

Er det en sammenheng mellom en kraft-hastighetsprofil målt i lab og en kraft-hastighetsprofil målt med GPS på fotballbanen?

Bernt Aker Roligheten Støvland

VEILEDERE

Thomas Bjørnsen og Kolbjørn Lindberg

Universitetet i Agder, 2021

Fakultet for helse- og idrettsvitenskap

Institutt for idrettsvitenskap og kroppsøving

Sammendrag

Introduksjon: God fysisk kapasitet er svært nødvendig for å kunne prestere og lykkes i fotball. Kapasiteten til fotballspillere er stadig i utvikling. Denne utviklingen har de siste årene økt kraftig. Hensikten med denne undersøkelsen er å finne sammenhengen mellom kraft-hastighetsprofilering fra lab og felt (GPS). Kan man slippe å måtte bruke mye penger og tid på testing i lab når man kan få samme resultat fra GPS data?

Metode: Det ble gjennomført en tverrsnittstudie på mannlige topp- og semiprofesjonelle fotballspillere (A-lag n=27 og B-lag n=17, totalt n=44). Testing besto av 30m sprint med fotoceller, laser og beinpress for å få en kraft-hastighetsprofil fra utøverne. GPS data ble hentet inn fra en 9 ukers periode der utøverne brukte Catapult-enheter som målte aktivitet fra trening og kamp.

Resultater: Det ble funnet flere signifikante sammenhenger mellom GPS og testing på lab med de ulike variablene (V_0 , F_0 , P_{max} , S_{fv} og maksimal hastighet i sprint).

Det ble funnet flere signifikante sammenhenger mellom disse variablene på tvers av metoder. V_0 korrelerte fra $r=0,45$, $p=0,04$ til $r=0,55$, $p=0,01$. F_0 : $r=0,66$, $p=0,01$ til $r=0,55$, $p=0,01$. P_{max} : $r=0,73$, $p=0,001$ til $r=0,86$, $p=0,001$. S_{fv} : $r=0,55$, $p=0,01$ til $r=0,70$, $p=0,001$. Maksimal hastighet i sprint: $r=0,64$, $p=0,001$ til $r=0,70$, $p=0,001$.

Konklusjon: Funnene i denne studien baserte seg på spørsmålet om sammenhengen mellom prestasjon på GPS og lab testing viste signifikant sammenheng. Resultatet viser at det er flere variabler. Dette tyder på at det vil være mulig å kunne få informasjon om spillerens KH-profiler fra GPS uten å måtte gjennomføre en slik test i lab.

Nøkkelord: Kraft-hastighetsprofilering, GPS, beinpress og sprint.

Forord

Idrett har hatt en stor betydning for meg gjennom hele oppveksten og i ungdomsårene. Etter nå 5 år som student i idrettsvitenskap har jeg lært å anvende den kunnskapen jeg har fra før inn i teoriene jeg har lært underveis i studiet. Mine to år som masterstudent ved Universitetet i Agder har bydd på år med bratt læringskurve, mange utfordringer, erfaringer, men også mye mestring

Arbeidet med denne masteren har vært en krevende prosess fra start til slutt. Skrivesperre, motivasjon, Covid 19 og lange dager. Men det har alltid vært et lys i enden av tunellen. Universitetet i Agder har gitt medelever og meg muligheten til å delta i dette prosjektet som testledere og forskerassistenter ved testing av Oilers Ishockey. Dette er noe jeg har vært veldig takknemlig for å få muligheten til og det har også gjort oss til eksperter på testing i labb og i felt på dette området

Vil først rekke en takk til IK Start som ble med på denne undersøkelsen, til tross for alle retningslinjene som måtte følges på grunn av Covid-19. Jeg ønsker å rekke en stor takk til mine veiledere Thomas Bjørnsen og Kolbjørn Lindberg som har hjulpet meg gjennom denne prosessen. En videre takk til min kjære tvillingsøster Kathrine Roligheten Støvland for støtte og korrekturlesing og ikke minst min kjære samboer, Marlene Stiansen for tålmodighet, hjelpsomhet og støtte under denne prosessen.

Bernt Aker Roligheten Støvland

Universitetet i Agder, mai 2021

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	3
Forord.....	4
1 Introduksjon	7
1.1 Hensikt.....	8
1.2 Problemstilling.....	8
1.2.1 Hypotese	8
2 Teori	9
2.1 Arbeidskrav i fotball.....	9
2.2 Styrke, hurtighet og spenst.....	11
2.2.1 Styrke	11
2.2.2 Faktorer som påvirker muskelstyrke.....	13
2.2.3 Hurtighet og spenst	14
2.2.4 Kraft-hastighetsprofilering (KH)	16
2.3 GNSS-System.....	19
2.3.1 GPS i idrett	20
2.3.2 GPS i fotball.....	21
2.4 Sammenheng mellom fysiske tester og fysisk prestasjon i kamp	22
2.5 Oppsummering.....	24
3 Metode.....	25
3.1 Forsøkspersoner	25
3.2 Studiedesign.....	26
3.3 Testprotokoll.....	26
3.3.1 Sprint 30m.....	26

