisitt hvordan intensiteten i en aktivitet fordeler seg for en utøver eller grupper samlet. Bruken av slike hastighetssoner kartlegger den periodevise naturen i mange idretter og underbygger den metabolske belastningen i aktiviteten som brå endringer i hastighet, retning eller graden av bevegelse (Malone et al., 2016).

En eksplisitt definisjon av faste hastighetssoner for å kunne kartlegge intensiteten og deretter optimalisere intensitetsstyringen til utøvere kan vise seg å være fornuftig for belastning og prestasjon. Noe av problemet med slike hastighetssoner er mangelen på en felles enighet i

litteraturen som foreligger og standardiserte modeller. Grunnen til dette er at det finnes mange ulike dataprogrammer, ulike måter å drive datainnsamlingen på, utstørsprodusenter med ulike algoritmer og forskjellige databehandlings-metoder (Malone et al., 2016). Andre utfordringer kan oppstå når en skal sette spesifikke hastighetssoner. Hvor skal terskelen gå mellom hver sone, hvor mange soner er fornuftig, skal det være generelle soner eller individuelle soner for hver utøver?

Studier som er gjort i fotball på spillere i toppdivisjonen har vist at ulik tilnærming har gitt veldig store forskjeller i resultater. Studier viser at en individuell tilnærming til intensitetssoner kan gi mer nøyaktige resultater enn absolutte grenser (Lovell & Abt, 2009; Gabbett, 2015; Reardon, Tubin & Delahunt, 2015). Lovell & Abt (2009) fant bare 5% forskjell i distanse i høyhastighetssoner mellom to spillere i like posisjoner ved å bruke vilkårlige generelle grenser. Når de brukte individuelle grenser hentet gjennom den fysiske kapasiteten til de to ulike spillerne økte forskjellene til 41%. Forskere har ulike muligheter når de skal definere og bruke individualisering av hastighetsgrenser til utøvere. Det kan være anaerob terskel, treningskapasitet over en viss periode, maks hurtighet eller en kombinasjon av flere (Malone et al., 2016). Om en bruker flere av disse metodene samtidig, både individuelle til gruppen og til hver enkelt utøver kan dette gi bedre innsikt i belastning hos både utøverne og gruppen (Lovell & Abt, 2009). Noe av de samme funnene fant Gabbett (2015) hvor han sammenlignet generelle hastighetssoner og individuelle relativ til topphastighet fra løpstest på 90 rugbyutøvere i ulik alder og nivå. Med generelle soner var intensiteten proporsjonal med alder. Når de analyserte soner som relativ til egen topphastighet var det de yngste spillerne som hadde høyest intensitet i spillet sitt (Gabbett, 2015). Reardon med kollegaer (2015) undersøkte arbeidskrav i rugby på elitenivå. De fant signifikante forskjeller mellom posisjonene når de brukte individuelle hastighetsgrenser. Med absolutte grenser fant de overestimering av høyintense bevegelser for forsvarspillere og underestimering av høyintense bevegelser for angripere (Reardon, et al., 2015).

2.3 Teknologi i idrettsforskning

Teknologi er blitt en stor del av hverdagen i dagens samfunn, også i idrett. Kartlegging av bevegelsesdata og idrettsspesifikke krav har tatt analysearbeidet i idretten til nye nivåer. Utviklingen av sensorenhetene gjør at fysiske krav og prestasjonskriterier i større grad kan bli eksplisitt synlig for utøvere og trenere (Chambers et al., 2015). Teknologiens inntog i analysen av idrettslige bevegelser startet gjennom videoanalyser på 70-tallet. Videre utviklet dette seg til GPS mot slutten av 90-tallet og årtusenskiftet (Aughey, 2011). De første forsøkene på å

kartlegge idrettslige bevegelser ble gjort på slutten av 90-tallet med den gangs tilgjengelige GPS-teknologi, som i utgangspunktet ble utviklet for militært bruk (Schutz & Chambaz, 1997). Systemene er tilgjengelig på bakgrunn av forskning på 40-tallet av forskeren Isidor Rabi. Han og hans studenter utviklet magnetresonanstomografi, MR, denne teknologien ble utviklet videre til atom-klokker. Konstruksjonen til disse atom-klokkene er basen til teknologien som blir benyttet i satellittsystemene som blir brukt i dag (Aughey, 2011).

Store deler av den tidlige forskningen på bevegelsesanalyser med bevegelsessensorer var gjort på fotball, og var begrenset til utendørsaktivitet (Cummins, Orr & O'Connor, 2013). Disse analysene handlet i hovedsak om å kategorisere intensitet med bakgrunn i hvor langt utøverne forflyttet seg underveis i kamp (Cummins et al., 2013). Teknologiens fremskritt på det 21. århundre og utviklingen av sensorteknologi har blitt tatt godt imot hos idrettsverden (Chambers et al., 2015). Bruken av teknologi skjer på tvers av idretter på ulike nivåer. Både individuelle idretter og lagidretter bruker tid på analysering av bevegelsesdata, i treningsarbeidet og konkurranse. Bevegelsesanalyser har tidligere vært begrenset til professorer som har brukt det til forskning på universitetsnivå og ikke på eliteutøvere (Carling, Bloomfield, Nelsen, & Reilly, 2008). Etter hvert har det vokst seg inn i toppidretten og brukes den dag i dag i stor grad kontinuerlig. Forskningen med bevegelsesanalyser har gitt større innsikt i hva som kreves for å prestere best mulig. I lagidretter har bærbare enheter blitt brukt for å få objektive mål på arbeidskrav, forskjellen på trening og konkurranse, samt gi informasjon om belastning (Dellaserra, Gao & Ransdell, 2014).

Teknologi som kan brukes i bevegelsesanalyser har utviklet seg til å eksplisitt kvantifisere arbeidskrav i ulike idretter. Samtidig har treghetssensorer gjort det mulig å kartlegge posisjonsdata og bevegelsesanalyser som er spesifikke for hver enkel idrett. Dette gjør at det i større grad enn tidligere er mulig å kartlegge i mer detalj hvordan utøverne kan bedre prestasjon og optimalisere treningsarbeidet (Chambers, et al., 2015; Luteberget & Gilgien, 2020). Utviklingen har gjort det mulig for trenere og utøvere å få en bedre forståelse av arbeidskravene i ulike idretter (Chambers, et al., 2015; Luteberget & Gilgien, 2020). Forståelsen av at objektive mål på fysisk kapasitet kan påvirke prestasjonen i konkurranse har vokst til å bli velkjent.

Teknologiske fremskritt hvor omfattende systemer er kapable til å kvantifisere fysiske data av alle spillerne, samtidig, over en lengre periode er nå mye brukt i eliteorganisasjoner (Carling, et al., 2018). Områdene som kan forbedres gjennom bruken av slik teknologi i idrett er optimalisering av treningsarbeidet, taktiske disposisjoner, forberedelser inn mot konkurranse og tilbakemeldingene som blir gitt til utøveren, både etter konkurranse, men også

tilbakemelding underveis (Douglas, 2020). For eksempel viser Douglas (2020) at teknologien blir brukt i svømming og at trenere får kontinuerlig data foran seg underveis. Dette brukes til å gi hurtige og presise tilbakemeldinger til utøveren underveis i treningen.

2.3.1 Målemetoder - subjektive og objektive

Teknologi er brukt i lagidretter for å gi trenere og ledere nøyaktige og presise analyser i sanntid av utøvernes belastning under trening eller kamp. Slike metoder gir objektive mål på hva utøverne faktisk gjennomfører i trening eller konkurranse. Dette gjør at resultater og analyser kan utvikles i større detalj enn hva trenere tidligere har kunnet gjøre med subjektive mål og data (Cummins et al., 2013). For toppidrettsutøvere som gjennomfører en høy treningsbelastning er det viktig å moderere treningen slik at en ikke blir skadet eller blir utmattet. Ulike målemetoder er tilgjengelig for å tilrettelegge treningshverdagen og noen er presentert under:

RPE – Rated Perceived Exertion

Treningsbelastning kan monitoreres gjennom subjektive målinger av egen utmattelse hos utøveren selv. En persons subjektive følelse av utmattelse, RPE, kan være en god måte å forstå utøveren på (Ritchie, 2012). Subjektive mål som Rating of Perceived Exertion (RPE) er mål som kan bli brukt for å planlegge og styre intensiteten. Dette er et subjektivt mål som hver enkelt utøver må ta stilling til, samt at følelsen av utmattelse kan være veldig forskjellig fra utøver til utøver.

Den vanligste måten å definere RPE på er gjennom Borg-skala. Denne går fra 6, som er ingen utmattelse i det hele tatt, til 20 som er total utmattelse (Ritchie, 2012). Reliabiliteten til skalaen og resultatene kan diskuteres ettersom subjektive målinger som dette kan oppfattes som individuelle og forskjellene er store (Borg, 1998)

IMU - Inertial Measurement Unit

Treghetssensorer (IMUs) er en felles betegnelse på ulike verktøy som måler bevegelser og aktivitet, for eksempel akselerometer og gyroskop (Luteberget, 2018). Bruken av treghetssensorer i forskning har økt, og spesielt i lagidretter. Grunnen er at IMU'ene samler mye valide og reliable datamengder, de er små og lettvinde og forstyrrer ikke utøvernes teknikk eller gjennomføring av spillet på noe måte (Luteberget, 2018). De ulike selskapene som utvikler disse sensorene, lager algoritmer som konverterer rådataene fra aktivitetene til leselig og oversiktlige data. Denne dataen kan brukes til å kategorisere og utvikle arbeidskrav i idrettene (Luteberget, 2018).

IMU-enhetene inneholder et tredimensjonalt akselerometer, et tredimensjonalt gyroskop og et tredimensjonalt magnetometer. Akselerometeret kvantifiserer antall endringer i hastighet, enten akselerasjoner eller deakselerasjoner. Gyroskopet samler informasjon om kroppstilling og rotasjon, samt endring av denne rotasjonen. Magnetometer fungerer som et kompass og har alltid kontroll på nord og samler med det data om hvor bevegelsene går. Funksjonen til gyroskop og magnetometer er viktig for at datamaterialet skal kunne registrere retning og lokalisering av bevegelser i alle plan. Hvis ikke ville akselerometeret kun registrert akselerasjon, men ikke retningen på denne. Denne komposisjonen av flere sensorer i en enhet fører til at aktivitetsvariabler, som for eksempel Player Load, kan kvantifiseres, både i utendørs aktiviteter og innendørs.

Luteberget (2018) refererer til flere ulike studier som har forsøkt å gjennomføre validitet av treghetssensor i samspill med posisjonssystemer. Hyppig målefrekvens, lette og små av størrelse, og mangelen på innblanding i utøvernes gjennomføring har, som nevnt tidligere, gjort bruken av IMU-enheter populært i idrettsverden (Luteberget, 2018).

Posisjoneringssystemer

Posisjoneringssystemer henter ut utøvernes posisjoner, hastigheter, belastningsvariabler og akselerasjoner over tid. Datamateriale som blir gjort ut i fra dette kalles for posisjonsdata og er en vanlig metode for å kvantifisere de fysiske arbeidskravene til utøverne underveis i trening og konkurranse. Disse analysene og dataen gir nøyaktige og komplekse bilder som videre fører til en dypere forståelse av spesifikke og posisjonelle arbeidskrav for idrettene (Cummins, et al., 2013).

Globale nasjonale satellittsystemer (GNSS) og lokale posisjonssystemer (LPS) er systemer som kan kartlegge posisjonering og bevegelse av en sensorenhet. Dette er eksempler på teknologi som har utviklet seg betraktelig siden tusenårsskiftet (Boyd, Ball & Aughey, 2011). Teknologien har ført til at utøvere og trenere kan optimalisere trening og prestasjon. Dette har gjort at markedet for ulike produsenter av slike sensorer også har vokst frem ganske kraftig. Utviklingen betyr at utøverne kan bli enda bedre enn før, om utstyret blir brukt på en hensiktsmessig måte (Carling et al., 2018).

GNSS kalkulerer en utøvers posisjon gjennom den bærbare sensoren og satellitter i verdensrommet. Systemet vil kalibrere posisjonen til sensoren på utøveren på bakgrunn av posisjon og tidsinformasjon fra satellitter som sirkulerer rundt jorda. Satellittene avgir et elektromagnetisk signal som blir tatt imot av sensoren på utøveren (Luteberget & Gilgien,

2020). Validiteten til systemene som blir brukt handler i stor grad om antall satellitter i bruk, type signal som er brukt, prosesseringsmetode, antenne og bredbåndstype, målefrekvens og kalkulering av parameterne (Luteberget & Gilgien, 2020).

Bruken av GNSS, eks; GPS, og annen teknologi har økt siden slutten av 90-tallet (Boyd, et al., 2011). Det har utviklet seg til å bli den mest vanlige måten for å trekke ut posisjonelle data fra kamp og trening (Carling et al., 2018). GNSS, IMU, kombinasjon av disse og videobaserte analyser blir brukt for å kartlegge og beskrive fysiske krav i ulike lagsporter. Utfordringen til slike systemer har vært at bruken av det har vært begrenset til utendørs idretter ettersom signalene er krevende å få inn i haller. Nøyaktigheten på signalene er avhengig av fri bane til sensorene. Derfor har det for innendørs sporter blitt lagt stor vekt på gjennomføring av video-baserte analyser (Luteberget, 2018). Teknologiens utvikling i det 21-århundre har gjort det mulig å utvikle lokale posisjonssystemer. LPS har gjort det mulig å kartlegge hastigheter og distanse, innendørs, under konkurranse og trening (Douglas & Kennedy, 2020). Samtidig har mikroteknologien tatt steg slik at det har blitt utviklet treghetssensorer. Dette gjør at innendørsidretter også kan ta i bruk mer objektive og nøyaktige målinger av kamp og trening (Luteberget, 2018). LPS betyr at trenere i innendørsidretter kan få mer nøyaktig informasjon om posisjonsspesifikke krav i kampsituasjon og hvordan treningen kan optimaliseres (Douglas & Kennedy, 2020).

I utendørssporter er GNSS mest brukt for å kartlegge disse posisjonelle data i idretten. Total distanse, hastighetsmålinger og antall sprinter er kalkulert ut ifra posisjonsdata som kan hentes ut ved bruk av GNSS teknologi. For innendørssporter er det i senere tid utviklet lokale posisjonssystemer som gjør det mulig å kartlegge bevegelsesdata for trening og konkurranse (Luteberget, 2018). Nøyaktigheten til LPS er hovedsakelig påvirket av fysiske faktorer i miljøet rundt satellittene som hindringer mellom nodene og enheten på utøverne eller materialer omkring banen, utformingen av signal-nodene og sporingsenhetene som utøverne bruker (Muthukrishnan, 2009; Malone et al., 2016).

LPS har blitt utviklet etter tusenårsskiftet (Luteberget, 2018). Disse systemene er basert på samme idé som GNSS, men LPS bruker ikke globale satellitter. LPS bruker heller lokale basestasjoner, såkalte noder som er lokalisert i omgivelsene rundt aktivitetsarenaen som er i bruk. Dette har komplementert rollen til håndbrukte og semiautomatiske videobaserte analyser i lagsport (Leser, Baca & Ogris, 2011). De fleste LPS som er brukt i lagidrett er basert på radiofrekvens, hvor radiosignaler er brukt for å måle avstanden mellom nodene, på gitte punkter rundt banen, og avstanden til enhetene som brukes av utøverne.

2.3.2 Tidligere forskning med posisjoneringssystemer

Utviklingen av sporingsteknologi har gjort det mulig å konkret kunne utvikle bevegelseskrav for ulike spillerposisjoner. For eksempel har bevegelsesanalyser med sporingsteknologi gjort det synlig at det finnes forskjellige bevegelseskrav for ulike spilleposisjoner på banen i konkurranse (Douglas, 2019). Denne informasjonen kan være essensiell for trenere som skal optimalisere lagsprestasjon og utvikle enkeltspillere. Informasjonen kan brukes til å spesifisere treningen inn mot de ulike posisjonene og samtidig monitorere treningsbelastning for utøvere med mye belastning sammenlignet med andre (Douglas, 2019).

Lignell, Fransson, Krustup & Mohr (2018) analyserte en ishockeykamp i NHL, det øverste nivået i USA. Deres rapporter ga en tydelig avgrensning i bevegelseskrav for angripere og forsvar. Spillerne i forsvar hadde et større arbeidsvolum. De dekket 29% mer total distanse på isen med 47% mer tid på isen. Angriperne gjennomførte desto større deler av sitt arbeid med mer intensitet hvor de dekket 54% mer høyintensiv distanse per tidsenhet på isen (Lignell, et al., 2018). Douglas (2019) viser at dette er annerledes fra andre idretter som er blitt kartlagt. Utøverne som gjennomførte størst andel med høyest intensitet er også de spillerne som legger ned mest distanse og volum.

Douglas (2019) fant litt andre resultater da han sammenlignet forsvar mot angrepsspillere. Det første han la merke til var at det var forskjeller i både ekstern og intern belastning for trening og konkurranse mellom posisjonene. Her rapporteres det at angrepsspillerne har høyere volum og intensitet i arbeidet enn forsvarerne. Dette gjelder både i trening og konkurranse. Videre viser analysene til Douglas (2019) at resultatene kan tyde på at eliteutøvere har noe ulike krav til den eksterne belastning enn det spillere på sub-elite nivå har. Luteberget & Spencer (2017) viser til at angrepsspillere har høyere intensitet i konkurransesituasjon i håndball når en ser på Player Load $\cdot \text{min}^{-1}$, hvor samlet sett antall Player Load $\cdot \text{min}^{-1}$ viser et gjennomsnitt på 8,8 (± 2) (Luteberget & Spencer, 2017). I tillegg viser de til at det er ingen forskjeller i Player Load $\cdot \text{min}^{-1}$ mellom spillerposisjoner (Wik, Luteberget & Spencer, 2017; Luteberget & Spencer, 2017).

Douglas & Kennedy (2020) undersøkte tjue ishockeyspillere i fem landslagskamper underveis i et internasjonalt mesterskap. Hastighet og distanse ble brukt for å analysere ulike krav i konkurransesituasjon. Angriperne tilbakela større distanse i veldig høy hastighet og i sprint. Forsvarsspillerne hadde en kortere distanse i veldig hurtig og sprint hastighet. Forsvarerne gjennomførte derimot lengre sekvenser på isen, men i lavere intensitetssoner. De tilbakela lengre distanse, men dette var ikke signifikante resultater. En tydelig forskjell som viste seg

frem var måten de ulike posisjonene tilbakela distansen. Forsvarsrekken gikk signifikant lengre på skøyter på veldig lav, lav og moderate hastigheter. Angriperne derimot gikk oftere i fort, veldig fort og sprint hastigheter (Douglas & Kennedy, 2020). Intensiteten ble lavere for samtlige spillere i tredje periode. Dette kan komme av at spillerne er slitne, men samtidig kan det bety at trenerne endrer taktikk mot slutten av kampene (Douglas & Kennedy, 2020). Resultatene til Douglas & Kennedy (2020) viser signifikante fall i intensitet over periodene og det er klare posisjonelle forskjeller i distanse og intensitet på skøytingen underveis i en kamp. Forsvarsrekken i ishockey ser ut til å ligne veldig på bevegelsesmønsteret til forsvarere i håndball. Det kan komme av lik type hastigheter og lignende størrelse på spilleflaten sammenlignet mot større flater som fotball og rugby hvor spillerne må dekke større områder (Douglas & Kennedy, 2020).