3.3.2 Keiser, beinpress	27
3.4 Datainnsamling.....	28
3.4.1 Tester	28
3.4.2 Catapult-enheter	28
3.4.3 Databehandling og analyse.....	29
3.4.4 Statistisk analyser.....	31
4 Resultater	32
4.1 Maksimal hastighet (V_0)	32
4.2 Maksimal kraft (F_0).....	33
4.3 Maksimal power (P_{max})	34
4.4 Stigningskurve av KH-Forhold (S_{fv}).....	35
4.5 Maksimal hastighet i sprint.....	36
5 Diskusjon.....	38
5.1 Metodediskusjon	38
5.1.1 Tester og målinger.....	38
5.1.2 GPS/Catapult.....	40
5.2 Resultatdiskusjon	41
5.2.1 Kraft-hastighetsprofilering	41
5.2.2 Kraft-hastighetsprofilering med GPS	41
5.2.3 Kraft-hastighetsprofilering i beinpress	43
5.2.4 KH-profilering i sprint	44
6 Konklusjon.....	47
7 litteraturliste	48

1 Introduksjon

For å lykkes som fotballspiller på det øverste nivået internasjonalt kreves det en rekke faktorer. Tekniske, taktiske, psykologiske og sosiale. I fotball finnes det flere ulike posisjoner og arbeidsoppgaver som stiller ulike krav til de forskjellige spillerne. Arbeidskravene som kreves i fotball er i stadig utvikling. Fra Bush (2015) ble det gjennomført en analyse fra sesongen 06/07 frem til 13/14 for å se om det ville være økning av antall sprinter. Premier League sesongen 06/07 ble det sprintet i gjennomsnitt 31 ganger, kontra 12/13, hvor de sprintet 67 ganger i gjennomsnitt (Bush, Barnes, Archer, Hogg, & Bradley, 2015). Antall sprinter har da en økning på hele 85% fra 06/07 til 12/13 sesongen. Dette viser at utvikling i fotball stadig er øker.

Fotballsesongene er lange og krevende. Utøverne spiller de i den hjemlige ligaen, cuper og for dem som ligger i det øverste sikte i Europa spiller Europa League eller Champions League. Dermed vil lag som er de beste i Spania og England spille opp imot 65-76 kamper per sesong (Ekstrand, Waldén, & Hägglund, 2004). Som man skjønner vil det være krevende å kunne utvikle de fysiske egenskapene gjennom en sesong da det er mange kamper, reiser og i sesong pausene så skal spillere ofte hvile. Det vil derfor være vanskelig å få til fysiske tester for å se hvordan spillere ligger an i forhold til andre og kanskje der man bør ligge.

Det finnes et alternativ for å kunne undersøke og overvåke spillernes totale belastning og fysiske prestasjon, og om det kan endre seg over tid. Ved bruk av Global Navigation Satellite Systems (GNSS), vil man få frem aktivitetsdata med mange variabler fra trening og kamp via en sensor spillerne bruker. Denne metoden har blitt brukt siden 1997 og det har blitt vanlig praksis i mange klubber som ønsker å overvåke og analysere den fysiske prestasjon i kamp og i trening (Scott, Scott, & Kelly, 2016). Det har vært økende bruk av denne type teknologi for å få en bedre forståelse av den fysiske prestasjonen i fotball, hva som kreves i konkurranse og den totale belastningen spillerne utsettes for.

For å kunne drive med lab testing og for å kunne måle det man ønsker så kreves det ressurser, tid og riktig utstyr. Dette er også en kostbar prosess, der ikke alle klubber eller utøvere har mulighet til dette.

I Studien til Morin (2020) kommer det fram at nøkkelen til prestasjon i fotball ligger i mekanismen i sprint. Dette er med på å hjelpe til talentidentifisering, utvikling av spillere, overvåking av belastning og i form av skadebehandling for å få spillerne tilbake til konkurranse (Jean-Benoit Morin et al., 2020). Som kjent er det brukt mye testing på lab på lineære sprinter for å se på kraft-hastighets (KH) profiler og akselerasjonshurtighet, men ved slike tester så kreves det spesifikke anstrengelser og bevegelse som ikke er spesifikke for fotballspillere. Det er ikke ofte en sprint i fotball er lineær i 30m uten noe form for retningsforandringer eller at dem starter stillestående som de ville gjort på en 30m sprint test på lab (Jean-Benoit Morin et al., 2020). Det er derfor blitt presentert en metode for å finne spillernes akselerasjonshurtighet «in situ», som vil si at man bruker data fra GNSS der man har samlet data fra flere fotballøkter uten noe spesielle tester på disse øktene (Jean-Benoit Morin et al., 2020). I denne studien samlet dem inn rå data fra sprint på 16 profesjonelle mannlige fotballspillere over flere økter. For hver 0,2m/s økning i hastighet fra 3m/s opp til den individuelle topphastigheten som ble nådd, ble den maksimale akselerasjonsutgangen beholdt for å kunne skape en lineær akselerasjons profil. Resultatene i denne studien viste at lineære akselerasjonshurtighet profiler for alle spillerne som tillot å ekstrapolere den teoretiske maksimale hastigheten og akselerasjonene som utøverens maksimale kapasitet. Det ble observert god pålitelighet mellom akselerasjon profilene som ble bestemt med to ukers mellomrom for spillerne som ble testene (Jean-Benoit Morin et al., 2020).