2.4 Utvikling

Nyere teknologi har gjort det mulig å gjøre objektive, mer nøyaktige målinger. Bærbare sensorer er lette og små bevegelsessensorer som utøveren er ikledd tett inntil kroppen. Her finner, analyserer og overfører sensorene viktig informasjon om trening, belastning og volum. Interne og eksterne variabler blir sendt til en datamaskin eller en annen enhet hvor en umiddelbart kan analysere dataene. Dette gir utøveren og treneren hurtig tilbakemelding underveis i treningsøktene (Düking et al., 2019). Hvilke sensorer som er best er vanskelig å undersøke ettersom det er såpass mange ulike leverandører på markedet og de har ulike spesifisitetsområder (Carling et al., 2018).

Den vanligste metoden for å undersøke arbeid på isen i ishockey har tidligere vært videobaserte analyser, TMA. TMA innebærer at det blir satt opp videokameraer og spillernes bevegelser blir tatt opp. Disse bevegelsene blir lagt inn i kategorier på bakgrunn av intensiteten (Douglas, 2019). Denne metoden er mye brukt, men har fått kritikk når den brukes i idretter hvor utøvernes bevegelser er eksplosive og korte. Noe som kan gjøre det vanskelig å registrere veldig nøyaktig (Nightingale & Douglas, 2018). Reliabiliteten til TMA-metoder er avhengig av observatøren som gjennomfører prosessen. Av den grunn kan reliabiliteten variere basert på antall observatører, erfaringen til observatørene og nivå og kompleksiteten av idretten som blir observert (Duthie, Pyne, & Hooper, 2003). Det er ingen standardiserte retningslinjer for gjennomføring eller deltagelse i denne metoden, derfor har inter-observatør reliabilitet stor betydning for utfallet av analysene og resultatene (Dobson & Keogh, 2007). Forskning har vist at informasjon i sanntid er hensiktsmessig, men videobaserte analyser vil ikke kunne gi denne

informasjonen (Dellaserra et al., 2014). I innendørs idretter som håndball og ishockey har videobaserte analyserer vært den mest brukte metoden (Luteberget, 2018).

For å få en mer objektiv måling av bevegelseskravene i idrett er små IMU-enheter et godt alternativ. IMU og andre bærbare sensorer har hatt en hurtig vekst over det siste tiåret (Luteberget, 2018; Chambers, et al., 2015). Tidligere har bærbare sensorer ofte hatt sitt bruksområde i forskningssammenheng på universitetsnivå. Dette har utviklet seg til å bli en viktig del av analysearbeidet og treningsplanleggingen til idrettsutøvere og arbeidet for trenere og ledere i idrettslag (Carling et al., 2018). Flere leverandører har jobbet hardt for å etterkomme kravene til utøvere og forbrukere (Düking et al., 2016). For å optimalisere treningen og utbytte kan en bruke kombinasjoner av flere systemer (Düking et al., 2016). Bærbart er tiltalende for utøvere på grunn av at teknologien ikke trenges inn i kroppen og brikkene er små, veier lite og kles på tett inntil huden (Halson, Peake, & Sullivan, 2016). Bruken av slik teknologi har spredt seg i mange utendørssporter hvor de fleste systemene inneholder GPS-enheter, akselerometer, gyrometer og magnetometer.

Lagidretter har brukt denne teknologien for å objektivt måle bevegelseskrav, finne forskjeller mellom trening og konkurranse, samt gi informasjon om eksplosive bevegelser og høyintensive bevegelser (Dellaserra et al., 2014). Bruken av bærbare sensorer som inneholder akselerometer, gyroskop og magnetometer for å identifisere spesifikke bevegelser er utbredt blant lagidretter og individuelle idretter (Chambers et al., 2015). Denne teknologien gir informasjon som kvantifiserer variabler konstant og er brukt i utallige sporter (Douglas, 2020). I tillegg har denne teknologien gjort at prestasjonen har bedret seg og fysiske krav øker, som gjør at utøverne må utvikle seg for å kunne prestere på et høyt nivå (Douglas, 2020).

Toppidrettsutøvere ønsker å optimalisere treningshverdagen sin for å prestere best mulig i konkurranse. Samtidig må de være forsiktige for å unngå overtrening, utmattelse eller skader. For å kunne optimalisere en treningshverdag må hver enkelt utøver analysere objektivt og subjektivt sin egen treningshverdag og hvordan den påvirker grad av utmattelse. Dette har gjort at utviklingen av objektive målemetoder er forbedret og gjør denne prosessen mer nøyaktig (Düking et al., 2016).

Dagens bevegelsessensorer kombinerer som regel akselerometer, gyroskop og magnetometer for å identifisere idrettsrelaterte bevegelser og er vanlig i store deler individuelle og lagsporter (Chamber et al., 2015). Denne informasjonen blir brukt for å kvantifisere arbeidet utøvere legger ned, både i idretter på land og i vann. Bærbart teknologi har blitt brukt av svømmere for

å gi automatisk feedback på takene til treneren på bassengkanten. Dette gir dem muligheten til å gi umiddelbar og objektiv tilbakemelding til utøveren underveis i trening (Magalhaes, Vannozzi, Gatta, & Fantozzi, 2015). Samtidig har arbeidskravene i lagsport blitt utviklet på bakgrunn av posisjonsdatainnsamling. Innad i et lag har en ulike posisjoner og teknologien har vært med på å kartlegge forskjellige arbeidskrav i forskjellige posisjoner. I cricket sprintet fast bowlers dobbelt så ofte, dekket tre ganger så mye distanse og hadde kortere work-to-rest ratio sammenlignet med andre posisjoner på banen (Petersen, Pyne, Dawson, Portus, & Kellett, 2010). Denne informasjonen er verdifull for trenere, utøvere og andre involverte ettersom da kan treningsplanleggingen bli gjort med bakgrunn i arbeidskravene til ulike posisjoner. Midtbanespillere i fotball tilbakelegger signifikant lengre distanse enn både forsvarere og angripere (Di Salvo, Baron Tschan, Montero, Bachi & Pigozzi, 2007). Di Salvo et al. (2007) rapporterer om ingen signifikante forskjeller i de ulike omgangene eller mellom submaksimal og maksimal hastighet. På bakgrunn av at ishockey normalt spilles innendørs er det krevende å gjennomføre GPS-sporing, og dermed er ikke arbeidskravene i ishockey like veldokumentert. Allikevel er det lovende forskning med tredimensjonale akselerometer, sammen med gyroskop og magnetometer, som kan kvantifisere idrettsrelaterte bevegelser (Luteberget, 2018).

2.5 Catapult

Catapult er en leverandør som tilbyr sensorenheter som henter inn posisjonsdata. Selskapet er opprinnelig fra Australia, og blir brukt den dag i dag på tvers av idretter og landegrenser (Catapult Sports, Melbourne, Australia).

Disse sensorenhetene inneholder en kombinasjon av akselerometer, gyroskop og magnetometer i samspill med hverandre. Treghetssensorer, som IMU-enheter, inneholder en av disse eller en kombinasjon av disse. Disse enhetene sitter i en liten lomme inntil utøveren underveis i trening eller kamp (Chambers et al, 2015). Noen selskaper som utvikler disse mikroteknologiske enhetene har prøvd å beskrive arbeidsbelastning utført av utøveren ved å kvantifisere summen av individuelle tredimensjonale akselerometers vektorer. Ulike programvarer har ulikt navn på disse belastningsvariablene (Chambers et al., 2015).

I tillegg til rådata teknologi, som kan være krevende å bruke i praksis, har selskapene utviklet spesifikke algoritmer innad i programvaren som automatisk regner ut rådata fra IMU-enheten til brukervennlige målinger for fysiske arbeidskravanalyser i lagsport (Luteberget, Holme & Spencer, 2017). Disse variablene som blir regnet ut blir vanligvis kalt analysemaal (Chambers et al., 2015). Disse målene har blitt brukt for å kunne måle fysisk aktivitet og ønsker å måle

både høyintensiv aktivitet og lavintensitets aktivitet, for eksempel Player Load fra Catapult Sports (Luteberget et al., 2017).

2.5.1 Analysemaal

Ulike selskaper har utviklet spesifikke algoritmer som gir analysemaal til forbrukeren som er mer håndterlig i treningsarbeidet. Denne teknologien kan gi store mengder data. Derfor er det viktig for utøverne å kunne finne de variablene og parameterne som for hvert enkelt individ er av spesiell interesse. Deretter må en utforske hvilken teknologi som gir et godt bilde på disse parameterne på best mulig måte (Düking et al., 2016). Gjennom Catapult-systemet (Catapult T6, Catapult Sports Australia) kan en få flere ulike slike analysevariabler. Disse variablene brukes til å analysere belastningen og intensiteten utøveren gjennomfører. Belastningsvariabler har blitt brukt som et generelt mål for fysisk aktivitet og ønsker å måle både løpebasert aktivitet og ikke-løpebasert aktivitet (Boyd et al., 2011; Chambers et al., 2015). Disse variablene har Catapult satt egne navn på og bruker sine spesifikke algoritmer for å regne dem ut i praksis.

Player Load

PlayerLoad har blitt brukt for å beskrive de fysiske arbeidskravene i flere ulike idretter (Luteberget, 2018). Player Load er kalkulert gjennom Catapult Sport sitt utstyr og er en vilkårlig enhet som er definert som “øyeblikkelig endring i akselerasjon dividert med en skaleringsfaktor”.

$$\text{Player Load} = \frac{\sqrt{((fwd_{t+1} - fwd_{t-1})^2 + (side_{t+1} - side_{t-1})^2 + (up_{t+1} - up_{t-1})^2)}}{100} \quad (2.1)$$

Player Load er kalkulert gjennom målingene som blir tatt opp av Catapult S5-enhetene utøverne har på seg. PL er definert som en øyeblikkelig akselerasjonsendring dividert med en skalerende faktor som utnytter akselerasjonen innenfor de tre planene som kvantifiserer intensiteten i bevegelsen (Boyd et al., 2011).

Explosive Efforts

Explosive efforts (EE) beskriver en opptelling av antall eksplosive bevegelser som er gjennomført. Eksempler på høyintensive bevegelser som er inkludert er; hurtige akselerasjoner og plutselig deakselerasjoner, høyintensiv skøyting, en hurtig endring av bevegelse og skudd. Disse tellingene blir hentet gjennom treghetssensorene. For at en hendelse skal bli kartlagt som en eksplosiv hendelse ble den laveste kvadratrotten den treaksete X, Y, Z akselerasjonsdata jevnet ut med en kjent frekvens. Denne utjevningen ble overlatt den originale

akselerasjonssporingen og start- og slutt punktet på hendelsen ble identifisert. Når denne var identifisert ble summen av X, Y området kalkulert og uttrykt som hendelsesstørrelsen i $m*s^{-1}$. Enhver bevegelse som blir identifisert større enn en forutbestemt grense på $3.5m*s^{-1}$ (Catapult Sports) blir klassifisert som eksplosiv hendelse. Bruken av denne dataen utover at den kan identifisere eksplosive bevegelser har ikke blitt nøyaktig kvantifisert eller validert (Douglas, 2019).

High Intensity Efforts – HIE

Høyintensive bevegelser blir regnet ut fra sensorens kartlegging av retningsforandringer, akselerasjoner og deakselerasjon (Luteberget & Spencer, 2017). Høyintensive bevegelser kan være et godt mål på intensiteten i spillet til utøveren. En kan tenke at det minner om EE variabelen ovenfor, men at HIE har terskelverdier noe lavere enn EE. Bevegelser blir registrert som en høyintensiv bevegelse når hastigheten overstiger $2.5m*s^{-1}$ (Catapult Sports). Dette kan bety at en utøver vil ha flere HIE-tellinger i løpet av en gitt periode, enn EE-tellinger. Hvor denne grensen går for hvor en skal kategorisere en bevegelse som HIE er det ikke felles enighet om, som kan gjøre det vanskelig for hver enkelt å sette denne terskelen.

Change of Directions – CoD

Enheten registrerer gjennom akselerometeret, gyroskopet og magnetometret retningen på bevegelsene. Retningsforandringer som blir gjennomført av spilleren blir registrert som en av belastningsvariablene. En slik manøver vil kreve en del muskelkraft for utøveren. Retningen på bevegelsen er bestemt av hvor kraften blir plassert og orienteringen av utøveren (Catapult Sports, Melbourne, Australia).

2.5.2 Validitet og reliabilitet

Validitet kan bli definert som om hvor vidt et fenomen er målt nøyaktig (Heale & Twycross, 2015). Reliabilitet handler om hvor nøyaktig måleinstrumentet en bruker er og stabiliteten til instrumentets målinger over tid. Altså hvis et instrument blir brukt til de samme målingene flere ganger, vil også resultatene være like (Heale & Twycross, 2015). En kombinasjon av disse to faktorene er nødvendig når en skal gjøre undersøkelser eller evaluere et arbeid. Heale & Twycross (2015) forklarer tre ulike typer validitet som må tas i betraktning:

- Innholds validitet: I hvilken grad vil instrumentet som brukes måle alle aspekter ved fenomenet nøyaktig?
- Konstruert validitet: I hvilken grad måler instrumentet det ønskede fenomenet?

- Kriteriet validitet: I hvilken grad er instrumentet homogent til andre instrument som måler de samme variablene?

Heale & Twycross (2015) forklarer også at reliabilitet vil være vanskelig å si eksakt, men et estimat er mulig gjennom ulike målinger. Disse tre målingene er satt opp som følger:

- Homogenitet: I hvilken grad er alle faktorene i en måling relevant for hva en ønsker å måle?
- Stabilitet: Hvor stabilt er resultatene om en bruker instrumentet og gjennomfører test og retest?
- Ekvivalens: Stabiliteten til større utvalg og flere grupper gjennom flere test-retest sekvenser.

Luteberget, Spencer & Gilgien (2018) gjennomførte validering av Catapult T6 systemet. Systemet ble sammenlignet opp mot et kontrollsystem, infrarødt kamera (Qualisys Oqus, Qualisys AB, Sweden). Systemene ble testet ved at utøvere gjennomførte fem kamplignende øvelser. Punktene som ble sjekket var posisjonsdata, distanse og akselerasjon. Dessuten ble plasseringen på nodene endret for å sjekke hvilken betydning plassering hadde for dataene. Posisjon, distanse og hastighet ble sammenlignet (Luteberget et al., 2018).

Validiteten og reliabiliteten til LPS har blitt sjekket i ulike studier (Frencken, Lemmink & Delleman, 2010; Leser et al., 2014; Rhodes, Mason, Perrat, Smith & Goosey-Tolfrey, 2014; ; Sathyan, Shuttleworth, Hedley & Davids, 2012; Stevens et al., 2014). Gjennomsnittsforskjellen på LPS og referanse systemene i de ulike studiene i distanse er gitt mellom 1,3%-3,5%. Noen studier viser en undervurdering av distanse, mens andre finner overvurderinger av tilbakelagt distanse. Disse forskjellene kan skyldes ulik teknikk for å kartlegge banen (Sathyan et al, 2012). Flere studier har vist at i mer komplekse oppgaver og høyere hastigheter vil variasjonen i distanse og feilmarginen bli større (Frencken et al., 2010; Ogris et al., 2012; Rhodes, et al., 2014; Sathyan et al., 2012; Stevens et al., 2014).

For å kunne bruke posisjonsdata i innendørs idretter er det viktig å få validert LPS som gjør dette mulig (Luteberget et al., 2018). Luteberget et al. (2018) gjennomførte valideringen på to mannlige håndballspillere og to kvinnelige håndballspillere. Resultatene viser lave feilmarginer og LPS kan bli brukt i det praktiske arbeidet for innendørsidretter. Resultatene viser en gjennomsnittlig kvadratisk gjennomsnitt på 0.2 ± 0.05 m. Gjennomsnittlig bias fant også en overestimering i alle distansesonene. Nøyaktigheten for måling av inter-enhets distanse til LPS er akseptabel, noe som åpner opp for at kartlegging av posisjonsdata innendørs er mulig.

Luteberget et al (2018) konkluderer med at tellingen av de respektive variablene, PL og HIE, er reliable så lenge en deler inn i intensitetssoner.

De viser også at plasseringen på nodene påvirker resultatene i stor grad. Luteberget et al (2018) gjorde to ulike design på plasseringen av nodene. En plassering som ble kalt optimal hvor nodene ble plassert med lik avstand, symmetrisk og med stor avstand mellom nodene og banen. Den andre plasseringen ble kalt sub-optimal med et asymmetrisk oppsett, samt at avstanden var kort fra nodene og banen. Gjennomsnittsforskjeller fra den optimale plasseringen til den sub-optimale gikk fra henholdsvis $0.21 \pm 0.13\text{m}$ til $1.79 \pm 7.61\text{m}$ (Luteberget, et al., 2018). I tillegg var det forskjeller i gjennomsnittsdistanse under 2% for alle bevegelser i den optimale plasseringen, mens for den sub-optimale plasseringen var det forskjeller opp mot 30%. De største forskjellene mellom LPS og referansesystemet kom når en sammenlignet akselerasjoner/instantaneous speed for alle variabler. Optimalt klima (>35%) og suboptimalt (>74%). Økende fart ga større forskjeller mellom LPS og referansesystemet (Luteberget et al., 2018).

Hodder, Ball & Serpiello (2020) har gjennomført validering av måling av inter-enhets distanse. Åtte lagsports utøvere gjennomførte en aktivitetssirkel på syv ulike aktiviteter. Alle utøverne brukte IMU-enheter fra Catapult (Catapult T6, Catapult Sports). I tillegg brukte de reflekseive enheter slik at et infrarødt kontrollsystem, som ble brukt som referansesystem, kunne kartlegge dataene. Inter-enhets distanse ble samlet for hver kombinasjon av utøverne. Validiteten var satt gjennom kvadratisk gjennomsnittsfel, gjennomsnittsbias og prosent av varians. Serpiello med kollegaer (2017) gjennomførte validering av LPS og viste at gjennomsnittsfel måling for total distanse, gjennomsnitt og topp hastighet, samt gjennomsnitt og topp akselerasjon i lineære øvelser lå i mellom 0.2% til 12%. De fleste forskjellene lå mellom 1.2% til 9.3% og analysene rapporterer om størst feilmargin i akselerasjonsdata (Serpiello, et al., 2017)

Serpiello et al. (2017) filtrerte dataene og viste at systemet hadde akseptabel validitet sammenlignet med referansesystemet. Dette systemet kunne brukes ved kartlegging av bevegelser som er representative for innendørs idretter. Serpiello med kollegaer (2017) viste også at ulike plasseringer på systemet kan ha stor betydning for resultatene sammenlignet med referansesystemet. De konkluderte med at mer undersøkelse på dette er nødvendig. Luteberget (2018) har videreført dette og vist at utplasseringen til nodene har stor betydning for resultatene.

2.5.3 Målenøyaktighet

Målenøyaktighet beskriver hva som kan påvirke nøyaktigheten i resultatene. Hvor ofte målingene blir gjort og hvordan er miljøet til systemet. Målenøyaktigheten er vesentlig for at resultatene skal bli så reliable og valide så mulig. Disse sensorsystemene som er utarbeidet er nøyaktige og høyteknologiske, men de er ikke feilfrie. Hvis en ser på store deler av litteraturen som ligger ute er det mye forskjellige leverandører av sporingsenheter som blir brukt (Chambers, et al., 2015). Leverandørene kan bruke forskjellige algoritmer som påvirker resultatene. Hvis en skal sammenligne resultater opp mot hverandre på tvers av leverandører bør dette tas hensyn til i analysen.