1.1 Hensikt

Hensikten med denne studien var å se på om man vil kunne få informasjon om spillerens KH-profil fra GPS uten å måtte gjennomføre fysiske tester i lab.

1.2 Problemstilling

Er det en sammenheng mellom en kraft-hastighetsprofil målt i lab og en kraft-hastighetsprofil målt med GPS på fotballbanen?

1.2.1 Hypotese

H0: Det er ingen sammenheng mellom kraft-hastighetsprofil på lab og kraft-hastighetsprofil fra GPS

H1: De som har bedre kraft-hastighetsprofil på lab, har også bedre kraft-hastighetsprofil fra GPS.

2 Teori

2.1 Arbeidskrav i fotball

Arbeidskrav og det å skulle kunne lykkes som en fotballspiller på det øverste nivået så stilles det høye krav til deg som utøver. Det kreves en rekke ferdigheter og egenskaper som skiller deg fra utøvere på samme, høyere og lavere nivå. Enkelte idretter som innebærer å komme seg raskest fra A til B, er reglene ganske så klare eller utøvere som driver med hopp og skal hoppe høyest mulig. Fotball er en krevende idrett som flere og mer omfattende midlertidige krav enn andre idretter. Dette vil gjøre det utfordrende å kunne finne en fasit som gjør at alle kan lykkes (Ajmal Ali, 2011). Fotballspillere vil kunne kompensere for svakheter med styrker (Stølen, 2005), et eksempel her kan være at en spiller kompensere for dårlige utholdenhet med spillforståelse, da å løpe smart enn langt og unødvendig. Det å skulle utmerke seg på samtlige områder og i tillegg kunne kombinere de ulike ferdighetene en spiller, innehar skal kunne avgjøre om en spiller lykkes eller ikke (Meylan, Cronin, Oliver, & Hughes, 2010). Det finnes likevel studier som viser til en rekke ferdigheter en fotballspiller bør ha for å lykkes (Ajmal Ali, 2011; Stølen, 2005). For at man skal kunne forstå hvordan man skal kunne identifisere fotballspillerne med størst potensial så bør man vite hvilke krav som stilles til idretten.

Fotball er en kompleks idrett i forhold til hva som kreves av den. Fotball blir påvirket av fysiske, psykiske, taktiske og tekniske faktorer. De fysiske kravene fotball stiller spillet på en lav intensitet. Den viktigste delen av spillet, der man skal score mål vil deler bli gjennomført med eksplosiv innsats med en høy intensitet (Paul & Nassis, 2015). Desto høyere nivå man spiller på, desto høyere krav vil det stilles høyere krav. Som nevnt tidligere ville dette være et godt eksempel på den spanske og engelske ligaen som kan ha opp mot 65-67 kamper per sesong (Ekstrand et al., 2004). I spillets gang vil intensiteten være både høy og lav gjennom hele kampen, som nevnt over hvor det er stort sett er start og stopp i spillet.

En fotballkamp varer normalt i 90 minutter og det kan komme tillegg. Dermed bør fotballspillere inneha et høyt nivå av både aerob og anaerob kapasitet for å kunne gjennomføre kamper på dette nivået (Hoff, 2005; Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2003). Som nevnt over så stilles det enorm mange krav til fotballen, intensitet, eksplosivitet, utholdenhet og spillforståelse. Og så skal alt dette koordineres sammen i løpet av en kamp på bare 90 minutter.

Aerob kapasitet

Den aerobe kapasiteten er et svært viktig krav for toppfotballspillere, og det er stadig økende (Casajús, 2001; Wisloeff, Helgerud, & Hoff, 1998). I Gjennomsnitt så vil en utespiller løpe mellom 10-12 kilometer per kamp, mens en keeper ligger på rundt 4 kilometer (Stølen, 2005). Tretthet kan være en faktor for at fotballspillere vil gjøre personlige feil. Dette kommer gjerne i slutten av kampen og er som oftest der de fleste målene også kommer (Ajmol Ali et al., 2007).

Anaerob kapasitet

Den anaerobe kapasiteten kan være et viktig utfall og være avgjørende i en fotballkamp. Dette fordi det oftest skåres mål i slutten av en kamp, som nevnt over (Ajmol Ali et al., 2007; Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000). Toppfotballspillere utøver mellom 1000 og 1400 gjentatte bevegelser per kamp, det er også anslått at fotballspillere gjør en retningsforandring hvert fjerde sekund (Rienzi, Drust, Reilly, Carter, & Martin, 2000).

Tekniske krav er noe av det avgjørende for å kunne lykkes som en toppfotballspiller (Unnithan et al., 2017). Det vises at lag som har en høyere del av ballbesittelse og treffsikkerhet på pasninger og da i tillegg antall pasninger, skudd og skudd på mål ser ut til å være positivt assosiert med (Collet, 2013). For at man skal kunne håndtere en fotball i krevende situasjoner både med og uten press og fordi øvelser eller situasjoner er utfordrende i seg selv, er det en forutsetning at spillere på det øverste nivået vil kunne besitte av et høyt nivå av teknikk (Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts, & Wisløff, 2009).

Taktiske kunnskaper og ferdigheter er det som handler om å være taktisk forberedt til konkurranse (Carling, Williams, & Reilly, 2005). Selve taktiske ferdigheter vil handle om å kunne ta riktige valg til rett tid. Et eksempel kan være stressende situasjoner i en fotballkamp der man vil få mange valg, men den ene er mer rett enn den andre (Gréhaigne & Godbout, 1995).

Psykologiske krav. Det å skulle klare å nå hele veien til topp som en fotballspiller på elitenivå vil avhenge av en rekke psykologiske egenskaper. Etersom kravene og forventningene som stilles for å nå dit. Det ikke er overaskende når idrettsutøvere i verdenstoppen regnes som om å ha sterke personligheter og psykologiske karakterstikka som seg skiller seg ut fra den vanlige mannen i gaten (Gould, Dieffenbach, & Moffett, 2002). Med

tanke på fotballens konkurranseelement og at denne idretten er så populær over hele verden, vil man være avhengig av å kunne håndtere mange ulike typer stressituasjoner for å lykkes (Jordet, 2009).

2.2 Styrke, hurtighet og spenst

2.2.1 Styrke

Fotball blir ansett som en skikkelig utholdenhetsidrett, men den maksimale styrken og poweren er antageligvis like viktig som den aerobe og anaerobe kapasiteten (Stølen, 2005). I fotballkamper er det flere situasjoner som inneholder et høyintensitetsarbeid som krever sprinter, taklinger, dueller og skudd (Hoff & Helgerud, 2004). I artikkelen til Stølen (2005) oppsummeres aktiviteten til en fotballspiller i løpet av en kamp der spillere utfører 10-20 sprinter, 10 headinger, 15 taklinger, 50 ballinvolvinger og 30 pasninger i gjennomsnitt. Med alle disse involveringene som blir gjort vil det være utallige mange retningsforandringer og da bruken av musklene som å stå imot kraften til motstandere i ulike dueller (Stølen, 2005).

Den maksimale styrken defineres som den høyeste kraften det nevro-muskulære systemet kan utvikle i en frivillig bevegelse (Stølen, 2005). Arbeid er den energien en utøver bruker for å flytte noe en gitt distanse (Katch, 2011), dette er dermed produktet av kraft og arbeidsvei.

Power er kroppens evne til å gjøre et arbeid størst mulig, på kortest mulig tid (Stølen, 2005). Hastighet på kraftutvikling blir som oftest beskrevet som RFD (Rate of force development) og omhandler hvor hurtig man klarer å generere kraft (Katch, 2011). Styrketrening vil gjøre deg sterkere og ved en økning av den maksimale styrken vil det kunne gi en utøver en økning i power. Når man får økt den evnen til å utvikle mer kraft, som igjen er en viktig faktor i arbeid/tid (B. R. Rønnestad & Mujika, 2014). I styrketrening måles som oftest maksimal styrke som 1RM (en repetisjon maksimum) og da i baseøvelser som knebøy, markløft og benkpress (Hoff & Helgerud, 2004).

Fotball er en utholdenhetsidrett og nevralt tilpasninger vil ofte være å foretrekke fremfor en økning av muskeltverrsnitt (Hoff & Helgerud, 2004). Det vil derfor være viktig å kunne tilpasse treningen, for å bestemme graden av nevralt tilpasninger i forhold til økning av

muskeltverrsnitt (Hoff & Helgerud, 2004; Katch, 2011). Fotballspillere er avhengig av kroppsvekt, en økning i muskeltverrsnitt kan være ugunstig da dette vil være med på å øke vekten og kan gi dårligere utholdenhetsprestasjon for spilleren (Hoff & Helgerud, 2004). Fotball er en kontaktidrett som vil ha en fordel ved å ha økt kroppsmasse og kraftpotensialet som økt tverrsnitt medfører. Dette vil være veldig avgjørende i hvilken posisjon man spiller og hvilken type spiller man er (Young, 2006).