Avstanden mellom nodene og banen som skal brukes til registrering påvirker nøyaktigheten i stor grad (Hodder, et al., 2020; Luteberget et al., 2018; Serpiello, et al., 2017). Korte avstander og asymmetriske oppsett på nodene gjør at nøyaktigheten blir svakere. Målefrekvensen på IMU-enhetene er på 100Hz, som betyr at hvert hundredelssekund tas en ny måling. På LPS-enhetene er frekvensen på 10Hz (Catapult T6, Catapult Sports). I et normalt GPS-system kan en være tilkoblet ca halvparten av satellittene i verdensrommet, i motsetning til LPS hvor alle nodene er tilkoblet og i bruk til enhver tid. Dette har bakgrunn i at satellittene er spredt rundt hele jordkloden og ikke alle er tilgjengelig til enhver tid (Luteberget, 2018).

LPS er sårbar for hindringer mellom nodene og utøvernes sensorer. Det bør være et miljø som består av få hindringer, helst fri bane fra node til enhet på utøverne. Signalene inne i en ishockey hall kan bli forstyrret av vanteret rundt banen, publikum, bannere eller andre gjenstander. Moderne stadioner med høye vegger og delvis tak kan være faktorer som i stor grad kan påvirke signalstyrken og målenøyaktighet. En kan oppleve multipath hvor refleksjonen fra veggen forstyrrer systemet og signalet går i veggen, før den reflekterer videre til enheten. På denne måten får en et dobbeltsignal som reduserer nøyaktigheten til resultatene (Luteberget & Gilgien, 2020).

2.6 Arbeidskrav i ishockey

Arbeidskrav i en idrett handler i stor grad om å utforske hvilke faktorer som påvirker prestasjonen i idretten. Gjennom bevegelsesanalyser og innhenting av data kan idrettens krav eksplisitt vises. Dette utgjør en sum av variabler som kan påvirke idrettsprestasjon.

Ishockey er en kontaktsport bestående av to lag på fem utespillere + en keeper. Utformingen av spillet gjennomføres på isbane, ofte innendørs. Banen er 60 meter i lengden og varierer fra 26 – 30 meter i bredden, med avrundete hjørner. Spillet gjennomføres i tre perioder på 20 minutter

med effektiv spilletid, samt to pauser mellom periodene på 18 minutter (Norges Ishockeyforbund, 2020). Ishockey er karakterisert som en idrett hvor utøverne gjennomfører gjentatte repetisjoner av høyintensive involveringer med maks innsats (Douglas, 2019). Korte arbeidsperioder og hurtige bytter preger spillet. Spillerne har ulike arbeidsperioder basert på spillerposisjon, med rundt 30 sekunder til 90 sekunder før bytte (Lignell et al., 2018). Inni mellom er det perioder med lavere intensitet som stopp i spillet eller passiv skøyting (Douglas & Kennedy, 2019). Rapporter som er gjort med lokale posisjonssystemer, LPS, har vist at total tilbakelagt distanse på isen er rundt 6000 meter, hvor gjennomsnittlig % av HF_{maks} er $84\% \pm 2\%$. Samtidig var høyeste målt HF på samtlige spillere innenfor $94\% \pm 2\%$ av makspuls i løpet av konkurransen (Vigh-Larsen et al., 2020). Ishockey nevnes som den mest intense sporten på to bein, ettersom kampsituasjonen i ishockey er aggressiv og krever intensive interaksjoner ofte (Cox et al., 1995).

Kvantifisering av kravene som må oppfylles for å prestere godt i konkurransen har blitt prøvd gjennomført gjentatte ganger (Douglas, 2019), og mye av dette arbeidet har konkludert med at hockeyspillere bør ha et godt anaerobt grunnlag. Tidlig forskning tydet på at over to tredjedeler av energien hos hockeyspillere skjedde gjennom anaerobt arbeid (Green & Houston, 1975; Seliger et al., 1972). Med tanke på det diskontinuerlige designet av spillet er det aerobe systemet essensielt for restitusjonen under pausene i spillet (Lau, Berg, Latin, & Noble, 2001). Forskning har også tidligere vist en sterk sammenheng mellom VO_{2max} og gode prestasjoner under kamp (Green, Pivarnik, Carrier, & Womack, 2006). VO_{2max} -verdier for elitespillere i hockey har vist seg å ligge mellom $50-60 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (Twist & Rhodes, 1993).

Forskning som er gjort i Polen har gjennomført registrering av HF hos polske U18 landslagsspillere i mesterskap (Stanula & Rocznik, 2014). Før mesterskap gjennomførte de HF-målinger underveis i fem kamper. Spillerne gjennomførte VO_{2maks} test to uker før konkurransen. Disse dataene ble brukt til å lage individuelle intensitetssoner til hver enkelt spiller relative til % av HF_{maks} . Her ble spillerne kategorisert i posisjoner og resultatene viste at defensive spillere brukte 22% av spilletiden med HF høyere enn 94.5% av deres HF_{maks} . Dette underbygger at intensiteten i spillet er høy. Til sammenligning brukte forwards 19% av tiden på isen over 94.5% av HF_{maks} . De brukte litt mer tid i moderat sone, 26%, sammenlignet med defensive spillere som brukte 22% i den moderate sonen (Stanula & Rocznik, 2014). Angrepsspillerne hadde i gjennomsnitt en høyere VO_{2maks} enn forsvarsspillerne, henholdsvis $60.3 \pm 5.0 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ mot $58.8 \pm 8.7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

Gjennomsnittlig skifte i ishockey for damer har i tidligere forskning blitt undersøkt og ble rapportert til gjennomsnittlig mellom 32-54 sekunder (Douglas & Kennedy, 2019). Lignell og kollegaer (2017) rapporterer 20-35 ganger på isen med skifter på 30 - 90 sekunder, avhengig av spillerposisjon. Forsvarerne er noe lenger på isen grunnet lavere intensitet i spillet (Lignell et al., 2017). Studier som er gjort på VO_{2max} har vist at ishockeyspillere ligger mellom 50-60 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (Twist & Rhodes, 1993). Rapporter som er gjort med LPS har vist at total distanse på isen er rundt 6000 meter, med ingen signifikante forskjeller mellom første, andre og tredje periode. Gjennomsnittlig HF var $84\% \pm 2\%$ av maks. Samtidig var maks HF på samtlige spillere innenfor $94\% \pm 2\%$ av makspuls (Vigh-Larsen et al., 2020). Distansen som ble tilbakelagt var nesten halve tiden i høyintensitetssoner. Den høyintensive distansen ble fordelt som 25%, 15% og 5% i henholdsvis hurtig, veldig hurtig og sprint skøyting. I tillegg gjennomførte spillerne rett over 100 meter med eksplosive bevegelser gjennom kamp (Vigh-Larsen et al., 2020). Tidligere forskning som er gjort på ungdomslandslaget til Polen i mesterskap har vist at spillerne brukte halve tiden i lav intensitetszone (Stanula & Rocziok, 2014).

Forskning har blitt gjennomført på kvinner for å undersøke om arbeidskravene er like for kvinner og menn på ishockeybanen. Arbeidskravene i hockey for kvinner kan vise seg å være lignende som arbeidskravene for mannlige hockeyspillere, hvor mesteparten av tid på isen er klassifisert fra lav til moderat intensitets fremover skøyting (Jackson & Gervais, 2016). Angripere viste seg å skøyte på en høyere intensitet i lengre perioder enn defensive spillere. Metoden som ble brukt var TMA og som nevnt tidligere kan det bli satt spørsmålsteget ved reliabiliteten til en slik metode (Douglas, 2019).

Ishockeyspillere på høyt nivå må ha en robust anaerob utholdenhet (Burr et al., 2008), men samtidig ha et velbalansert fysisk og fysiologisk system (Wilson, Snyder, Game, Quinney, & Bell, 2010). Muskulær styrke, kraft og utholdenhet er også viktig for hockey spillere på høyt nivå (Ransdell & Murray, 2011). Disse fysiske aspektene må samtidig komplementere idrettsspesifikke ferdigheter og teknikker som skøyting, skudd og sentring av pucken (Twist & Rhodes, 1993).

Anaerobt arbeid er arbeid som skjer uten tilstrekkelig oksygen tilførsel. Det kan defineres som organismens evne til å gjennomføre anaerobe energiprosesser. I slike prosesser får vi underskudd av oksygen eller gjeld, som fører til at kroppen ikke klarer å gjennomføre aktiviteten med samme intensitet over lengre perioder. Kroppen rekker ikke å bruke oksygen i

arbeidet med å gi kroppen energi (Gjerset et al., 2015). Slikt arbeid klarer en maks å gjennomføre kun i noen sekunder av gangen. Aerobt arbeid skjer med oksygen og på en lavere intensitet enn anaerobt arbeid. Denne overgangen fra anaerobt til aerobt eller motsatt er en flytende overgang. Med oksygentilførsel klarer musklene å gjennomføre aktiviteten i en lengre periode, men ikke like høy intensitet. I idretter som hockey vil mye av arbeidet være en blanding mellom aerobt og anaerobt, hvor hoved essensen skjer gjennom aerobt arbeid i moderate intensitetssoner med innspill av anaerobt arbeid i akselerasjoner eller sprint på isen (Gjerset, et al., 2015).

Gode prestasjoner krever ikke kun gode aerobe og anaerobe systemer. Hockeyspillere må i tillegg ha anstendige nivåer av muskelstyrke, kraftutvikling og muskulærutholdenhet for å prestere. Sterkere utøvere går fortere på isen og kan utvikle mer kraft ned i isen i hvert skritt (Mascaro, Seaver & Swanson, 1992), hastighet på skøyter korrelerte signifikant med vertikal hoppkraft. Herrespillere på collegenivå har vist at høyere nivåer av muskulærkraft før sesong har gitt mer positivt utfall på gradering etter endt sesong (Peyer, Pivarnik, Eisenmann, & Vorkapich, 2011). Pluss/minus-gradering er enkel statistikk hockeytrenere bruker for å måle spillerne innvirkning på kampen. Både offensive og defensive bidrag blir vurdert. Elitespillere som klarte å utvikle stor horisontal benkraft var hurtigere og smidigere i skøyte tester (Farlinger, Kruisselbrink & Fowles, 2007). Det kan tyde på at angriperne trenger større gjentakende sprint kapasitet, mens forsvarere arbeider i større grad gjennom hele spekteret og trenger dermed å utvikle et solid grunnlag for å kunne tåle belastningen med å arbeide gjennom aerob og anaerob kapasitet (Douglas & Kennedy, 2019).

Resultatene fra 30-meters sprinttest og 3-hopp-test korrelerte sterkt med S-test og hurtighetstesting på isen (Farlinger, et al., 2007). Farlinger et al. (2007) avslutter med å si at trening utenfor isen bør brukes på løpshurtighet og horisontale hopp. Herre elitespillere som ble valgt inn til elitespill tidligere enn andre viste seg å ha høyere vertikal hopp høyde (Burr, Jamnik, Dogra & Gledhill, 2007). Hopp teknikk er noe likt skøyting hvor det kreves koordinasjon av over- og underkroppen for å akselerere fremover i høy fart. Burr et al. (2007) hevder at vertikale hopp kan være måten å best simulere slike fullkroppss koordinasjons øvelser. Mascaro et al. (1992) viste også at vertikal hopp høyde korrelerte med topphastighet på skøyter. Styrke i overkroppen er viktig for det muliggjør utøverne til å skyte hardere, bruke styrken for posisjonering og kroppskontakt med andre spillere ved vanteret (Twist & Rhodes, 1993). Over- og nedrekroppsstyrke har vist seg å ha positiv innvirkning på prestasjonsvariabler (Douglas, 2019). Undersøkelser av distanse i ulike hastighetsgrenser viser at underveis i 5v5-spill er

mesteparten av skøytingen i et tempo som er høyere enn 17km/t. Dette gjelder for både angripere og forsvarere. Gjennomsnittlig hastighet er lavere for begge posisjoner, men dette henger sammen med forskjellen mellom distansen i en bestemt hastighetszone sammenlignet med tid brukt i denne sonen (Douglas & Kennedy, 2020).

Gjennomsnittshastighet har blitt undersøkt i flere studier (Frencken et al., 2010; Ogris et al., 2012; Rhodes et al., 2014; Stevens et al., 2014), og er ofte brukt som en indikator for den samlede intensiteten av en aktivitet (Luteberget, 2018). Hurtige retningsforandringer påvirker gjennomsnittsmålinger og gir dataene større variasjon (Frencken et al., 2010; Ogris et al., 2012; Stevens et al., 2014). Målt topphastighet har større variasjon enn gjennomsnittshastigheten. Det har vært forskjeller i LPS sin nøyaktighet hvor Ogris et al (2012) rapporterte 10% forskjell i forhold til kontrollsystemet. Andre studier har vist mindre forskjeller (Stevens et al., 2014). Øyeblikkelig hastighet er ofte brukt i kamp og treningsanalyser i tillegg til akselerasjon og topphastighet. Distanse er kategorisert inn i ulike hastighetssoner for å få en mer fornuftig måling for intensitetsstyring for utøvernes fysiske krav (Malone, et al, 2016).

3. Metode

Dette er en deskriptiv studie som kartlegger posisjonsdata på ishockeyspillere i en kamplignende situasjon. Hovedmålet med oppgaven var å gi økt innsikt omkring intensiteten under konkurransesituasjon i ishockey, større forståelse for betydningen av ulik inndeling for intensitetssoner basert på hastighet, samt hvordan dette påvirker intensitets- og belastningsanalyser. I tillegg til inndelinger tar studien for seg ulike belastningsvariabler og undersøker disse opp mot hverandre.

3.1 Utvalg

Prosjektet startet gjennom Olympiatoppen Sør-Vest. De trengte hjelp fra studenter for å kunne få gjort alt arbeidet. Videre ut i prosjektet ble det til et samarbeid mellom Olympiatoppen Sør-Vest, Universitetet i Agder og Universitetet i Stavanger, samt Stavanger Oilers som prosjektet ble gjennomført på. Covid-19 pandemien, C-19, blusset opp i Stavanger-området og i ishockeymiljøet før jul 2020. Dette satte en stopper for seriekampene som skulle vært gjennomført, inkludert den planlagte datainnsamlingen. På grunn av dette ble det designet fire treningskamper, disse ble kalt «simuleringskamper», som gav en ekstra god kontroll over datainnsamlingen.

I hver simuleringskamp deltok 32 ishockeyspillere, fordelt på 2 lag med 3 rekker pluss en målvakt på hvert av lagene, akkurat som i en normal kampsituasjon. Av disse 32 var det 19 utespillere, tilhørende rekke 1 og 2 på hver av lagene, som var ikledd en tettsittende vest på øvre del av torso. I denne vesten var det en sensorenhet i en lukket lomme mellom skulderbladene. Hovedtanken var at alle de samme spillerne skulle beholde den samme sensorenheten i alle fire kampene. Da noen måtte melde forfall, grunnet skader og andre nødvendige bytter på lagene, ble noen fra tredje rekke flyttet opp og fikk en enhet på seg. Dette førte til at vest nummer 1 satt på spiller X i kamp 1, men den samme vesten ble brukt av spiller Y i kamp 3. Det endelige utvalget ble til slutt de 15 utøverne som fullførte alle fire kampene.

Samtlige spillere tilhørte Stavanger Oilers sitt U21- og U18- lag, hvor samtlige utøvere med en måleenhet tilhørte U21. Disse deltagerne var i alderen 17-19 år og er blant landets beste på dette nivået. Flere av utøverne har tidvis vært innom seniorlaget i Fjordkraft-ligaen. Laget ble seriemestre foregående sesong og da serien ble stoppet grunnet C-19 lå de på toppen av tabellen. De fire simuleringskampene ble gjennomført i en periode på to uker rett før jul 2020.

3.2 Prosedyre

Etter at måleutstyret ble installert i DNB-Arena i februar 2020 ble det testet på noen treninger og kamper for at alle involverte skulle få en innføring i hvordan prosedyren skulle gjennomføres. Grunnet Covid-19 pandemien ble det bråstopp i innsamlingen. Sesongen ble avsluttet og ingen sluttspill med datainnsamling kunne gjennomføres som planlagt. Basert på de allerede innsamlede kampdataene og ny innstramming høsten 2020 grunnet C-19, ble det gjennom tett dialog med U21 sitt trenerteam bestemt at det kunne gjennomføres treningskamper.

3.2.1 Oppsett av det lokale posisjonssystemet

Det lokale posisjonssystemet brukt i denne studien er Catapult ClearSky T6 fra Catapult Sports i Melbourne, Australia. Det lokale posisjonssystemet ble satt opp i februar 2020 og har stått uberørt i DNB Arena til enhver tid (Se vedlegg 2). Det ble satt opp 20 noder rundt banen over tribunen, med en hoved («anchor») node, som var koblet til en PC underveis i innsamlingsperioden. Grunnen til at nodene stod såpass høyt mot taket og over tribunen var at det ikke skulle være noe hindringer i veien for signalet mot banen. Vantet rundt banen er en kritisk hindring som signalene måtte unngå, samtidig kan publikum og bannere påvirke signalet. Kalibreringen av systemet ble gjennomført med et tachymeter (Leica Builder 509 Total Station, Leica Geosystems AG, Switzerland) i henhold til utviklernes anbefalinger før innsamlingsperioden. Tachymeteret ble plassert i senter av banen og registrerte herfra samtlige noder rundt i hallen, etterfulgt av at tachymeteret registrerte hvor enden på banen og alle hjørnene var lokalisert.

3.2.2 Datainnsamling

Et lokalt posisjonssystem fungerer på lik måte som et GNSS. Nodene har en kjent posisjon som er målt inn ved oppsett av systemet, men utregningen av posisjonen i et LPS er ikke helt likt som GNSS. LPS er basert på en ultrabredbånd teknologi med frekvensområde fra 3.1 til 10.9 GHz. Plasseringen av mottakersensorene innenfor det aktuelle området, altså isen, beregnes av en algoritme basert på en kombinasjon av ulike faktorer inkludert tidsforskjell ved ankomst (TDOA), toveis rangering (TWR) og ankomstvinkel (AoA) (Serpiello et al., 2018). Serpiello et al., (2018) og Luteberget et al. (2018) har gjennomført validering av systemet og viser akseptabel måleusikkerhet på kamplignende øvelser sammenlignet med referansesystem.

Synkroniseringen av måleenhetene ble gjennomført etter endt kamp da enhetene ble satt i en ladestasjon og konfigurert opp mot en PC. Det samme gjaldt måleenhetens treghetsdata, da

disse ikke ble sendt direkte i løpet av kampen. Derfor var det veldig viktig å få koblet opp enhetene til PC etter hver kamp.

Posisjonsdata (LPS) ble samlet med en frekvens på 10Hz og kvantifisert via dataprogrammet Openfield (Catapult Sports, Melbourne, Australia; programvare versjon, 1.17.2). Sensorenheten på utøverne var en IMU-enhet fra Catapult T6 (Catapult Sports, Melbourne, Australia; LPS programvare versjon 5.6). Ved at vesten er tilpasset utøveren og er tettstående på kroppen unngår vesten å gi forstyrrelser for bevegelser i kamp. I enheten som ble brukt er det en kombinasjon av et tredimensjonalt akselerometer, gyroskop og magnetometer med samplingfrekvens på 100 Hz. Disse komponentene gjør at en kan hente ut kvantifiserte data fra kampsituasjonen. Akselerometeret registrerer akselerasjoner, altså fartsendringer. Gyroskopet registrerer endring i rotasjonshastighet på enheten, mens magnetometeret registrerer magnetisk nord omtrent som et kompass. På denne måten kan en regne ut endringen og hastigheten på bevegelser (Luteberget & Spencer, 2017).