Evnen til maksimal kraftutvikling vil være en grunnleggende fysisk kapasitet i fotball som vil kunne hjelpe i flere forskjellige fotballspesifikke bevegelser (Hoff & Helgerud, 2004). Maksimal styrke i fotball er godt dokumentert og har en god sammenheng med høyde i spenst (Helgerud, Rodas, Kemi, & Hoff, 2011; Hoff, 2005; Wisløff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004).

En sprint i en fotballkamp vil i gjennomsnitt ligge på bare 10-15m (J. Bangsbo, Mohr, & Krustup, 2006) og er sjeldent lengre enn 30m (Helgerud et al., 2011). Studier kan vise til at det er en sammenheng mellom både den absolutt- og relative styrke i bein og sprintprestasjon ved korte distanser (<40m) (Comfort, Bullock, & Pearson, 2012; McBride et al., 2009; Styles, Matthews, & Comfort, 2016; Wisløff et al., 2004). Ved en relativ økning i styrke i knebøy på ca. 20%, har det vist seg å kunne gi en forbedring på 2% i sprintprestasjon på kort distanse (Silva, Nassis, & Rebelo, 2015). Spillere som spiller på internasjonalt nivå viser også evne til å kunne forbedre sprintprestasjon etter at man har utført maksimal styrketrening (Helgerud et al., 2011). I studien til Helgerud (2011) har dem en 8 ukers intervensjon på maksimal styrketrening på elitespillere. Resultatene viste at de hadde en økning på 51,7% i knebøystyrke og da en tilhørende forbedring på sprintprestasjon ved 10m med 0,06 sekunder. Ved så kort distanse vil akselerasjonen være en viktig faktor og man vil være avhengig av høy evne til kraftutvikling på kort tid (Seitz, Reyes, Tran, de Villarreal, & Haff, 2014).

Det å anta en økning i maksimal styrke og power vil kunne ha en positiv effekt på mange fotballspesifikke bevegelser. Korte, vennende bevegelser og retningsforandring ved korte sprinter (Hoff & Helgerud, 2004; Stølen, 2005). Det har vist seg at ved en økning av maksimal styrke kan det gis en gevinst på flere områdersom arbeidsøkonomi på utholdenhetsutøvere (Hoff, Gran, & Helgerud, 2002; B. R. Rønnestad & Mujika, 2014; Stølen, Helgerud, Stoa, & Hoff, 2008; Sunde et al., 2010). Dette har også blitt vist hos fotballspillere som løper på tredemølle på submaksimal hastighet (Helgerud et al., 2011). Ved en undersøkelse der fotballspillere løper rett frem vil det dessverre ikke gi oss et fullstendig

svar på om en økning i maksimal styrketrening kan forbedre arbeidsøkonomien i fotballspesifikke bevegelsesmønstre. Dette er fordi disse bevegelsene består av mye mer enn bare lineære løp (Dolci et al., 2018). Derimot vil det gjøre det være mulig å anta at maksimal styrketrening kan hjelpe arbeidsøkonomien i fotballspesifikt bevegelsesmønster.

2.2 2 Faktorer som påvirker muskelstyrke

Det finnes mange faktorer som påvirker muskelstyrken til utøvere (Hoff & Helgerud, 2004) og det å kunne forstå hva som bør bli lagt vekt på i treningsopplegget (Gjerset, Nilsson, Wulf Helge, & Enoksen, 2015). Dette kan være med på å skape et godt grunnlag for å danne gode og målrettede treningsopplegg (Gjerset et al., 2015). Muskelstyrke påvirkes av flere ulike fysiologiske faktorer, hvor også noen vil være biomekaniske (McBride, 2016).

Akselerasjon og spenst er noe som ligger veldig nærme hverandre. Akselerasjonen defineres som: *hastighetsforandring per tidsenhet og angir hvor raskt økning av hastighet skjer* (B. Rønnestad & Raastad, 2010). Muskelstyrken og evnen til å kunne utvikle stor effekt er avgjørende faktorer for å ha god spenst. Raastad (2010, s.14) definerer effekt som arbeid per tidsenhet slik:

$$\text{Effekt (w)} = \frac{\text{Kraft} \times \text{vei}}{\text{Tid}} \text{ eller kraft} \times \text{hastighet}$$

Ettersom effekten (W) er bestemt av kraften som vi kan generere ved en gitt hastighet, vil den maksimale effekten (W) ved langsomme bevegelser først og fremst være bestemt av vår maksimale styrke. Maksimal effekt (W) ved en hurtig bevegelse vil da være bestemt av vår eksplosive styrke (B. Rønnestad & Raastad, 2010).