3.2.3 Kampgjennomføring

Simuleringskampene ble gjennomført i medio desember sammen med U21 og U18. Kampene ble spilt med normal spilletid på 3 x 20 minutter med 18 minutters pause mellom hver periode. Byttene ble gjennomført med faste intervaller hvert 60ende sekund ved at en trener på siden blåste i fløyten. Alle spillerne gikk av isen så fort som mulig og neste rekke kom inn. Spillet ble gjenopptatt umiddelbart fra der pucken måtte befinne seg. Det ble aldri stopp i spillet for dropp. Ved start av hver periode og ved scoring ble ny puck kastet inn fra sidelinjen. De samme 30 spillerne skulle i utgangspunktet fullføre alle kampene, men dette skjedde ikke på grunn av at noen ble skadet eller syk. Det var til enhver tid 19 spillere som hadde på seg vest med sensorenhet fordi det var kun 19 brikker tilgjengelig. Disse brikkene ble fordelt mellom spillerne i første og andre rekke, altså U21-spillere. Om en spiller fra disse rekkene ble skadet ble en fra tredje rekke flyttet opp og overtok brikken.

Masterstudenter ved Universitetet i Stavanger og stipendiat fra Universitetet i Agder var til stede under simuleringskampene og hadde ansvaret for at innsamlingen av data skjedde som planlagt. Dette innebar start og stopp av perioder, samt notater rundt spesielle hendelser. For å gjøre det enklest mulig for spillerne ble vestene med sensorer hengt opp i garderoben på plassen til spillerne sammen med drakten. Når spillerne da ankom hallen var allerede vesten klar. På denne måten fikk de en tilnærmet lik inngang til kamp som på en normal kampdag. Utøverne fikk en innføring i sporingsenhetene før kampene ble gjennomført. De fikk teste dem på flere treninger og seriekamper for at ikke bruken av enheten skulle være unaturlig. Brikkene ble stilt

inn til automatisk start ca. 15 min før kampstart for å sikre at alle brikkene var koblet til før kampen startet. Etter hver kamp ble aktiviteten lagret og synkronisert opp i Cloud.

3.3 Databehandling

3.3.1 Benking

Etter at kampene var gjennomført og dataene lagret ble det gjennomført manuell benking av alle spillerne, såkalt «benching». Dette betyr at tidspunktet for når spillerne var på isen og når de gikk av isen ble registrert i programvaren Openfield. Spillerne ble registrert benket idet de gikk av isen, så godt som det lot seg gjøre. Når de satte skøytene på isen igjen ble det registrert som aktiv spilletid. Ettersom alle byttene skjedde hvert minutt kunne en bare satt på «benching» hvert minutt, men for å få det mest mulig nøyaktig ble det registrert individuelt. Dette førte også til at spillerne fikk noe ulik spilletid, men bare med noen få sekunders forskjell (SD = 6 sek.).

3.3.2 Intensitetssoner

På bakgrunn av posisjonsdataene ble intensitet kategorisert ut i fra predefinerte hastighetssoner (Tabell 1). De predefinerte grensene ga tre ulike soneinndelinger. Disse soneinndelingene ble satt opp på bakgrunn av tidligere brukt litteratur og en inndeling som har vært brukt som utgangspunkt i dette prosjektet. Den øverste inndelingen viser en 6-delt skala som er brukt tidligere av flere studier (Douglas & Kennedy, 2019; Vigh-Larsen et al., 2020; Lignell et al., 2017). Inndelingen i midten ble definert av dem som har ansvaret for dette prosjektet. Den har tatt utgangspunkt i Douglas & Kennedy (2019), men har tatt det ned til en 4-delt skala for å minske datamengden. Den tredje inndelingen, vist i nederste linje, ble hentet fra Gabbett (2015). Disse grensene basert på hastighet ble endret manuelt inne i programmet, og deretter ble hele datamaterialet synkronisert på nytt. Sammenligning av ulike intensitetssoneinndelinger gjorde at uthenting av dataene måtte gjøres i flere omganger. Etter at benking var gjennomført ble dataene hentet ut fra Openfield-programmet for videre statistiske analyser. Herfra hentet vi ut dataene og lastet ned datafilen for å få den inn i Microsoft Excel 365 (Versjon 2008). Dette ble gjennomført for alle de tre ulike, absolutte grensene. I Excel ble datamaterialet organisert og sortert på en hensiktsmessig måte for videre arbeid.

Tabell 1. Fordeling av hastighetsinndeling som viser hvordan hastighetssonene er satt og hvordan de overlapper.

| | | | | | | |
|--------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------|
| 6-delt skala | Veldig sakte [1-11> km/t | Sakte [11-14> km/t | Moderat [14-17> km/t | Hurtig [17-21> km/t | Veldig hurtig [21-24> km/t | Sprint [>24km/t |
| 4-delt skala | Lav [0-11> km/t | Moderat [11-17>km/t | | Hurtig [17-24>km/t | | Sprint >24km/t |
| 3-delt skala | Lav [0-12.6> km/t | Moderat [12.6-18> km/t | | Høy >18km/t | | |

3.3.3 Validitet og reliabilitet

For å kunne undersøke variasjonen på individnivå (reliabiliteten), samt få større statistisk styrke ved å redusere effekten av variasjonen, ble det gjennomført fire treningskamper. Dette var det som lot seg gjøre i den tidsperioden som var tilgjengelig og samtidig gjorde at spillerne fikk tilstrekkelig restitusjon mellom hver kamp for å yte maksimalt. Treningskampene ble designet med inspirasjon fra tidligere undersøkelser (Vigh-larsen et al., 2020), og på bakgrunn av alders- og nivåforskjeller ble faste rekker satt opp mot hverandre. Trenerne delte inn i tilnærmet nivålike lag slik at samtlige fikk tilnærmet normal motstand som i vanlig kamp. Kontrollerte innsatsperioder ble brukt for å sikre data som kunne sammenlignes, men samtidig ga det mulighet for å finne variasjon under kontrollerte forhold. For at spillernes aktive tid på isen skulle bli kartlagt måtte det manuelt gjennomføres benking av spillerne etter kampene (3.3.1). Dette ble gjort for å få en oversikt over den reelle tiden i aktivitet for hver spiller. På denne måten kunne det arbeidet spillerne gjennomførte på isen fremheves eksplisitt. Rulleringene ble gjennomført likt hver kamp og alle rekkene startet en periode i hver kamp. Dette ble gjort for at spilletiden skulle være tilnærmet lik. Med tre rekker på hvert lag og 20 minutter per periode vil ikke antall spillesekvenser per periode bli lik for hver rekke. Derfor ble den totale spilletiden likest mulig ved at alle rekkene startet en periode hver. Problemet med en slik tilnærming kan være at byttene ikke vil være autentiske til en normal kampsituasjon. Byttene i kamp vil ikke skje like kontrollert og utover i kampene vil normalt ikke alltid alle rekkene få like mye spilletid.

3.4 Statistisk analyse

Rådatafilen ble lagt inn i Excel 365 (versjon 2008) for organisering. Arbeidet i Excel bestod i stor grad av å få dataene lesbare og få dem satt opp i en logisk rekkefølge slik at dokumentet ble mest mulig oversiktlig. Verdiene ble sortert ut for hver kamp, deretter for hver periode. Enkle sentral- og variasjonsmål ble regnet ut her, totalverdier, gjennomsnitt, standardavvik og variasjonskoeffisient. Disse målene ble hentet ut for hver periode og hele kampen totalt. I tillegg ble hver soneinndeling organisert i egne filer. Datamaterialet fra Openfield gir antall meter og tid brukt i de ulike hastighetssonene. For at dette skal være enklere å analysere og forstå ble hvor stor andel utøverne brukte i hver sone regnet ut og vist som prosent av totalen. Når alle de fire simuleringskampene var sortert ble det regnet ut gjennomsnitt og standardavvik (SD) for hver spiller over de 4 treningskampene. Dette ble gjort med totalverdier for hele kampen og hver periode (Figur 1). Videre ble det regnet gjennomsnitt og SD for gruppen som helhet, også dette ble gjort for hele kampen og hver periode separat. Denne prosessen ble gjentatt tre ganger, en gang for hver av de tre ulike måtene å dele intensiteten på.

| # | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V |
|----|--------------|----------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|----------|----------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|--------|----------|
| 1 | Spiller-ID | Posisjon | Total Distan | Velocity Banc | Velocity Banc | Velocity Banc | Velocity Banc | Sone 1 % | Sone 2 % | Sone 3 % | Sone 4 % | Total Duratio | Velocity Banc | Velocity Banc | Velocity Banc | Velocity Banc | Velocity Banc | Velocity Banc | Total Player T | Explosive Effor | HIE | CoD (MA) |
| 2 | FP38 | D | 4862,39 | 903,11 | 1952,13 | 1305,78 | 192,26 | 21% | 45% | 30% | 4% | 00:21:06 | 00:08:00 | 00:08:26 | 00:03:58 | 00:00:25 | 10,80 | 126,58 | 91,25 | 237,00 | 196,75 | |
| 3 | FP42 | FWD | 4685,41 | 716,37 | 1802,83 | 1902,65 | 397,05 | 15% | 38% | 41% | 8% | 00:20:57 | 00:06:41 | 00:07:40 | 00:05:44 | 00:00:33 | 12,25 | 109,28 | 95,75 | 241,00 | 193,50 | |
| 4 | FP19 | C | 5242,34 | 552,79 | 1516,25 | 2697,51 | 465,93 | 11% | 29% | 51% | 9% | 00:20:57 | 00:05:16 | 00:06:22 | 00:08:01 | 00:01:03 | 20,75 | 153,44 | 105,00 | 288,00 | 247,25 | |
| 5 | FP36 | FWD | 5238,26 | 600,87 | 1510,96 | 2633,07 | 484,95 | 11% | 29% | 50% | 9% | 00:20:57 | 00:05:27 | 00:06:18 | 00:07:50 | 00:01:05 | 23,75 | 161,27 | 133,25 | 354,00 | 290,25 | |
| 6 | FP31 | D | 4984,18 | 658,79 | 1896,99 | 1861,52 | 553,50 | 13% | 38% | 37% | 11% | 00:20:57 | 00:05:49 | 00:08:06 | 00:05:32 | 00:01:12 | 20,75 | 156,02 | 96,25 | 282,50 | 239,25 | |
| 7 | FP15 | D | 4216,87 | 859,59 | 2197,68 | 1099,61 | 117,23 | 20% | 52% | 26% | 3% | 00:20:57 | 00:07:40 | 00:09:30 | 00:03:23 | 00:00:08 | 3,75 | 110,32 | 53,75 | 156,25 | 112,00 | |
| 8 | FP32 | FWD | 4938,65 | 574,37 | 1823,67 | 2179,58 | 346,88 | 12% | 37% | 44% | 7% | 00:20:48 | 00:05:32 | 00:07:41 | 00:06:32 | 00:00:46 | 16,00 | 133,30 | 100,75 | 242,00 | 191,75 | |
| 9 | FP11 | C | 5528,36 | 442,56 | 1545,88 | 2742,39 | 788,76 | 8% | 28% | 50% | 14% | 00:20:59 | 00:04:19 | 00:06:25 | 00:08:11 | 00:01:44 | 25,25 | 113,35 | 63,25 | 176,75 | 135,50 | |
| 10 | FP29 | D | 4542,09 | 735,65 | 2020,58 | 1575,23 | 201,04 | 16% | 44% | 35% | 4% | 00:20:48 | 00:06:38 | 00:08:39 | 00:04:47 | 00:00:26 | 11,00 | 124,53 | 88,25 | 248,25 | 193,25 | |
| 11 | FP37 | FWD | 6097,34 | 311,91 | 1349,93 | 3264,34 | 1162,34 | 5% | 22% | 54% | 19% | 00:20:59 | 00:02:57 | 00:05:33 | 00:09:34 | 00:02:35 | 36,00 | 140,96 | 143,75 | 340,00 | 297,75 | |
| 12 | FP07 | D | 5116,88 | 607,66 | 1728,81 | 2345,23 | 424,57 | 12% | 34% | 48% | 8% | 00:21:00 | 00:05:27 | 00:07:21 | 00:06:56 | 00:00:56 | 21,50 | 133,21 | 89,25 | 245,50 | 188,75 | |
| 13 | FP28 | FWD | 5578,87 | 444,64 | 1699,62 | 2839,45 | 581,97 | 8% | 31% | 51% | 10% | 00:21:06 | 00:04:01 | 00:07:01 | 00:08:28 | 00:01:17 | 26,75 | 192,39 | 150,50 | 332,25 | 256,25 | |
| 14 | FP27 | C | 5149,61 | 601,78 | 1700,15 | 2399,33 | 436,71 | 12% | 33% | 47% | 8% | 00:21:06 | 00:05:29 | 00:07:08 | 00:07:11 | 00:00:58 | 23,50 | 204,22 | 144,50 | 351,00 | 283,25 | |
| 15 | FP04 | FWD | 4893,53 | 583,68 | 1685,77 | 2076,91 | 537,88 | 12% | 34% | 42% | 11% | 00:21:06 | 00:06:14 | 00:07:06 | 00:06:15 | 00:01:11 | 23,00 | 156,02 | 84,75 | 229,50 | 171,50 | |
| 16 | FP21 | D | 4656,86 | 786,11 | 2191,43 | 1536,81 | 238,97 | 16% | 47% | 33% | 5% | 00:21:06 | 00:06:26 | 00:09:23 | 00:04:41 | 00:00:18 | 8,50 | 134,12 | 79,25 | 201,75 | 160,50 | |
| 17 | Gjennomsnitt | | 5014,96 | 624,12 | 1774,99 | 2163,92 | 462,00 | 13% | 36% | 42% | 9% | 00:20:59 | 00:05:44 | 00:07:31 | 00:06:28 | 00:00:58 | 18,85 | 141,27 | 101,03 | 261,72 | 209,17 | |
| 18 | SD | | 494,26 | 157,96 | 247,10 | 619,49 | 261,22 | 4% | 8% | 9% | 4% | 00:00:06 | 00:01:19 | 00:01:09 | 00:01:47 | 00:00:37 | 8,46 | 27,95 | 29,59 | 61,85 | 54,74 | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figur 1. Eksempel på organisering av data: Excel-ark med totalverdier for en kamp med 4 hastighetsgrenser.

Excel-arkene ble kopiert over i SPSS IBM Statistics (Versjon 26) da de statistiske analysene skulle gjennomføres. De arkene som ble brukt til analysen var filene som inneholdt det totale gjennomsnittet i hver kamp.

Analysearbeidet er gjennomført i Excel 365 (Versjon 2008) og SPSS IBM Statistics (versjon 26). I SPSS-programmet ble det gjennomført statistiske analyser, som Pearsons korrelasjonstest og ANOVA-test med Tukey Post-Hoc test. Korrelasjonstesten ble gjennomført på bakgrunn av at vi har normalfordelte variabler på scalenivå og ingen ekstremverdier (Pripp, 2018). Korrelasjonen ble undersøkt mellom de ulike belastningsvariablene og eventuelt hvor denne korrelasjonen lå. Sjekk av normalfordeling ble gjennomført slik at vi kunne sjekke signifikante forskjeller med å gjennomføre ANOVA tester. ANOVA ble gjennomført for å finne ut om det var forskjeller mellom spillerposisjoner i belastningsvariablene PL, EE, HIE og CoD. ANOVA

Tukey Post-Hoc test ble gjennomført for å finne ut hvor de eventuelle forskjellene lå. I tillegg ble det undersøkt om det er signifikante forskjeller mellom antall meter i hver periode og mellom posisjoner. Forskjeller mellom spillerposisjon og antall meter i hver hastighetszone ble også undersøkt.

Den totale PL ble endret til den relative PL til antall minutter i spilletid, fordi spilletiden var noe ulik og tidligere studier har brukt $PL \cdot \text{min}^{-1}$ (Wik et al., 2017; Luteberget & Spencer, 2017). På denne måten kunne vi også sammenligne mellom idretter. Koeffisientvariasjon ble regnet ut i Excel dokumentene ved å dividere SD på gjennomsnittet. Både individuell variasjon mellom kampene ble hentet og også kollektiv variasjon mellom hver av utøverne.

3.5 Etiske retningslinjer

Prosjektet er godkjent hos NSD ved «Hurtighetsbasert styrketrening og en longitudinell oppfølging av belastning i trening og kamp». Universitetet i Agder ved Thomas Bjørnsen har hovedansvaret for prosjektet som har fått følgende referansenummer fra NSD: 464080 (Vedlegg 3).

Oppbevaring av datamateriale er begrenset til noen få personer som har tilgang til den laptopen som brukes til datainnsamling. Alle personer som har vært involvert i prosjektets datainnsamling har hatt tilgang til innlogging til Openfield hvor all data ligger. En felles Microsoft Teams-gruppe har filer med ID på spillerne satt opp mot brikkenummer, men ikke navn knyttet opp mot ID, kun en anonym spiller-ID. Datamaterialet i Excel-filene som er brukt i denne oppgaven er kun delt mellom undertegnede og veileder. Datamaterialet er lagret på låst PC uten mulighet for identifikasjon av utøverne. Ingen andre har tilgang på PC enn forfatter av denne oppgaven.

Det kan settes spørsmålsteget rundt hvor etisk riktig det er å analysere idrettsutøvere så detaljert i treningshverdagen, men dette er utøvere som har til vane å presse seg til det ytterste. Det som gjøres i denne studien er å observere det utøverne uansett ville gjort. Eneste innvirkningen spillerne føler på er vesten med sensorenheten som kan virke unaturlig. Det bør nevnes at dette var ubehagelig for flere av spillerne i starten av prosjektet, men de fleste ble underveis komfortable med den tettsittende vesten. Denne kvantifiseringen som blir gjort kan gjøre at spillerne blir målt opp mot hverandre på bakgrunn av objektive mål. Om dette er den mest fornuftige måten å skape et godt lag eller gode utøvere på kan diskuteres, men den subjektive begrunnelsen til trenere kan forsvinne.

4. Resultater

4.1 Intensitetsvariablene

I løpet av kampene beveget utøverne seg litt over 5 km, med et standardavvik mellom spillerne på ~500 m, (Tabell 1). Dette gav en total PL (Player Load, likning 2.1) på 143 (± 28), eller 7,0 (1,3) når PL ble delt på spilletid, relativ PL ($PL \cdot \text{min}^{-1}$, Tabell 1). Den ganske kontrollerte spilletiden endte på 20 min og 59 sek (± 6 sek). En ANOVA-test viste signifikante forskjeller mellom spillerposisjonene for $PL \cdot \text{min}^{-1}$ ($p < 0.05$). Det var forsvarsspillerne (D) som skilte seg ut, mens det ikke var signifikant forskjell mellom angrepsspillerne, C og FWD ($p = 0,298$). I tillegg var det signifikante forskjeller mellom D og begge angrepsposisjonene i antall eksplosive involveringer (EE, $p < 0.01$). Det var ingen signifikant forskjell mellom C og FWD ($p = 0,339$). Total distanse viser signifikante forskjeller mellom spillerposisjoner. Ingen av spillerne i posisjon D var over 5000 meter i total tilbakelagt distanse gjennom simuleringskampene (Vedlegg 1), og angrepsspillerne, både FWD og C, beveget seg signifikant lengre enn forvarsspillerne ($p < 0.05$). Det var ingen signifikante forskjeller mellom de to angrepsposisjonene ($p = 0,954$). For de resterende variablene ble det ikke funnet forskjeller mellom posisjonene ($p > 0.05$, Tabell 1). Verdiene i Tabell 1 viser spillernes gjennomsnitt over fire simuleringskamper oppgitt som gjennomsnitt (SD_{between}) for ulike spillerposisjoner. Resultatene viste under halvparten så mange eksplosive bevegelser (EE) som høyintensive involveringer (HIE) og retningsforandringer (CoD, Tabell 1). I hver periode hadde utøverne i snitt mellom 64 (± 18) til 78 (± 20) retningsforandringer. Spilletiden i hver periode var 7 minutter med et SD på 17 sek, som betyr at hver utøver hadde ca. 10 registrerte retningsforandringer per minutt.

Belastningsvariablene målte noe av de samme intensitetsfaktorene. Antall eksplosive involveringer (EE) var den eneste variabelen som ikke hadde signifikant korrelasjon med noen av de andre variablene. HIE og CoD viste heller ingen signifikant korrelasjon mellom seg ($p = 0.12$) Derimot var det signifikant korrelasjon mellom PL og HIE (Pearsons $r = 0,83$, $p < 0.01$). I tillegg var det korrelasjon mellom PL og CoD (Pearsons $r = 0.57$, $p < 0.05$).

Standardavviket mellom spillerne var relativt sett høyere for disse variablene sammenlignet med PL og total distanse, noe som resulterte i høyere variasjonskoeffisient (CV, Tabell 2). På spillernivå var også variasjonen minst for $PL \cdot \text{min}^{-1}$ og total distanse sammenlignet med EE, HIE og CoD (Tabell 3). Gjennomsnittlig individuell variasjonskoeffisient for disse belastningsvariablene er vist i Tabell 3. CV_{between} i Tabell 2 viste at C skilte seg ut fra de øvrige

posisjonene, med en ganske markant større variasjon i belastningsvariablene, bortsett fra total distanse hvor C har den laveste CV_{between} (Tabell 2).

Tabell 1: Deskriptiv statistikk for belastningsvariablene Player Load (PL), $PL \cdot \text{min}^{-1}$, EE, HIE og CoD og total distanse målt i meter (Tot. Dist.).

*forskjellig fra posisjon D, $p < 0.05$. **forskjellig fra posisjon D, $p < 0.01$.

| Posisjon | PL | $PL \cdot \text{min}^{-1}$ | EE | HIE | CoD | Tot. Dist. |
|----------------------------|-------------|----------------------------|---------------|-------------|-------------|----------------|
| Alle n=15 | 143 (28) | 7,0 (1,3) | 101 (30) | 262 (62) | 209 (55) | 5015 (494) |
| D n=6 | 121 (15) | 6,3 (0,8) | 82 (16) | 229 (44) | 182 (42) | 4647 (350) |
| FWD n=6 | 149 (28) | 7,1 (1,3)** | 118 (28)** | 290 (58) | 234 (55) | 5238 (522)* |
| C n=3 | 157 (46) | 7,5 (1,9)** | 104 (41)** | 272 (88) | 215 (70) | 5307 (157)* |

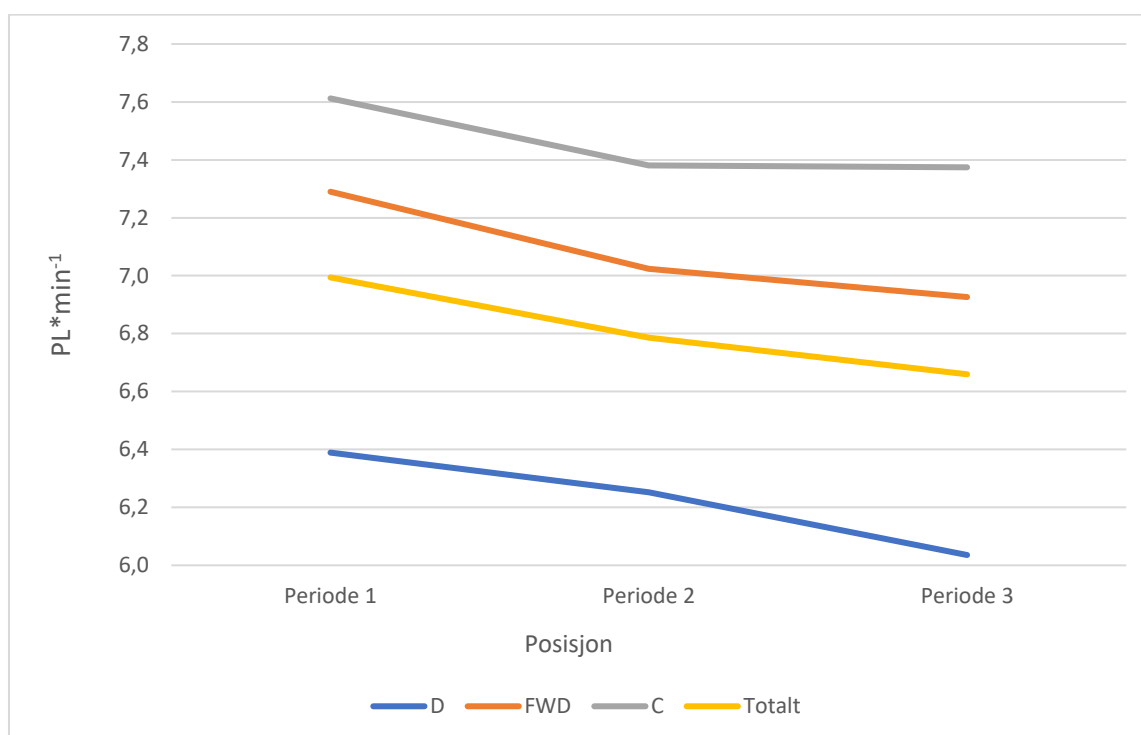
Tabell 2. Belastningsvariabel og variasjonskoeffisienten innad i laget mellom utøverne, (CV_{Between}).

| | $PL \cdot \text{min}^{-1}$ | EE | HIE | CoD | Total distanse |
|------------------------------------|----------------------------|------|------|------|----------------|
| Gjennomsnitt n=15 | 20 % | 29 % | 24 % | 26 % | 10 % |
| D n=6 | 13 % | 19 % | 19 % | 23 % | 8 % |
| FWD n=6 | 18 % | 23 % | 23 % | 27 % | 10 % |
| C n=3 | 25 % | 39 % | 32 % | 32 % | 3 % |

Tabell 3: Gjennomsnittlig og standardavvik for individuell variasjonskoeffisient (CV_{within}) mellom simuleringskampene.

| | PL*min⁻¹ | EE | HIE | CoD | Tot. Dist (m) |
|------------------------------|----------------------------|-----------|------------|------------|----------------------|
| Gjennomsnitt n=15 | 6% (2%) | 12% (6%) | (9%) 4% | (9%) 4% | 3% (1%) |
| D n=6 | 7% (2%) | 15% (6%) | 11% (5%) | 11% (5%) | 3% (2%) |
| FWD n=6 | 6% (1%) | 9% (7%) | 5% (4%) | 7% (4%) | 3% (1%) |
| C n=3 | 4% (1%) | 8% (7%) | 7% (6%) | 7% (7%) | 3% (1%) |

Figur 2 gir en grafisk fremstilling på hvordan den totale PL fordelte seg i periodene. Fremstillingen viser at periode 1 hadde høyest Player Load i dette utvalget (51 ± 10), mens den sank i periode 2 (46 ± 8) og fortsatte med en liten nedgang i periode 3 (46 ± 12). Når en tar hensyn til spilleminutter og gjør om til PL per minutt viste det et gjennomsnitt i de ulike periodene på $7,0 (\pm 1,3)$ for periode 1, $6,8 (\pm 1,3)$ for periode 2 og $6,7 (\pm 1,4)$ for periode 3 (Figur 2). Det var signifikant forskjell mellom periode 1 og periode 3 ($p < 0.05$).

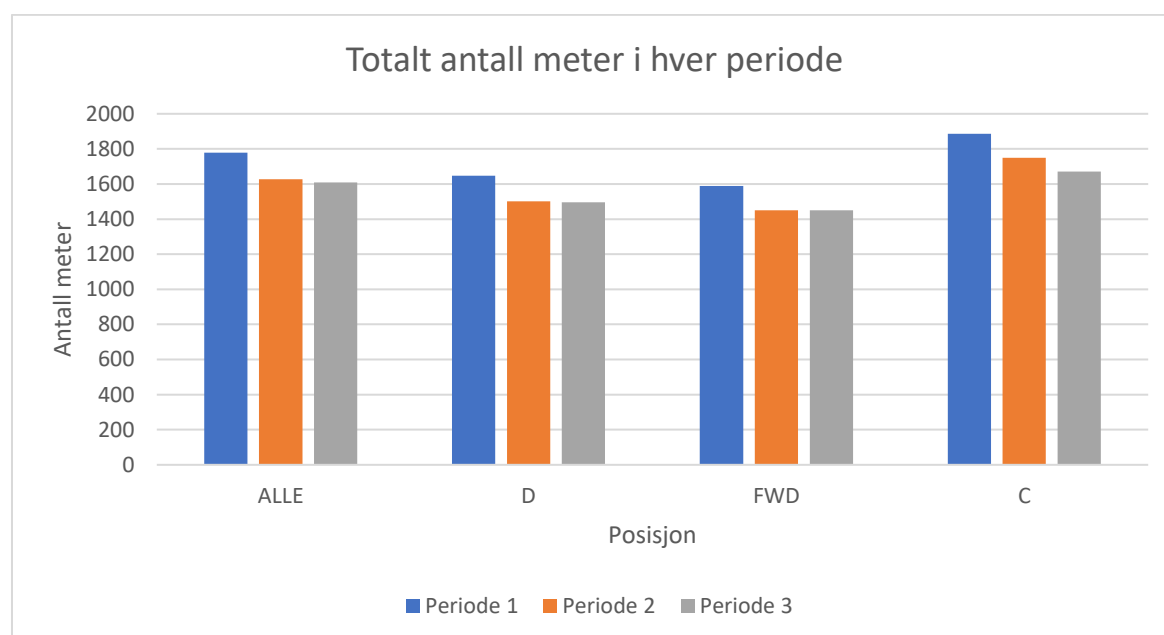


Figur 2. Gjennomsnittlig relativ Player Load ($PL \cdot \text{min}^{-1}$) i hver periode for hver posisjon og hele utvalget samlet. Hele utvalget er samlet i gul farge. De ulike posisjonene er representert med hver sin farge.

Første periode hadde høyest gjennomsnitt for alle posisjoner (Tabell 4). Alle posisjonene hadde synkende antall meter parallelt med periode 1, 2 og 3 (Tabell 4, Figur 3). Spillerne i posisjonen C hadde en mer markant nedgang i antall meter hver periode, og samlet sett hadde utvalget en markant nedgang fra periode 1 til 2 med noe mindre fall fra periode 2 til periode 3 (Figur 3). Ingen av forskjellene mellom spillerposisjonene for hver periode var signifikante for dette utvalget ($p>0.05$).

Tabell 4.

| Periode | Gjennomsnitt Alle (SD) | D | FWD | C |
|-----------|---------------------------|------------|------------|------------|
| Periode 1 | 1778 (176) | 1648 (125) | 1589 (189) | 1886 (63) |
| Periode 2 | 1628 (253) | 1502 (224) | 1451 (279) | 1750 (218) |
| Periode 3 | 1609 (174) | 1496 (129) | 1450 (191) | 1671 (127) |



Figur 3: Grafisk fremstilling av antall meter i hver periode. Vist med hele utvalget samlet og hver posisjon.

4.2 Fordeling i ulike intensitetssoner

Spillerne tilbakela færrest meter i hastighetssone 6, mens de tilbakela flest meter i sone 3 og 4, altså moderat og hurtig skøyting (Tabell 5). Det var ingen signifikant forskjell mellom spillerposisjonene og antall meter i sone 6, mens sone 2, 4 og 5 hadde signifikante forskjeller mellom spillerposisjonene (Tabell 6). Ingen av sonene hadde signifikante forskjeller mellom angrepsposisjonene C og FWD.

Tabell 5: Fordeling (%) av antall meter tilbakelagt, 6-delt skala, for de ulike spillerposisjonene. Verdiene er gjennomsnitt ($SD_{between}$).

| | Gjennomsnitt | Gjennomsnitt | Gjennomsnitt | Gjennomsnitt |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Posisjon | Alle | D | FWD | C |
| Sone 1 % | 14% (5%) | 18 % (4%) | 12 % (4%) | 11 % (2%) |
| Sone 2 % | 15% (5%) | 19 % (4%) | 12 % (3%) | 11 % (1%) |
| Sone 3 % | 20% (3%) | 23 % (3%) | 19 % (3%) | 18 % (1%) |
| Sone 4 % | 28% (4%) | 24 % (3%) | 30 % (2%) | 32 % (1%) |
| Sone 5 % | 15% (5%) | 11 % (4%) | 17 % (4%) | 18 % (2%) |
| Sone 6 % | 8% (5%) | 5 % (4%) | 10 % (5%) | 11 % (3%) |

Tabell 6. P-verdier for forskjeller mellom spillerposisjon i hver sone med en 6-delt skala. Hentet gjennom ANOVA Tukey Post Hoc test.

| Posisjoner | Sone 1 | Sone 2 | Sone 3 | Sone 4 | Sone 5 | Sone 6 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| D - FWD | .019* | .002** | .294 | .006** | .034* | .141 |
| D - C | .047* | .003** | .263 | .007** | .073 | .247 |
| FWD - C | .997 | .854 | .929 | .728 | .995 | 1.000 |

** Signifikant på 0.01-nivå

* Signifikant på 0.05-nivå

Med en 4-delt skala skjedde opp mot 80% av all aktivitet i konkurransesituasjon i moderat og hurtig hastighetsskøyting (sone 2 og 3, [11-24km/t). Forskjellen på antall meter i disse sonene mellom forsvarspillere og angriperne var signifikant ($p < 0.05$, tabell 8). En ANOVA Post Hoc Test viste at det lå ingen signifikante forskjeller mellom posisjonene i sone 4 (Tabell 8). Ingen av sonene hadde signifikante forskjeller mellom C og FWD.

Tabell 7: Fordeling av antall meter brukt i hver sone, 4-delt skala. Gjennomsnittlig prosentandel i hver sone.

| | Gjennomsnitt | Gjennomsnitt | Gjennomsnitt | Gjennomsnitt |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Posisjon | Alle | D | FWD | C |
| Sone 1 % | 13 % (4%) | 17 % (4%) | 11 % (4%) | 10 % (2%) |
| Sone 2 % | 36 % (8%) | 44 % (7%) | 33 % (6%) | 31 % (3%) |
| Sone 3 % | 42 % (9%) | 34 % (7%) | 46 % (5%) | 49 % (2%) |
| Sone 4 % | 9 % (4%) | 6 % (3%) | 11 % (4%) | 10 % (3%) |

Tabell 8. P-verdier for forskjeller mellom spillerposisjon i hver sone med en 4-delt skala. Hentet gjennom ANOVA Post Hoc Tukey test.

| Posisjoner | Sone 1 | Sone 2 | Sone 3 | Sone 4 |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| D - FWD | .023* | .010* | .015* | .110 |
| D - C | .056 | .013* | .021* | .254 |
| FWD - C | .997 | .881 | .911 | .991 |

** Signifikant på 0.01-nivå

* Signifikant på 0.05-nivå

Den 3-delte inndelingen viste at fordelingen i hver intensitetssone fordelte seg i stor grad i alle deler av skalaen. Alle posisjonene brukte mest tid i sone 2 og 3 (Tabell 9). Denne inndelingen viste heller ingen signifikant forskjell mellom posisjonene FWD og C ($p > 0.05$). De to angrepsposisjonene viste en signifikant forskjell til D i prosentandel i sone 1 og det var en signifikant forskjell i sone 3 mellom D og FWD ($p < 0.05$, Tabell 10).

Tabell 9: Fordeling av antall meter i hver sone, 3-delt skala. Gjennomsnittlig prosentandel i hver sone.

| | Gjennomsnitt | Gjennomsnitt | Gjennomsnitt | Gjennomsnitt |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Posisjon | Alle | D | FWD | C |
| Sone 1 % | 21 % (7%) | 27 % (6%) | 17 % (5%) | 16 % (3%) |
| Sone 2 % | 36 % (6%) | 41 % (5%) | 34 % (5%) | 33 % (2%) |
| Sone 3 % | 43 % (12%) | 32 % (10%) | 49 % (10%) | 51 % (5%) |

Tabell 10. P-verdier for forskjeller mellom spillerposisjon i hver sone med en 3-delt skala. Hentet gjennom ANOVA Post Hoc Tukey-test.

| Posisjoner | Sone 1 | Sone 2 | Sone 3 |
|------------|--------|--------|--------|
| D - FWD | .008** | .297 | .034 * |
| D - C | .020* | .265 | .055 |
| FWD - C | .989 | .928 | .963 |

** Signifikant på 0.01-nivå

* Signifikant på 0.05-nivå

4.2.1 Individuell variasjon i fordelingen

Variasjonen mellom kampene for spillerne individuelt var størst i de øverste sonene. Dette gjaldt både for hele utvalget samlet og hver posisjon delt for seg selv (Tabell 11, 12 og 13). Den individuelle variasjonen i sonen >24km/t var mer enn 20% for samtlige posisjoner. Forsvarspillerne har den største individuelle variasjonen i denne sonen (Tabell 11,12).

Tabell 11: Gjennomsnittlig CV og SD med 6-delt skala.

| Sone | CV (SD) | D | FWD | C |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Sone 1 % | 11% (4%) | 10% (4%) | 11% (3%) | 11% (8%) |
| Sone 2 % | 9% (4%) | 7% (3%) | 13% (5%) | 13% (5%) |
| Sone 3 % | 9% (4%) | 8% (2%) | 8% (5%) | 8% (2%) |
| Sone 4 % | 8% (4%) | 10% (5%) | 7% (4%) | 7% (5%) |
| Sone 5 % | 18% (7%) | 22% (9%) | 15% (4%) | 16% (5%) |
| Sone 6 % | 33% (27%) | 46% (37%) | 25% (17%) | 24% (2%) |

Tabell 12: Gjennomsnittlig CV i hver sone med 4-delt skala.

| Sone | CV (SD) | D | FWD | C |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Sone 1 % | 11% (4%) | 10% (3%) | 12% (3%) | 11% (8%) |
| Sone 2 % | 7% (3%) | 6% (2%) | 8% (5%) | 9% (3%) |
| Sone 3 % | 9% (5%) | 10% (7%) | 7% (3%) | 9% (3%) |
| Sone 4 % | 33% (27%) | 46% (37%) | 25% (17%) | 24% (2%) |

Tabell 13: Gjennomsnittlig CV i hver sone med 3-delt skala.

| Sone | CV (SD) | D | FWD | C |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| Sone 1 % | 9% (4%) | 8% (4%) | 10% (2%) | 10% (7%) |
| Sone 2 % | 8% (3%) | 6% (2%) | 9% (4%) | 7% (3%) |
| Sone 3 % | 12% (6%) | 14% (7%) | 10% (5%) | 11% (3%) |

4.2.2 Kollektiv variasjon i fordeling

Den kollektive variasjonen var høyest i de laveste og høyeste sonene, hvor den moderate sonen i midten hadde minst variasjon mellom spillerne (Tabell 14, 15 og 16). Kollektiv variasjon var større enn den individuelle variasjonen (5.2.1). Med økende antall hastighetssoner ble den kollektive variasjonen hos C større. Sammenlignet med D og FWD hadde C en ganske markant større variasjon mellom seg med 4 og 6-soner (Tabell 14, 15). De største forskjellene lå, både samlet sett i hele utvalget og posisjonene hver for seg, i de laveste og høyeste sonene (Tabell 14, 15 og 16).