Det som kan sies å være en stor faktor for kraftutvikling er tverrsnittet på muskelen (Katch, 2011). For at man skal kunne utnytte potensialet av muskelen bestemmes dette av evnen til å kunne frigjøre kalsium i muskelcellen og dermed skape flere tverrbroer mellom aktin og myosin. Samtidig må man skape en «sliding filament» som igjen vil være avhengig av tilstrekkelig tilgang på energien ATP (Katch, 2011). Frigjøring av kalsium bestemmes av evnen til å kunne rekruttere motoriske enheter og fyringsfrekvensen, dette vil være i de aktuelle motoriske aksjonene (Katch, 2011). Re-dannelse av ATP bestemmes av hastighet på

energiomsetning (Katch, 2011). En forkortningshastighet man kan oppnå ved en gitt kraftutvikling er også avhengig av andelen type II motoriske enheter, siden II fibre kan utvikle større kraft ved høye forkortningshastigheter enn type I (Katch, 2011). Av fibre type I og II vil andelen av muskelfibrene være i stor grad genetisk bestemt (Katch, 2011). Det som vil være trenbart for å øke den maksimale muskelstyrken består av tre faktorer: muskeltverrsnitt, rekruttering av motoriske enheter og fyringsfrekvens (Hoff & Helgerud, 2004). Rekruttering av motoriske enheter og fyringsfrekvens går gjerne under nevralt tilpasninger.

2.2.3 Hurtighet og spenst

Hurtighet kan deles inn i akselerasjon, maksimal hurtighet og agility (løp med retningsforandring). Hurtighet er den maksimale kraften den gjeldende muskulaturen kan utvikle, hvor raskt muskelen klarer å utvikle den kraften og forhold som bestemmer effektiv bruk av kraften muskelen utvikler (B. Rønnestad & Raastad, 2010). Faktorene til de fysiske egenskapene til hurtighet er i størst grad avhengig av de genetiske (Angus Ross, Leveritt, & Riek, 2001), men det er studier som motsier dette. Dem viser til signifikante forbedringer av hurtighet når den maksimale styrken har økt (McBride et al., 2009; Wisløff et al., 2004).

Spenst er et begrep vi ofte forbinder med å hoppe, enten høyt eller langt. Spenst kan defineres som evnen til å akselerere egen kroppsvekt (Raastad et al., 2010). Jo større kraft man klarer å utvikle hurtig i strekkapparatet i beina (musklene: quadriceps, gluteus maximus, gastrocnemius og soleus), desto høyere og lengre vil man klare å hoppe. Relativ styrke i strekkapparatet i de nevnte musklene vil derfor være viktige faktorer for bestemmelse av spensten vår (B. Rønnestad & Raastad, 2010). Vi kan derfor se at spenst og hurtighet har to ganske like egenskaper der begge er avhengig av hurtig kraft produksjon.

Ved bruk av videoanalyse kommer det frem at fotballspillere på elitenivå sprinter mellom 130 og 350 meter per 90 minutters kamp. Sprint er definert til >25 km/t (P. S. Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2010). Dette tilsvarer mellom 1-4% av den totale tilbakelagte distansen en fotballspiller vil ha under kamp. Antall spensthopp i hodedueller varierer ut ifra hvilken posisjon spillerne spiller, men det ligger gjennomsnittlig på ca. 20 spensthopp per kamp (J. Bangsbo et al., 2006; Stølen, 2005). Til tross for mye lavere tall vil slike intensive aksjoner være med på å kunne avgjøre kamper som nevnt tidligere (Faude, Koch, & Meyer, 2012;

Helgerud et al., 2011). I studien til Faude (2012) studerte dem alle mål som ble skåret i en halv sesong i Bundesliga, den øverste divisjonen i Tyskland. Her fant dem ut at det ble som oftest skåret i intensive aksjoner, både av målskårer og servitøren (Faude et al., 2012). Ved 45% av tilfellene gjorde målskårerne en sprint og i forkant av 16% av målene gjorde målscoreren et hopp (Faude et al., 2012). Som man ser så har sprint og spenst viktige faktorer for å skulle sende laget til ledelse eller kunne avgjøre kamper.

En forskjell mellom utøvere som ligger på 4 til 6 hundredels sekund på en 20m sprint vil ligge på ca. 30 til 50 cm forskjell i distanse (Haugen, Tønnessen, Hisdal, & Seiler, 2014). Dette vil bidra til de avgjørende situasjonene som oppstår om det blir mål eller ikke (Haugen et al., 2014). Man kan anta at dette vil gjelde for spenst for hodedueller, hvor bare en liten økning i hopphøyde kan avgjøre forskjellen på om man vinner ballen eller ikke.

Som nevnt tidligere kan vi dele opp hurtigheten i akselerasjon, maksimal sprint og agility. I hovedsak kan vi dele selve sprinten i to faser, akselerasjon og maksimal hurtighet (Alcaraz, Carlos-Vivas, Oponjuru, & Martinez-Rodriguez, 2018). I en sprint må kroppen koordinere ettersom det er en forskjell fra akselerasjonsfasen, til en maksimal topphastighetsfase. Da vil de motoriske enhetene konstant endres gjennom hele sprinten (Alcaraz et al., 2018). Det vil derfor være forskjellige muskelgrupper og motoriske enheter som blir aktivert i de to forskjellige fasene (Alcaraz et al., 2018).