Tabell 14: Gjennomsnittlig $CV_{between}$ for en 6-delt inndeling

| Sone | Totalt | D | FWD | C |
|----------|--------|-----|-----|-----|
| Sone 1 % | 26% | 15% | 26% | 52% |
| Sone 2 % | 23% | 12% | 17% | 51% |
| Sone 3 % | 8% | 7% | 8% | 50% |
| Sone 4 % | 23% | 18% | 16% | 50% |
| Sone 5 % | 41% | 49% | 31% | 51% |
| Sone 6 % | 57% | 58% | 51% | 57% |

Gjennomsnittlig CV og SD med 6-delt skala.

Tabell 15: Gjennomsnittlig $CV_{between}$ i hver sone med 4-delt skala.

| Sone | Totalt | D | FWD | C |
|----------|--------|-----|-----|-----|
| Sone 1 % | 25% | 15% | 36% | 33% |
| Sone 2 % | 14% | 9% | 16% | 37% |
| Sone 3 % | 29% | 27% | 30% | 30% |
| Sone 4 % | 57% | 58% | 60% | 32% |

Tabell 16 Gjennomsnittlig $CV_{between}$ i hver sone med 3-delt skala.

| Sone | Total | D | FWD | C |
|----------|-------|-----|-----|-----|
| Sone 1 % | 26% | 14% | 31% | 14% |
| Sone 2 % | 8% | 7% | 8% | 5% |
| Sone 3 % | 38% | 38% | 24% | 13% |

Gjennomsnittlig CV i hver sone med 3-delt skala.

5. Diskusjon

Hensikten med denne studien var å belyse hvordan intensiteten i en ishockeykamp, målt med bevegelsessensorer, fordeler seg og hvor stor belastning en kamp har på utøverne. Hovedfunnene var at (1) de ulike inndelingene av intensitetssoner gav ulike bilder på hvordan intensiteten fordelte seg, (2) det er signifikante forskjeller mellom spillerposisjonene når en sammenligner belastning og intensitet, og (3) det er både store individuelle forskjeller mellom hver kamp, i tillegg til kollektive variasjoner mellom utøverne i laget.

5.1 Forskjeller med ulike intensitetssoner

De forskjellige hastighetsinndelingene gir et ulikt bilde på hvordan intensiteten fordeler seg gjennom en hel ishockeykamp (kapittel 4.2). Dette betyr at om idretten skal klare å gjøre dette analysearbeidet med optimal hastighetsinndeling, så bør litteraturen utvikle tydelige retningslinjer på hva som er mest fornuftig.

I en 3-delt skala viser tabellen i kapittel 4.2 at intensiteten er fordelt i ganske stor grad i alle tre sonene. Dette kan bety at å bare ha tre hastighetssoner kan gi et noe unyansert bilde på hvordan belastningen og intensiteten faktisk fordeler seg. I gjennomsnitt bruker spillerne mest tid i sone 3 ($>18\text{km/t}$) ($44\% \pm 12\%$), og minst i sone 1 ($[0-12.6\text{ km/t}]$) ($20\% \pm 7\%$), som i noen grad kan være med å underbygge påstanden om at hockey er et høyintensivt arbeid (Cox et al., 1995; Douglas, 2019).

Med fire hastighetssoner får en et noe større innblikk i hvor intensiteten fordeler seg og får tydeligere frem i hvor stor grad ishockeyspillere beveger seg i høye hastigheter på over 24 km/t . Den 4-delte skalaen viser at opp mot 80% av all aktivitet gjort av dette utvalget i konkurransesituasjoner i moderat og hurtig hastighetsskøyting ($[11-24\text{km/t}]$). I veldig høye sprint hastigheter ($>24\text{km/t}$) viser tabell 6 at kun 9% av andelen blir brukt i så høye hastigheter. At ikke spillerne kommer oftere opp i høyere hastigheter kan bety at involveringene er såpass korte at de ikke rekker å utvikle så mye kraft og tempo før farten stoppes.

Den siste inndelingen som er brukt i denne studien med seks ulike soner gir en ganske detaljert fremstilling av hvordan intensiteten fordeler seg. En slik inndeling viser noe av det samme som en inndeling med fire soner hvor vi ser at intensiteten ligger i hovedsak i moderat og hurtig skøyting (Tabell 4). Noe som kan være naturlig da sone 2-5 er trukket sammen til bare sone 2 og 3 her i dette oppsettet. I en 4-delt skala får man større avstand mellom grensene, og intervallene i moderat og hurtig hastighet blir større, noe som gjør at andelen i hver sone ganske naturlig øker.

Med en 6-delt skala ser en et mer detaljert bilde på hvordan fordelingen i mellomsonene er, «sakte» - «moderat» - «hurtig» - «veldig hurtig» (Tabell 4). Fra CV-tabellene 10, 11 og 12 i kapittel 4.2.1 kan en tolke det slik at det er fra 21km/t (sone 5, «veldig hurtig», i 6-delt skala) og videre oppover det er betydelig større intra-individuell variasjon sammenlignet med de lavere sonene. Denne variasjonen får en ikke eksplisitt frem med 4-delt skala.

Problemet med en slik inndeling er at datamengden som skal håndteres blir veldig massiv. Det blir mye verdier og tall å forholde seg til. For et trenersteam som har god kunnskap om datahåndtering bør ikke dette være noe problem og vil i stor grad gi nøyaktige fremstillinger, men for team som er uerfaren kan seks soner føre til mye administrativt arbeid som ikke går på analyse av selve dataen. Derfor skal en være litt forsiktig med å sette opp seks soner hvis dette fører til at analysen blir uoversiktlig og hensikten forsvinner.

Studier som er gjort med sporingsteknologi viser forskjeller på intensitet mellom normale kamper og treningskamper. Resultatene fra Vigh-Larsen et al. (2020) og Stanula & Rocziok (2014) kan tyde på at den naturlige kampsituasjonen gir noe lavere intensitet enn i en modifisert kampsituasjon på trening, som slike simuleringskamper gjennomført i denne studien og Vigh-Larsen et al (2020). Det bør også nevnes at intensitetsnivået i simuleringskampene ble diskutert underveis. Den subjektive oppfatningen til samtlige av observatørene var at intensiteten i spillet var betraktelig høyere enn de seriekampene som var spilt tidligere. Dette er kun basert på subjektive observasjoner gjort av forfatter og de andre observatørene så det kan ikke brukes til noe faglig grunnlag, men det kan trekkes frem med bakgrunn i disse forskjellene mellom studiene nevnt ovenfor. For det praktiske arbeidet for en trener kan dette være et godt utgangspunkt for en periode med lite kamper og hvor utholdenheten kan utvikles, samt bygge et godt grunnlag. Med slike simuleringskamper kan disse resultatene, samt Vigh-Larsen med kollegaer (2020) sin artikkel tyde på at spillerutvalget får ganske stor belastning og har høy intensitet i spillet sitt.

I dette utvalget ble store deler av tiden brukt i moderate og høyhastighetssoner (Kapittel 4.2). Stanula & Rocziok, (2014) gjorde forskning på ungdomslandslaget til Polen i mesterskap og viste at spillerne brukte halve tiden i lave intensitetssoner. Lignende resultater gjelder for utvalget til Vigh-Larsen med kollegaer (2020). Forskjellen er at Stanula og Rocziok (2014) gjennomførte intensitetsmålinger på HF hos spillerne, mens Vigh-Larsen og kollegaer (2020) brukte hastighet som indikator på intensiteten. Disse forskjellene bør derfor tas med forbehold om at dette er to ulike metoder å kartlegge intensitet på.

5.2 Forskjeller mellom spillerposisjoner

Forsvarspillerne tilbakelegger signifikant færre meter enn begge angrepsposisjonene. Posisjonsdata fra denne studien og tidligere forskning kan tyde på at de ulike spillerposisjonene har forskjellig intensitet og distanse i spillet sitt. Dette kan være en indikator på at ulike spillerposisjoner gir ulik totalbelastning i konkurranse og treningshverdag. Angrepsspillerne i dette utvalget legger ned større distanse enn forsvarsspillerne og de har flere eksplosive bevegelser (Tabell 1). Dette er i samsvar med Douglas (2019), som rapporterer om at angriperne i hockey tilbakelegger større distanser enn forsvarerne, men forsvarerne har hyppigere og flere akselerasjoner. Forsvarspillerne bruker mer tid i lavere hastighetssoner enn angriperne. Kan dette bety at kamplignende situasjoner på trening gjør at angrepsspillere får en større total belastning? Dette kan i verste fall føre til at disse spillerne over tid har en høyere belastning og kan utvikle skader. Ettersom spillere ofte spiller i lik posisjon på trening som i kamp, kan det bety at det ikke bare er kampene som gir større belastning, men også treningsarbeidet. Disse funnene er med på å utvikle nye problemstillinger og nye måter å utforske det praktiske arbeidet på. Flere studier med større utvalg er nødvendig for at litteraturen skal få mer tyngde og konsensus.

Testresultatene viser med den 6-delte inndelingen noen interessante signifikante forskjeller i de ulike sonene. Forskjellen på forsvarspillerne og begge angrepsposisjonene er signifikant ($p < 0.01$) i både sone 2 og sone 4. Det er dog ingen signifikante forskjeller mellom noen av posisjonene i sone 3. Dette tyder på at forsvarsspillerne oftere er på litt lavere intensitet, mens angrepsspillerne bruker mer tid i litt hurtigere skøytehastigheter. Eller så kan dette være tegn på at forsvarerne ligger store deler av arbeidet i sone 2 og beveger seg opp i sone 3, mens angrepsspillerne spiller mer i sone 3 og jobber seg opp i sone 4 oftere. Forsvarerne bruker også mer tid i sone 1 enn begge angrepsposisjonene ($p < 0.05$). Dette er noe samsvarende som Douglas & Kennedy (2020) rapporterer. De rapporterer at forskjellene mellom posisjonenes total distanse i løpet av kamp ikke er signifikant i deres studie. En tydelig forskjell som viste seg frem var måten de ulike posisjonene tilbakela distansen. Forsvarsrekken gikk signifikant lengre på skøyter på veldig lav, lav og moderate hastigheter. Angriperne derimot gikk oftere i fort, veldig fort og sprint hastigheter (Douglas & Kennedy, 2020).

Det er ingen signifikante forskjeller mellom de to angrepsposisjonene i dette utvalget (Kapittel 4.2), som kan bety at disse to posisjonene har ganske lik intensitet i spillet og beveger seg på ganske like hastigheter.

En 4-delt inndeling gir ingen signifikante forskjeller mellom noen av posisjonene i sprint (Tabell 7). Forskjellen mellom D og FWD er signifikant ($p < 0.05$) i lav, moderat og hurtig skøyting. Det er kun signifikant forskjell mellom D og C i moderat og hurtig skøyting ($p < 0.05$). Ingen signifikante forskjeller vises mellom FWD og C. Disse forskjellene gir resultater som kan være nyttig for trenere når en skal analysere belastning og arbeidskrav. Forskjell i belastning og intensitet påvirker hvor ulik restitusjonstid utøverne trenger. Dette kan påvirke treningshverdagen i stor grad. Samtidig kan det hjelpe treningen til å bli enda mer relevant og spesifikk til hver posisjon.

Noen av forskjellene mellom posisjonene i de ulike sonene med en 3-delt skala er signifikante. Forskjellen i antall meter i sone 1 mellom D og FWD er signifikant ($p < 0.01$), noe som viser at disse resultatene kan tyde på at forsvarerne beveger seg oftere på lavere hastigheter enn vingene. I den tredje sonen ($> 18 \text{ km/t}$) er det signifikante forskjeller mellom D og FWD ($p < 0.05$). Det er også signifikante forskjeller mellom D og C i den laveste sonen, men ikke like tydelig ($p < 0.05$).

Antall meter i hver periode og tendensene mellom hver periode er grafisk fremstilt i kapittel 4.3. Her ser en at den første perioden er den perioden med flest antall meter tilbakelagt. I periode 2 og periode 3 synker antall meter i begge periodene. Forskjellene er størst mellom periodene for spillerne i posisjon C hvor antall meter har en noe mer markant nedgang i hver periode. Dette kan i stor grad ha sammenheng med at spillerne i denne posisjonen fra dette utvalget kun er tre stykker, og denne forskjellen kan være helt tilfeldig for akkurat disse tre spillerne. De to andre posisjonene har en mindre markant nedgang fra periode 2 til periode 3. Dette kan komme av at det er flere spillere i disse posisjonene, men samtidig må det gjennomføres flere analyser på nettopp. Dette utvalget er for lite til å kunne dra konklusjoner. Samtidig hadde det vært spennende å gjennomføre undersøkelser på vanlige seriekamper og se forskjellen i perioder. Eventuelt intervjuet trenerteamet om taktiske endringer kan være en del av den forskjellen som oppstår mellom periodene, hvis den oppstår i det hele tatt. I disse simuleringskampene var det ingen taktiske endringer som ble gjort og spillerne fikk bare beskjed om å gå ut å spille. Derfor kan disse forskjellene i antall meter kanskje skyldes muskulær trøtthet og at den fysiske kapasiteten til spillerne ikke er god nok til å ha samme distanse hver periode. Miljømessige faktorer som endringer i kampbildet kan også påvirke antall meter. Kampene ble gjennomført tilnærmet likt med høy intensitet, men fra et subjektivt syn fra sidelinjen endret kampbildet seg konstant uten taktiske beskjeder fra trener. Ingen av spillerposisjonene har signifikante forskjeller i antall meter hver periode (Kapittel 4.3). Det betyr at disse forskjellene som vises i

Figur 3 kan være helt tilfeldig for dette utvalget. På bakgrunn av dette kan ingen generelle konklusjoner trekkes og videre undersøkelser må gjennomføres.

Figur 1 viser at D har noe lavere $PL \cdot \text{min}^{-1}$ enn de to andre posisjonene. Gjennomsnittlig $PL \cdot \text{min}^{-1}$ er signifikant forskjellig for D mellom både FWD og C (Tabell 1). Dette viser igjen tegn på at forsvarspillerne gjennomfører ishockeykamper i noe lavere intensitet og mindre belastning enn angriperne i dette utvalget. Det er signifikante forskjeller mellom angriperne og forsvarerne i noen av belastningsvariablene (Tabell 1). Om dette er likt i en normal seriekamp vites ikke og det kreves det mer forskning på. Det det kan vise er at belastningen til hele utvalget ikke er likt i et slikt design av treningskamp. I denne studien viser variablene EE og HIE ingen signifikante forskjeller mellom spillerposisjonene. Hvor disse terskelverdiene for EE og HIE skal gå er det ingen konsensus i litteraturen på.

Resultatene fra dette utvalget kan tyde på at angriperne trenger større gjentakende sprint kapasitet, mens forsvarere arbeider i større grad gjennom hele spekteret og trenger dermed å utvikle et solid grunnlag for å kunne tåle belastningen med å arbeide gjennom aerob og anaerob kapasitet (Douglas & Kennedy, 2020).

Di Salvo et al. (2009) viser at i fotball tilbakelegger midtbanespillerne større distanse enn forsvar og angrep. Den samme studien rapporterer også ingen forskjell mellom første og andre omgang i antall meter (Di Salvo, et al., 2009).

5.3 Variasjonskoeffisient

Den største individuelle variasjonen, CV_{within} , finner en i de øverste sonene, uavhengig av soneinndeling (Kapittel 4.2.1). En stor variasjon viser til at spillernes individuelle variasjon i mellom kampene kan være ganske stor i de øverste sonene uten at det trenger å være oppsiktsvekkende. Dette kan tilsa at det er stor individuell forskjell hos utøverne i utvalget på hvor fort spillerne beveger seg. I løpet av en sesong kan disse resultatene bety at analysene av hver enkelt kamp bør være åpen for en del variasjon fra kamp til kamp. For eksempel viser dette utvalget til at en forsvarspiller kan ha variasjoner på rundt 40% mellom antall meter i sprint-hastighet uten at det trenger å være urealistisk. Denne variasjonen viser at det bør gjøres individuelle undersøkelser i laggrupper for at belastningen og treningen skal tilrettelegges på best mulig måte. Videre forskning bør klare å relatere denne store variasjonen til faktorer som opplevd anstrengelse, restitusjonstid, mental helse og hvordan det påvirker prestasjon.

Med bare 3 soner ser det ut til at variasjonen for hver enkelt spiller er ganske lik i alle sonene (Kapittel 4.2.1). Variasjonen ligger mellom 9-12%, og det viser seg å være minst variasjon i

sone 1 (Tabell 12). De andre inndelingene gir mye større variasjon, spesielt i de øverste sonene (Tabell 10, 11). Med en inndeling på fire eller seks soner viser resultatene fra dette utvalget at en må tillate store variasjoner fra kamp til kamp i de øverste sonene. Hvorfor denne variasjonen er til stede er vanskelig å si. Kampene er gjennomført helt på samme måte, og de samme spillerne spiller mot de samme rekkene utenom et par bytter pga skader som nevnt tidligere. Allikevel gir det store variasjoner i høyhastighetsskøyting. Dette er et interessant utgangspunkt for videre undersøkelse med tanke på at variasjonskoeffisient kan være viktig for analyse av kamper og belastning. Variasjonskoeffisient kan brukes for å finne akseptable endringer fra kamp til kamp og videre forskning bør definere hva som er markant endring som må tas hensyn til eller ei.

Den inter-individuelle variasjonen, CV_{between} , viser i dette utvalget store forskjeller i de laveste og øverste sonene. C ser ut til å ha en ganske lik variasjon i alle sonene, uavhengig av inndeling. Dette kan komme av at det er et lite utvalg i denne posisjonen og det må gjennomføres mer analyse på spillere i denne posisjonen for å kunne finne mer valide resultat. Variasjonen synker parallelt med nedgang i antall soner (4.2.2). Med kortere intervaller mellom grensene og flere soner blir variasjonen mellom spillerne større. For de to posisjonene, D og FWD, ser fordelingen noe annerledes ut. Her er det stor variasjon i lav hastighet, mens variasjonen blir mindre i moderate hastigheter og øker betraktelig i de øvre hastighetssonene. Slike resultater kan vise at D og FWD posisjonene består av mye arbeid i de moderate hastighetssonene, men det kan ikke konkluderes uten større utvalg og flere analyser. Vigh-Larsen et al. (2020) rapporterer om noe lavere kollektiv variasjonskoeffisient på 24% i sprint sone, >24km/t. Dette kan komme av at den studien hadde et mer homogent utvalg, mens i studien som er gjennomført her er det store aldersforskjeller og nivåforskjeller. Ikke på de utøverne som var ikledd sporingsenhet, men de andre spillerne på banen påvirker også spillets gjennomføring.