Kroppens evne til å kunne utvikle kraft hurtig (power) vil være den avgjørende faktoren for spenst og sprintprestasjon (Maćkała, Fostiak, & Kowalski, 2015). Går man inn detaljert inn i en sprint finner man et resultat som viser steg-lengde og stegfrekvens (Mero, 1992). Har en utøver en høy frekvens på stegene, vil kontakten mellom ben og underlaget være så kort som mulig tidsmessig. Denne kontakttiden gir et minimalt vindu for utøveren å utvikle kraft (Mero, 1992). I en sprint med høy frekvens, vil kraftutviklingen være eksplosiv. Den avgjørende faktoren for en god sprintprestasjon vil bestå av RFD (Alcaraz et al., 2018). Igjen vil aktivering og koordinering av motoriske enheter stille høyt for å være en avgjørende faktor for hvor mye av kraftutviklingen som blir utnyttet til å kunne flytte kroppen fremover (Jean-Benoit Morin et al., 2020). En liten viktig faktor for å kunne få mer ut av kraften fra hvert steg er, om synergister fyrer samtidig til rett tid og avslapping av antagonistiske muskelgrupper (Alcaraz et al., 2018).

Friidrettsutøvere på høyt nivå som driver med sprint viser at de oppnår den maksimale hastigheten mellom 50-70 meter i en sprint (Maćkała et al., 2015). Dette gjelder ikke for fotballspillere. Videoanalyser i fotball viser at opptil 90% av alle sprinter i en fotballkamp er under 20 meter (Vigne, Gaudino, Rogowski, Alloatti, & Hautier, 2010). Sprintene som man ser i videoanalyser varer 2-4 sekunder (Haugen et al., 2014). I Australsk fotball er det blitt foretatt målinger med GPS. Målingene viste at fotballspillere utførte 8 ganger så mange akselerasjoner som sprinter, men dette ble ikke registrert som sprinter da det ikke nådde kravet på hastigheten for å kunne bli definert som sprint (Haugen et al., 2014; Varley & Aughey, 2013). Det er her man tydelig kan få frem at akselerasjonsfasen antageligvis er det viktigste for sprintprestasjon, fremfor å skulle nå maksimal hastighet hos fotballspillere (Haugen et al., 2014). Det vil derimot ikke si det at fotballspillere ikke oppnår den maksimale hastigheten (Rumpf, Lockie, Cronin, & Jalilvand, 2016). Toppfarten til en elitefotballspillere ser ut til å ligge på rundt 32 km/t (J. Bangsbo et al., 2006; Haugen et al., 2014). Dette oppnår dem gjerne etter bare 30-40m, fordi fotballspillere starter sprinten mens de allerede er i fart, som vil gi dem en kortere akselerasjonsfasen (Rumpf et al., 2016). Derfor vil topphastigheten til en fotballspiller også være en viktig faktor i hurtighet (Rumpf et al., 2016).

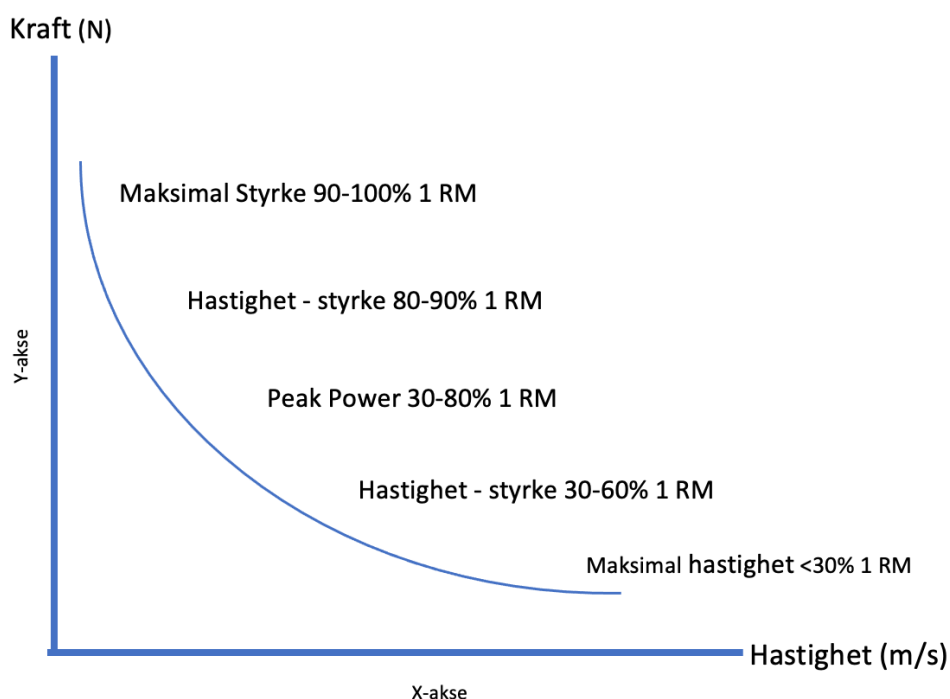
KH-profilering er i seg selv en enkel og billig metode for å få tilgang på en utøvers styrke og hastighetsproduksjon i tester som vertikalt hopp og horisontal sprint. Ballistiske ytelser bestemmes av den maksimale ytelsen som skjer i beina og dens individuelle kraft-hastighets mekaniske profil. Spesielt utøverens forskjell mellom faktiske og optimale KH-profil (Jiménez-Reyes et al., 2017).