Variabelen PL har en lav CV_{within} ($4\% \pm 2\%$) som viser intra-variasjon for utøverne, og dette viser at hver enkelt spiller har en ganske lik belastning gjennom alle kampene. I praksis kan det tyde på at slike simuleringskamper gir utøverne ganske lik belastning i hver kamp og det er liten variasjon mellom kampene. Belastningsvariabler som EE og HIE gir dog større variasjonskoeffisient. EE har gjennomsnittlig variasjonskoeffisient på 12% ($\pm 6\%$) og HIE på 9% ($\pm 4\%$). Det betyr at det er en individuell variasjon mellom spillerne på rundt 10%. En kan ikke se noe tydelig forskjell på variablene når en sammenligner spillerposisjon (Tabell 2). Det er ingen signifikant forskjell i belastningsvariabelen PL mellom periodene. Dette kan tyde på

at en slik kampgjennomføring gir ganske lik belastning for hele troppen. Det bør dog undersøkes nærmere med et utvidet utvalg og over flere kamper.

Den kollektive variasjonen mellom spillerne viser en større CV på 20-30% (4.1.1). Dette viser at en slik type kampgjennomføring gir variasjoner i belastning mellom spillerne i troppen. Tabell 2 viser en ganske markant større variasjon hos C enn de to andre posisjonene noe som er ganske interessant med tanke på at C og FWD har ganske like resultater i de andre analysene. For å undersøke om det faktisk er så mye variasjon mellom spillerne i denne posisjonen, eller at dette bare er tilfeldig for dette utvalget, må det gjøres flere undersøkelser på denne posisjonen.

5.4 Videre diskusjon

At intensiteten synker i løpet av kampen og mot slutten er blitt diskutert i gjennomgangen av kampene og arbeidet med oppgaven. Dette vites ikke konkret og trengs mer undersøkelse på. I dette utvalget er det signifikant forskjell i $PL \cdot \text{min}^{-1}$ mellom første og siste periode. Grunnen til dette kan komme av at spillerne ikke har kapasitet til å holde samme intensitet over lengre tid. I disse simuleringskampene var det ingen konkrete taktiske påvirkninger, så en tolkning av disse resultatene kan være at den fysiske kapasiteten ikke er stor nok til å holde $PL \cdot \text{min}^{-1}$ oppe i gjennom hele kampen. Det kan også være andre psykiske faktorer som spiller inn, som ikke er målt. Dette er uvisst. Stanula & Roczinok (2014) viser til at spillerne brukte mest tid i høyintensitetssoner i første periode. Denne andelen synker parallelt med kampens utvikling. Alle spillerne i studien til Douglas & Kennedy (2019) viste også tydelige fall i intensitet utover kampene i veldig hurtig og sprintsonene. Dette kan også komme av taktiske justeringer fra trener. Om et lag leder kamper kan laget bli styrt til å spille mer konservativt og kynisk, så intensiteten og antall lengre spurter synker uten at utmattelse er faktoren bak. Med lignende resultater i denne studien hvor gjennomføringen av kampene er uavhengig av taktikk kan det tyde på at spillernes evne til å opprettholde intensiteten i spillet kan være en begrensende faktor for prestasjon.

Belastningsvariablene som er undersøkt i denne studien, PL, EE, HIE og CoD, kan brukes for å måle belastning på utøverne. Utgangspunktet for treningshverdagen og formtopping kan ta utgangspunkt i disse variablene. EE viser ingen korrelasjon med de tre andre belastningsvariablene. Det betyr at disse resultatene kan tyde på at EE måler en annen type belastning enn PL, HIE og CoD. Dette kan forstås slik at det er hensiktsmessig å bruke denne variabelen i analyse av belastning. PL har en korrelasjon med både antall HIE og antall CoD.

Det betyr at disse variablene måler deler av det samme. For en trener kan det da være hensiktsmessig å velge PL som en annen belastningsvariabel ettersom disse tre måler noe av det samme. Det fører til at datamengden blir noe mindre og det blir færre verdier å forholde seg til. Med mindre datamengde vil det praktiske arbeidet forhåpentligvis bli noe enklere. Dog er det ikke en perfekt korrelasjon mellom CoD og PL, som kan tyde på at med et større utvalg hadde resultatene blitt annerledes. Resultatene kunne for så vidt også vært annerledes med større utvalg for HIE og PL, men her er korrelasjonen såpass tydelig. På bakgrunn av disse resultatene kunne det vært interessant å gjennomføre dypere undersøkelser på disse variablene for at det praktiske arbeidet skal bli optimalt. Her i disse undersøkelsene er det gjennomført bivariat korrelasjon, mens det kunne blitt brukt multippel regresjonsanalyse for å avdekke betydningen av kombinasjoner av de ulike variablene.

Det er tidligere funnet en sammenheng mellom maksimal oksygenopptak og kapasiteten til gjentagende sprint (Peterson et al., 2015). Slike resultater kan være interessante for trenere og hvordan de skal planlegge treningsarbeidet og hva som skal være fokusområdet i treningsarbeidet. Om et høyere oksygenopptak gjør at spillerne kan gjennomføre kampen oftere i høyere intensitetssoner bør trenere ta dette til etterretning.

Når vi tar PL relativt til spilletid, $PL \cdot \text{min}^{-1}$ kan vi sammenligne med tidligere studier gjort av Luteberget med kollegaer (2017). Hvor de har undersøkt $PL \cdot \text{min}^{-1}$ i håndball og gjennomsnittlig $PL \cdot \text{min}^{-1}$ var 8.82 ± 2.06 , noe som er litt høyere enn i dette utvalget (6.8 ± 1.3). Spilletiden er også lenger for håndballspillerne enn for ishockey, 33 minutter mot 21 minutter. Dette kan bety at for en håndballspiller så vil belastningen for kroppen målt gjennom PL være høyere enn for hockeyspillere totalt sett. Det er et interessant funn som kan være mulig å undersøke nærmere for å underbygge forskjellen mellom idrettens belastning. Videre diskusjon kan ta utgangspunkt i at ishockeyspillere er involvert i fysiske dueller med motstander og i vantet. Hvordan dette påvirker belastningen på kroppen er ikke målt i denne studien. Hvor krevende det er for kroppen sammenlignet med fysiske dueller i håndball vites ikke. Det hadde vært interessant å få gjort studier på, både eksplisitt påkjenningen det er på kroppen med fysiske dueller og den interne belastningen psykisk på spillerne.

Kontroll over utøvernes trening må ta hensyn til utøvernes eksterne belastning. Ekstern belastning er betegnelse på alt det gjennomførte arbeidet, både horisontalt og vertikal translasjon, samt rotasjon. Belastning er ofte målt i parametere som jogging, løping, hastighet eller meter. Denne belastningen må sammenlignes med utøvernes individuelle respons på arbeidet (Düking et al., 2016). Ofte brukte mål på belastning har vært total distanse i trening

eller konkurranse. Dette er et ganske stabilt mål og er mye brukt som skaleringsfaktor på tvers av studier og fagfelt (Malone et al., 2016). Gjennom utviklingen av teknologi og implementeringen av treghetssensorer, sporingsteknologi osv har idretten kunne svare på relevante hindringer som tidligere har vært til stede (Malone, et al., 2016).

5.5 Styrker og svakheter

Denne studien er gjennomført med et lokalt posisjoneringssystem som er validert i tidligere studier. I tillegg er det brukt i tidligere forskning (Luteberget, 2018; Douglas, 2019; Douglas & Kennedy, 2020). Det betyr at datagrunnlaget som er samlet inn for disse analysene er solid. Simuleringskampene ble gjennomført i tett samarbeid med Stavanger Oilers sitt trenersteam og er gjennomført med bakgrunn i hva de syntes var mest fornuftig. Simuleringskampene som ble gjennomført skulle være så homogene som mulig for å styrke datamaterialet. Ingen taktiske endringer i spillet gjør at de fysiske variablene som blir målt er mest mulig avhengig av spillernes fysiske kapasitet.

Det største problemet med denne studien er at utvalget er såpass lite og at det er få spillere i hver posisjon. Det gjør det vanskelig å kunne generalisere resultatene. Resultatene kan dog brukes som et utgangspunkt for videre diskusjon og forskning, og enkelte resultater adderer til tidligere publiserte resultater.

Den interne belastningen blir ikke tatt hensyn til i disse analysene. Dette er en stor del av totale belastningen og når det kun blir diskutert rundt den eksterne belastningen vil det føre at resultatene er mangelfulle. Det kan være et godt utgangspunkt for videre analyser og en bør kunne samle både intern og ekstern belastning i de samme analysene, for å se disse to faktorene som en felles totalbelastning og hvordan de påvirker hverandre.

5.6 Praktiske implikasjoner

Trenerens praktiske arbeid bør være hovedmålet til litteraturen og hvordan gjøre dette arbeidet best mulig. Litteraturen rundt nye teknologiske utviklinger for måling av posisjonsdata vokser (Malone, et al., 2015). Det er noe som trengs for at all denne nye teknologien skal kunne brukes på best mulig måte. Denne litteraturen som er tilgjengelig har en hovedvekt mot utendørsaktiviteter på grunn av begrensingen systemet har når det gjelder innendørs bruk (2.4.1). GNSS gjør det enklere å drive bevegelsesanalyser med bærbar teknologi ute enn inne. Gjennom nyere forskning, som er gjennomført i denne oppgaven og hele prosjektet til Olympiatoppen Sør-Vest, samt annen litteratur, som for eksempel Douglas (2019) og Luteberget (2018), får en større grunnlag både for videre forskning og for det praktiske arbeidet

for trenere og ledere. Fagfeltet får mer litteratur å støtte seg på og kan tilegne seg mer kunnskap for å optimalisere det praktiske arbeidet. På denne måten kan litteraturen bidra til å komme forbi ulike hindre som mangel på relevans for trenere og ledere (Gabbett, et al., 2017). For eksempel finnes det rapporter på at vertikal hopphøyde korrelerer positivt med topphastighet på isen (Mascaro et al. 1992). For en trener kan dette være et godt utgangspunkt for treningsarbeidet utenfor isen, for eksempel i styrkerommet eller i sesongoppkjøringen gjennom sommerhalvåret. Bevisstgjøring på betydningen av vertikal hopphøyde kan være med på å gjøre denne treningen mer meningsfull og relevant.

Observasjonsanalyser som er brukt i tidlig forskning på ishockey har både styrker og svakheter. Mange av disse svakhetene kan forbedres gjennom teknologi (Douglas, 2018). Den bærbare teknologien av sensorenheter plassert på utøverne gir mulighet for en objektiv måling av den interne og eksterne belastningen utøveren gjennomfører. Dette uten å bare støtte seg på observatørens subjektive evaluering. Observasjonsanalyser kan gi store forskjeller mellom studier bare på bakgrunn av hvem som er observatør, kalt inter-observatør-reliabilitet (Duthie et al., 2003; Dobson & Keogh, 2007). Bærbar teknologi har gitt idrettsverden muligheten til å måle og monitorere arbeidet som blir gjennomført på trening og i konkurranse (Chambers, et al., 2015). Det har blitt hevdet at LPS gjør at trenere kan få mer nøyaktig informasjon om posisjonsspesifikke krav i kampsituasjon og hvordan trening kan bli optimalisert (Douglas & Kennedy, 2020), samt at utviklingen av disse mikroenhetene gjør at fysiske krav og prestasjonskriterier i større grad kan bli synlig for utøvere og trenere (Chambers et al., 2015). Gjennom nyere forskning kan dette gjøre at ishockey kan kartlegge fysiske arbeidskrav og optimalisere det praktiske arbeidet.

Er forskjellen mellom spillerposisjoner noe trenere tar hensyn til? Vil dette påvirke den totale belastningen til utøvere som spiller i posisjoner hvor belastningen er stor? Blir disse spillerne oftere skadet? Disse spørsmålene krever dypere og mer omfattende undersøkelser, men for at treningsarbeidet og evalueringen skal bli best mulig bør dette bli belyst. I tillegg kan en også tenke at disse spillerne bør trene annerledes og mest mulig spesifikt. For et trenerteam kan en ta hensyn til dette i treningsarbeidet og undersøke om alle spillerne trener helt likt og hvordan dette eventuelt fører til belastningsforskjeller. Spesielt i perioder med mye kamper kan spillere med stor belastning i kamp trene litt roligere enn resten for å unngå skader. Poenget for toppidretten handler jo i stor grad om hvordan en kan optimalisere treningsarbeidet og prestasjon.

Spillerne i studien til Vigh-Larsen et al. (2020) gjennomførte rett over 100 eksplosive bevegelser gjennom kamp. Dette er lignende resultater som i denne studien, som kan tilsi at utøverne ligger på rundt 100 eksplosive involveringer gjennom en hel simuleringskamp. Om dette er overførbart til normale kamper er usikkert, men ut ifra studien til Stanula og Rocziok (2014) kan det være som nevnt tidligere noe lavere intensitet i normale kamper. Hvor denne forskjellen ligger, om det er antall EE, antall HIE eller andre faktorer som påvirker denne intensitetsforskjellen er uvisst.

Det som kan være utfordringene i det praktiske arbeidet med hastighetsgrenser er å bestemme hvor disse grensene skal gå. Hvor skal en trener sette grensene for at det skal være mest mulig fornuftig ut i fra det praktiske arbeidet og hvor det er mest relevant? Absolutte grenser som er like for hele gruppen gjør det enklere for trenere og undersøke hvor spillerne tilbakelegger flest meter. Derimot kan det føre til et noe unyansert bilde på den faktiske intensiteten for hver enkelt spiller (Lovell & Abt, 2009). Det må diskuteres og vurderes til hver enkelt gruppe. Skal gruppen jobbe ut i fra individuelle grenser? Da kreves det mer arbeid fra trenerteamet for å tilrettelegge disse grensene. Det finnes ulike måter å finne disse grensene på. Kanskje kan en samle posisjonsdata over tid for å finne makshastighet i konkurransesituasjon og regne ut grenser ut ifra det. Eventuelt kan en gjennomføre sprint-tester og finne maksfarten på denne måten.

Som nevnt tidligere i dette kapitlet er det store forskjeller på hvordan intensiteten fremstilles med ulike soneinndelinger. Med en 6-delt skala kan man tolke resultatene slik at nyansene i de øvrige sonene ikke ville kommet frem med færre soner. Variasjonen i sone 5, $>21\text{km/t}$, blir ganske tydelig (Tabell 10). Denne forskjellen forsvinner når vi setter sammen sone 2 og sone 3 fra den 6-delte skalaen til bare sone 2 i den 4-delte skalaen. Dette gjør at en inndeling med 4 soner vil gi en noe vag fremstilling av intensiteten. For å få litt konkrete retningslinjer kunne en satt opp en inndeling med et utgangspunkt som var en sammensetning av disse ulike grensene som er diskutert her. En kunne beholde de to første sonene for den 3-delteskalaen, men laget en ny sone 3 som bestod av intervallet $[18-21>\text{km/t}$. Til slutt kan en da beholde de to øverste sonene fra den 6-delte skalaen. Denne inndelingen ser ut til å ville gitt et nyansert bilde på intensitetsfordelingen.

Tidligere studier tyder på at individuelle grenser, med bakgrunn i den fysiske kapasiteten til hver enkelt spiller, kan være en mer nøyaktig måte å fremstille resultatene på (Gabbett, 2015; Lovell & Abt, 2015; Reardon et al., 2015), men dog kan det være enda mer krevende arbeid i praksis enn å sette absolutte grenser. Det betyr at trener eller leder for posisjonsdataene må ha mer kunnskap om hver enkelt spiller og hvordan håndtere denne type data. Ekstra innsyn i

utøvernes belastning og krav vil derfor være et resultat av individualisering av hastighetsgrenser basert på fysiologiske klassifikasjoner av intensitet. Utfordringen med hastighetsgrenser og intensitetssoner vil uansett være at det ikke er noe konsensus i litteraturen på hvor disse bør gå, enten for absolutte eller individuelle. Det kreves mer omfattende teori på akkurat dette. For at grupper skal kunne ta i bruk dette mest mulig effektivt bør det legges frem slik at aktuelle personer opparbeider seg kunnskap om hvordan det kan gjøres.

Kvantiteten av den litteraturen som er tilgjengelig på forskning som tar for seg ishockey med sensorteknologi er liten og forskning på ishockey med slik teknologi har ikke blitt gjort mye før Douglas (2019). Dette kan ha sammenheng med at det er en innendørsidrett hvor det tidligere har vært vanskelig å skaffe objektive data.

6. Konklusjon

For at det praktiske arbeidet skal kunne optimaliseres er det viktig at forskningen tar for seg relevante problemstillinger. En konsensus i litteraturen på hvordan hastighetssoner kan deles inn mest mulig fornuftig er veldig viktig for fremtidig arbeid. Hastighetssoner gir et godt bilde på intensitet og belastningen, men forskningen må gjøre det enklest mulig for de som skal bruke det i praksis. Den praktiske hverdagen bør være preget av å optimalisere treningen til hver enkelt. Med store forskjeller mellom spillerposisjoner bør dette tas hensyn til i det praktiske arbeidet. Totalbelastningen til hver enkelt spiller kan være veldig forskjellig innad i den samme spillergruppen. Det betyr at spillerne trenger ulik belastning og restitusjon over tid. Videre litteratur bør vise enda tydeligere hvor forskjellene ligger, og undersøke om disse er taktiske forskjeller avhengig av trenerens beskjeder eller om det er spillets natur. Det viser seg å være store inter- og intra-individuelle variasjoner innad i dette utvalget. Hvor denne variasjonen kommer fra er ikke undersøkt i denne studien. Det hadde vært interessant å se denne variasjonen i ekstern belastning i samspill med målinger av den indre belastningen.

Belastning og intensitet i ishockey preges av hyppige intensive bevegelser og store deler av hurtige skøytehastigheter. Intensiteten i ishockey kan kategoriseres i hastighetssoner. Det er viktig at antall soner ikke blir for få ettersom det gir et lite nyansert bilde. Analyse av intensitet krever god innsikt i høyhastighetssoner og det kan være fornuftig å ha flere kortere soner i det øvrige sjiktet. For å måle ekstern belastning på utøveren kan Player Load og antall eksplosive bevegelser fra Catapult Sports være et godt utgangspunkt. Retningsforandringer og høyintensive bevegelser vil gi mer data å håndtere, som kan gi ekstra tidsbruk.

Bibliografi

- Abt, G. & Lovell, Ric. (2009). The use of individualized speed and intensity thresholds for determining the distance run at high-intensity in professional soccer. *Journal of Sports Sciences*, 27(9), 893-898.
- Aughey, J. (2011). Applications of GPS Technologies to Field Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, 295-310. doi: 10.1123/ijsp.6.3.295
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Bishop D. (2008). An applied research model for the sport sciences. *Sport Medicine*. 38(3), 253-263.
- Borg, G. (1998). Borg's Perceived Exertion And Pain Scales. *Human Kinetics*.
- Boyd, L. J., Ball, K. & Aughey R. J. (2011) The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 6(3), 311-321.
- Burr, J. F., Jamnik, R. K., Baker, J., Macpherson, A., Gledhill, N., & McGuire, E. J. (2008). Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite-level ice hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1535–1543. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318181ac20>
- Burr, J. F., Jamnik, R. K., Dogra, S., & Gledhill, N. (2007). Evaluation of jump protocols to assess leg power and predict hockey playing potential. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1139–1145.
- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., & Reilly, T. (2008). The Role of Motion Analysis in Elite Soccer. *Sports Medicine*, 38(10), 839–862. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838100-00004>
- Chambers, R., Gabbett, T. J., Cole, M. H., & Beard, A. (2015). The Use of Wearable Microsensors to Quantify Sport-Specific Movements. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0332-9>
- Cox, M. H., Miles, D.S., Verde, T.J. & Rhodes, E. C. (1995). Applied physiology of ice hockey. *Sports Medicine* 19, 184–201.
- 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*, 43(10), 1025-42. [DOI: 10.1007/s40279-013-0069-2](https://doi.org/10.1007/s40279-013-0069-2)

- Dellaserra, C. L., Gao, Y., & Ransdell, L. (2014). Use of Integrated Technology in Team Sports: A Review of Opportunities, Challenges, and Future Directions for Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2), 556–573.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachi, N. & Pigozzi, F. (2007). Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227. doi: 10.1055/s-2006-924294
- Dobson, B. P., & Keogh, J. (2007). Methodological issues for the application of time-motion analysis research. *Strength and Conditioning Journal*, 29(2), 48.
- Douglas, A (2019). *The applied use of wearable technology in elite female ice hockey*. (Doktoravhandling). York University, Toronto.
- Douglas, A. S. & Kennedy, C. R. (2020). Tracking In-Match Movement Demands Using Local Positioning System in World-Class Men’s Ice Hockey. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 639-646.
- Duthie, G., Pyne, D., & Hooper, S. (2003). The reliability of video based time motion analysis. *Journal of Human Movement Studies*, 44(3), 259–271.
- Dükling, P., Hotho, A., Holmberg, H. C., Fuss, F. K., & Sperlich, B. (2016). Comparison of noninvasive individual monitoring of the training and health of athletes with commercially available wearable technologies. *Frontiers in Physiology*, 7(71). <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00071>
- Farlinger, Kruisselbink & Fowles. (2007). Relationships to skating performance in competitive hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 915-922. [DOI: 10.1519/R-19155.1](https://doi.org/10.1519/R-19155.1)
- Feltz, D. L. (2007). *Self-confidence and sports performance*. I D. Smith & M. Bar-Eli (Red.), *Essential readings in sport and exercise psychology* (1 utg., s. 278–294). Human Kinetics.
- Foster C, Florhaug J. A., Franklin J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ..., Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 15(1), 109–115. [doi:10.1519/00124278-200102000-00019](https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019)
- Frencken, W. G. P., Lemmink, K. A. P. M., & Delleman, N. J. (2010). Soccer-specific accuracy and validity of the local position measurement (LPM) system. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(6), 641–645. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.04.003>

- Gabbett, T. J. (2015). Use of Relative Speed Zones Increases The High-Speed Running Performed in Team Sport Match Play. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3353-3359. [DOI:10.1519/JSC.0000000000001016](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001016)
- Gjerset, A., Raastad, T. & Nilsson, J. (2015). Grunnleggende treningsprinsipper. I A. Gjerset (Red.), *Idrettens treningslære* (2, 1, 27-56). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- 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.
- Green, M.R., Pivarnik, J.M., Carrier, D.P., Womack, C.J (1993). Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a National Collegiate Athletic Association Division I hockey team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2006, 20, 43–46.
- Halson S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(2), 139–147. doi:10.1007/s40279-014-0253-z
- Halson, S.L., Peake, J. M., & Sullivan, J. P. (2016). Wearable technology for athletes: information overload and pseudoscience? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11, 705–706.
- Heale, R. & Twycross, A. (2015). Validity and reliability in quantitative studies. *The BMJ*, 18(8), 66-67. DOI: 10.1136/eb-2015-102129
- Hodder, R. W., Ball, K. A. & Serpiello, F. R. (2020). Criterion Validity of Catapult ClearSky T6 Local Positioning System for Measuring Inter-Unit Distance. *Sensors*, 20 (3693). doi:10.3390/s20133693
- Jackson, J., & Gervais, P. (2016). Movement Characteristics and Heart Rate Profiles Displayed by Female University Ice Hockey Players. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 4(1). <https://doi.org/10.7575/aiac.ijkss.v.4n.1p.43>
- Jaspers, A., De Beèck, T. O., Brink, M. S., Frencken, W. G. P., Staes, F., Davis, J. J. & Helsen, W. F. (2017). Relationships Between Training Load Indicators and Training Outcomes in Professional Soccer. *Sports Medicine*, 47(3), 533-544. DOI:10.1007/s40279-016-0591-0
- Lau, S., Berg, K., Latin, R. W., & Noble, J. (2001). Comparison of active and passive recovery of blood lactate and subsequent performance of repeated work bouts in ice hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 367–371.
- Leser, R., Baca, A. & Ogris, G. (2011). Local Positioning Systems in (Game) Sports. *Sensors*, 11(10), 9778-9797 <https://doi.org/10.3390/s111009778>

- Leser, R., Schleindlhuber, A., Lyons, K., & Baca, A. (2014). Accuracy of an UWB-based position tracking system used for time-motion analyses in game sports. *European Journal of Sport Science*, 14(7), 635–642. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.884167>
- Lignell, E., Fransson, D., Krustup, P. & Mohr, M. (2018). Analysis of High-Intensity Skating in Top-Class Ice Hockey Match-Play in Relation to Training Status and Muscle Damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(5), 1303–1310.
- Lovell, R. & Abt, G. (2009). The use of individualized speed and intensity thresholds for determining the distance run at high-intensity in professional soccer. *Journal of Sports Sciences* 27(9):893-898. DOI: 10.1080/02640410902998239
- 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.* (Doktorgradsavhandling). Norges idrettshøyskole, Oslo.
- 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
- Luteberget, L. S & Gilgien, M. (2020). Validation methods for global and local positioning-based athlete monitoring systems in team sports: a scoping review. *BMJ Open Sports & Exercise Medicine*. <http://dx.doi.org/10.1123/ijspp.2015-0641>
- 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* (Doktoravhandling). Norges idrettshøyskole, Oslo.
- Luteberget, L. S., & Spencer, M. (2017). High Intensity Events in International Female Team Handball Matches. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, 56–61. doi: 10.1123/ijspp.2015-0641
- Luteberget, L. S., Holme, B. R., & Spencer, M. (2018). Reliability of Wearable Inertial Measurement Units to Measure Physical Activity in Team Handball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(4), 467-473. doi: 10.1123/ijspp.2017-0036
- Magalhaes, F. A. D., Vannozzi, G., Gatta, G., & Fantozzi, S. (2015). Wearable inertial sensors in swimming motion analysis: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 33(7), 732– 745.
- Malone, J. J., Lovell, R., Varley, M. C., & Coutts, A. J. (2016). Unpacking the Black Box: Applications and Considerations for Using GPS Devices in Sport. *International*

Journal of Sports Physiology and Performance, 1–30.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0236>

- 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*, 15(2).
- Michalsik, L. B., Aagaard, P., & Madsen, K. (2013). Locomotion Characteristics and Match-Induced Impairments in Physical Performance in Male Elite Team Handball Players. *International Journal of Sports Medicine*, 34(7), 590–599.
<https://doi.org/10.1055/s-0032-1329989>
- Muthukrishnan, K. (2009). Multimodal localisation: analysis, algorithms and experimental evaluation. University of Twente, Netherlands.
- N. Balagué, N., Torrents, C., Hristovski, R. & J. A. S. Kelso, J. A. S. (2017). Sport science integration: An evolutionary synthesis. *European Journal of Sports Science* 17(1), 51-62. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1198422>
- Nielsen, R. O., Bertelsen, M. L., Møller, M., Hulme, A., Windt, J., Verhagen, E., Mansournia, M. A., Casals, Parner, E. T. (2018) Training load and structure-specific load: applications for sport injury causality and data analyses. *British Journal of Sports Medicine*, 52(16), 1016-1017.
- Nightingale, S. & Douglas, A. (2018). Ice Hockey. I A. Turner (Red., *Routledge Handbook of Strength and Conditioning* (157-177). London: Routledge.
- Norges Ishockeyforbund. (20. september, 2020). Regelboken 2018-2022. Hentet fra: <https://www.hockey.no/contentassets/5a0d7de40924418fa1d459aecba7387d/20-21/spilleregler-ishockey.pdf>
- Ogris, G., Leser, R., Horsak, B., Kornfeind, P., Heller, M., & Baca, A. (2012). Accuracy of the LPM tracking system considering dynamic position changes. *Journal of Sports Sciences*, 414(June), 1–9. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.712712>
- Passos, P., Araújo, D. & Volossovitch, A. (2017). *Performance Analysis in Team Sports* (1. utg). London: Routledge.
- Petersen, C. J., Pyne, D., Dawson, B., Portus, M., & Kellett, A. (2010). Movement patterns in cricket vary by both position and game format. *Journal of Sports Sciences*, 28(1), 45–52.
- Peterson B. J, Fitzgerald J.S. ... & Snyder, E. M. (2015) Aerobic capacity is associated with improved repeated shift performance in hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29(6), 1465–1472. doi: 10.1519/JSC.0000000000000786.

- Peyer, K. L., Pivarnik, J. M., Eisenmann, J. C., & Vorkapich, M. (2011). Physiological characteristics of National Collegiate Athletic Association Division I ice hockey players and their relation to game performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1183–1192. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318217650a>
- Ransdell, L. B., & Murray, T. (2011). A physical profile of elite female ice hockey players from the USA. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2358–2363. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822a5440>
- Reardon, C., Tobin, D. P. & Delahunt, E. (2015). Application of Individualized Speed Thresholds to Interpret Position Specific Running Demands in Elite Professional Rugby Union: A GPS Study. *Plos One*, 10(7). doi: [10.1371/journal.pone.0133410](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133410)
- Rhodes, J., Mason, B., Perrat, B., Smith, M., & Goosey-Tolfrey, V. (2014). The validity and reliability of a novel indoor player tracking system for use within wheelchair court sports. *Journal of Sports Sciences*, 414(January 2015), 1–9. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.910608>
- Ritchie, C. (2012). Rating of Perceived Exertion (RPE). *Journal of Physiotherapy*, 58, 62.
- Sathyan, T., Shuttleworth, R., Hedley, M., & Davids, K. (2012). Validity and reliability of a radio positioning system for tracking athletes in indoor and outdoor team sports. *Behavior Research Methods*, 44, 1108–1114. <https://doi.org/10.3758/s13428-012-0192-2>
- Schutz, Y. & Chambaz, A. (1997). Could a satellite-based navigation system (GPS) be used to assess the physical activity of individuals on earth? *European Journal of Clinical Nutrition*, 51(5), 338–339. doi: 10.1038/sj.ejcn.1600403.
- Seliger, V., Kostka, V., Grusová, D., Kovác, J., Machovcová, J., Pauer, M., ... Urbánková, R. (1972). Energy expenditure and physical fitness of ice-hockey players. *Internationale Zeitschrift Für Angewandte Physiologie, Einschliesslich Arbeitsphysiologie*, 30(4), 283–291. doi: 10.1007/BF00696119.
- Serpiello, F. R., Hopkins, W. G., Barnes, S., Tayrou, J., Duthie, G. M., Aughey, R. J. & Ball, K. (2017). Validity of an ultra-wideband local positioning system to measure locomotion in indoor sports. *Journal of Sports Science*, 36(15), 1727-1733. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1411867>
- Smith, D. J. (2003). A framework for understanding the training process leading to elite performance. *Sports Medicine*, 33, 1103-1126. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333150-00003>

- Stanula, A & Roczinok, R. (2014). Game Intensity Analysis of Elite Adolescent Ice Hockey Players. *Journal of Human Kinetics*, 44, 211-221. [DOI:10.2478/hukin-2014-0126](https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0126)
- Stanula, A., Rocznik, R., Maszczyk, A., Pietraszewski, P., & Zajac, A. (2014). The role of aerobic capacity in highintensity intermittent efforts in icehockey. *Biology of Sport*, 31(3), 193–199. <https://doi.org/10.5604/20831862.1111437>
- Stevens, T. G. A., De Ruiter, C. J., Van Niel, C., Van De Rhee, R., Beek, P. J., & Savelsbergh, G. J. P. (2014). Measuring acceleration and deacceleration in soccerspecific movements using a local position measurement (lpm) system. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 446–456. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2013-0340>
- Strandbu, Å., Gulløy, E., Andersen, P. L., Seippel, Ø. & Dalen, H. B. (2017). Ungdom, idrett og klasse: Fortid, samtid og framtid. *Norsk sosiologisk tidsskrift*, 2(1). DOI: 10.1080/13573322.2019.1573421
- Twist, P., & Rhodes, T (1993). A physiological analysis of Ice Hockey positions. *National Strength and Conditioning Journal*, 15, 44–46.
- Vigh Larsen, J. F., Ermidis, G., Rago, V., Randers, M. B., Fransson, D., Nielsen, J. L., ... Mohr, M. (2020). Muscle metabolism and fatigue during simulated ice hockey match-play in elite players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(10), 2162-2171. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002370
- Wik, E. H., Luteberget, L. S. & Spencer, M. (2017). Activity profiles in international women`s team handball using Player Load. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(7), 934-942. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0732>
- Wilson, K., Snydmiller, G., Game, A., Quinney, A., & Bell, G. (2010). The development and reliability of a repeated anaerobic cycling test in female ice hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 580–584. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ccb1a1>

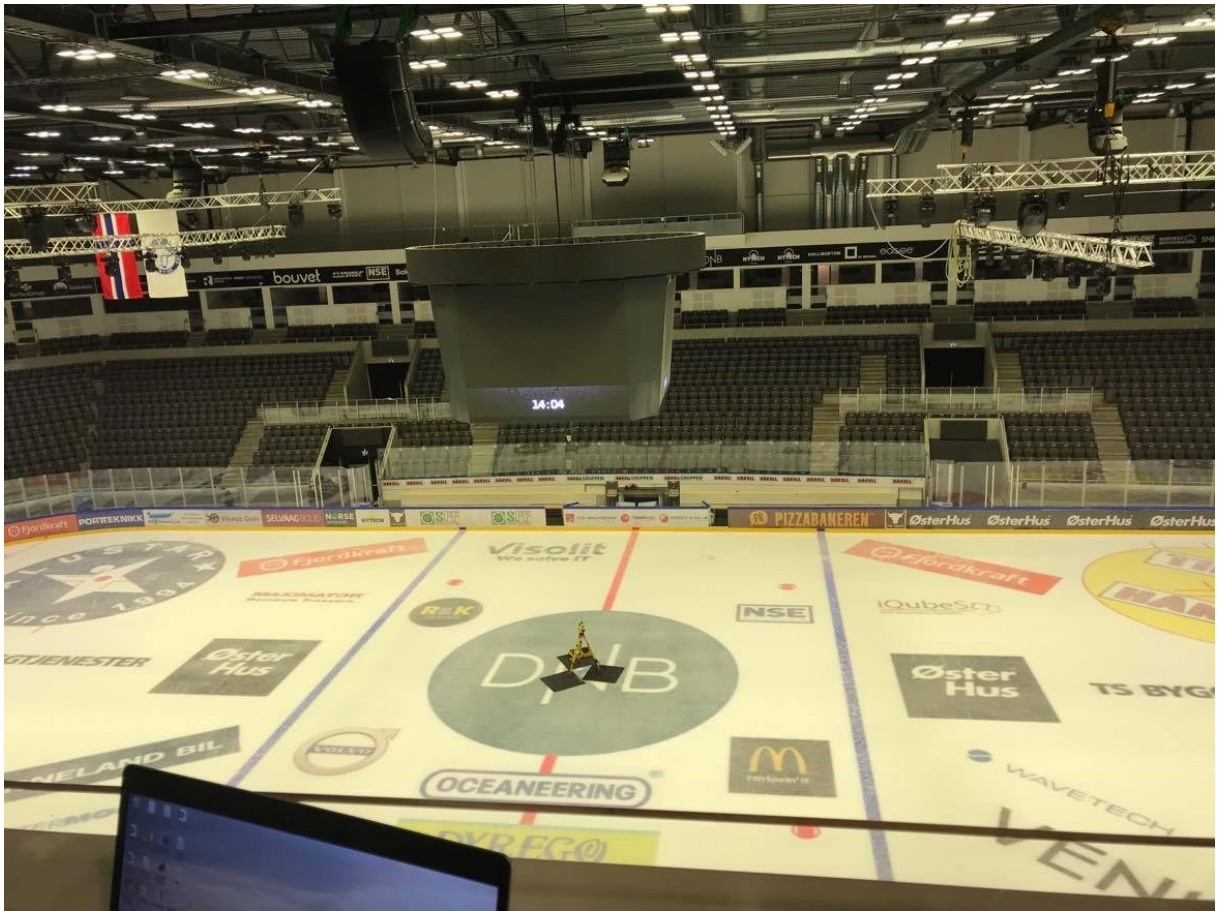
Vedlegg 1. Belastning

Belastningsvariabler sortert etter posisjon med gjennomsnitt og SD. Hentet gjennomsnitt av kampene for hver individuelle spiller, for hele utvalget samlet og for hver posisjon.

| Posisjon | Total Player Load | Explosive Efforts | HIE | CoD (IMA) | PL*min ⁻¹ | Total distanse |
|--------------|-------------------|-------------------|----------|-----------|----------------------|----------------|
| C | 153 (2) | 105 (12) | 288 (29) | 247 (22) | 7,4 (0,2) | 5242 (122) |
| C | 113 (3) | 63 (10) | 177 (23) | 136 (21) | 5,5 (0,2) | 5528 (258) |
| C | 204 (6) | 145 (8) | 351 (20) | 263 (14) | 9,8 (0,4) | 5150 (105) |
| D | 127 (9) | 91 (4) | 237 (42) | 197 (29) | 6,1 (0,7) | 4362 (136) |
| D | 156 (9) | 96 (20) | 283 (34) | 239 (29) | 7,6 (0,5) | 4984 (128) |
| D | 110 (4) | 54 (8) | 156 (12) | 112 (9) | 5,4 (0,4) | 4217 (29) |
| D | 125 (2) | 88 (11) | 248 (21) | 193 (14) | 6,1 (0,3) | 4542 (298) |
| D | 133 (4) | 89 (17) | 246 (15) | 189 (12) | 6,2 (0,4) | 5117 (98) |
| D | 134 (9) | 75 (12) | 202 (32) | 161 (28) | 6,4 (0,5) | 4657 (161) |
| FWD | 109 (2) | 96 (10) | 241 (20) | 194 (17) | 5,3 (0,3) | 4685 (182) |
| FWD | 161 (5) | 133 (13) | 354 (21) | 290 (21) | 7,7 (0,3) | 5238 (106) |
| FWD | 133 (9) | 101 (13) | 242 (18) | 192 (15) | 6,6 (0,6) | 4939 (216) |
| FWD | 141 (8) | 144 (10) | 340 (14) | 298 (14) | 6,8 (0,4) | 6097 (114) |
| FWD | 192 (3) | 151 (5) | 332 (4) | 256 (15) | 9,4 (0,6) | 5572 (150) |
| FWD | 156 (6) | 85 (18) | 230 (23) | 172 (19) | 7,3 (0,4) | 4894 (143) |
| Gjennomsnitt | 143 (5) | 101 (11) | 262 (22) | 209 (19) | 6,9 (0,4) | 5015 (150) |
| SD | 28 (3) | 30 (5) | 62 (9) | 55 (6) | 0,4 (0,1) | 494 (67) |
| D | 121 (6) | 103 (12) | 222 (26) | 182 (20) | 7,1 (0,8) | 4647 (142) |
| FWD | 149 (6) | 118 (12) | 290 (17) | 234 (17) | 7,5 (1,3) | 5238 (152) |
| C | 157 (4) | 104 (10) | 272 (24) | 215 (19) | 6,3 (1,9) | 5307 (162) |

Vedlegg 2. Kalibrering av LPS med tachymeter.





Vedlegg 3 Kopi av søknad til NSD

NSD sin vurdering

Prosjekttittel

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 ernring

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

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 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 også samtykker til behandlingen

formalsbegrensning (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

Sa lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: apenhet (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 radføre dermed 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)