2.2.4 Kraft-hastighetsprofilering (KH)

I en KH-profil ser man på forholdet mellom hvor mye kraft som kan produseres og hvor raskt bevegelsen blir utført. Det vil være naturlig og se dette i sammenheng av effekt og power.

Power (P) = Kraft (F) x Hastighet (V) (B. Rønnestad & Raastad, 2010).

Kraft og hastighet er to egenskaper som henger tett sammen. Når kraften økes, reduseres hastigheten og motsatt (Walker, 2016). I figur 1 så illustrerer sammenhengen mellom kraft og hastighet.



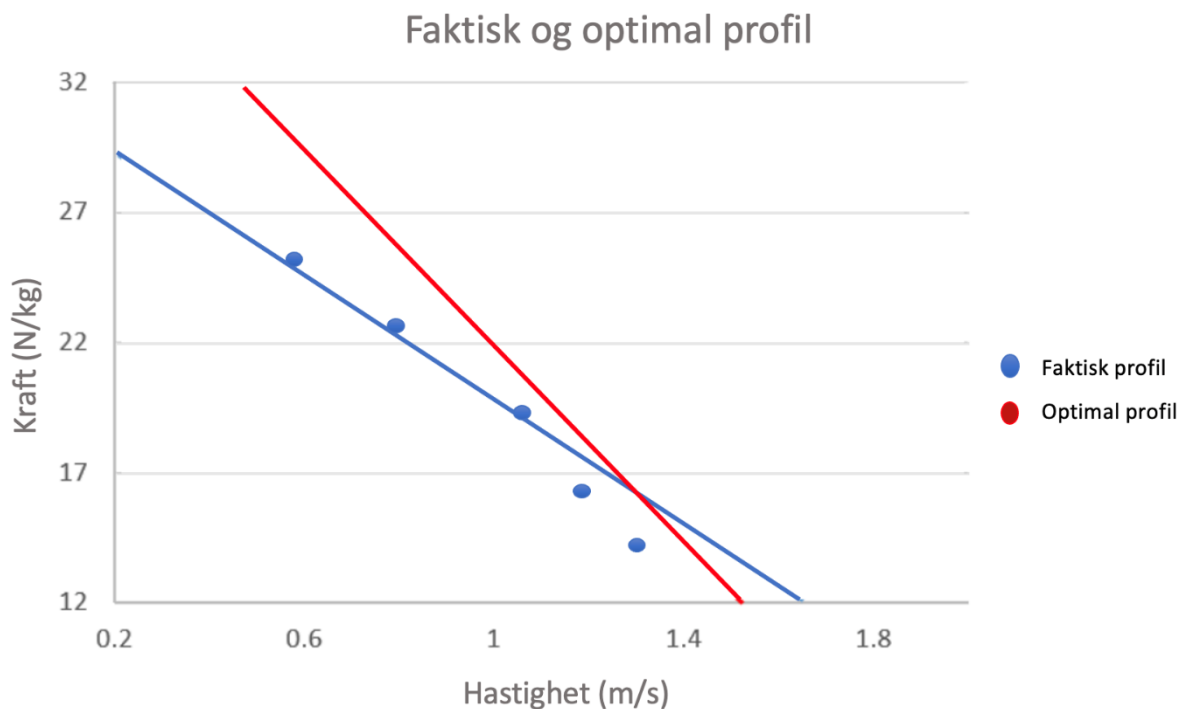
Figur 1 KH-kurve. Her vises det at der kraften er på det høyeste så er hastigheten lav og motsatt. Meter per. Sekund (m/s), Newton (N) og en repetisjon maksimum er 1 RM

KH-profilering brukes for å kunne undersøke hvilke egenskaper som er dominerende på en utøver. Ved å lese KH-profilen så vises det at utøveren har et underskudd av kraft, og da i forhold til hastighet under kraftutvikling eller motsatt. Det er ikke gunstig å se på prestasjonen til en utøver som har en dominerende egenskap. Dette fordi utøvers forutsetninger til å kunne produsere høy effekt ikke er optimalt (Jiménez-Reyes et al., 2017; Marcote-Pequeño et al., 2019).

Gjennom KH-profilering kan trenere identifisere om det er en kraft eller en hastighetsmangel under en gitt bevegelse. Et eksempel kan være horisontale sprinter, dette er uavhengig av utøverens kapasitet. Derfor vil styrketrening kunne implementeres for å redusere mangelen av utøverens kraft eller hastighet, og til gjengjeld forbedres ytelsen på den horisontale sprinten.

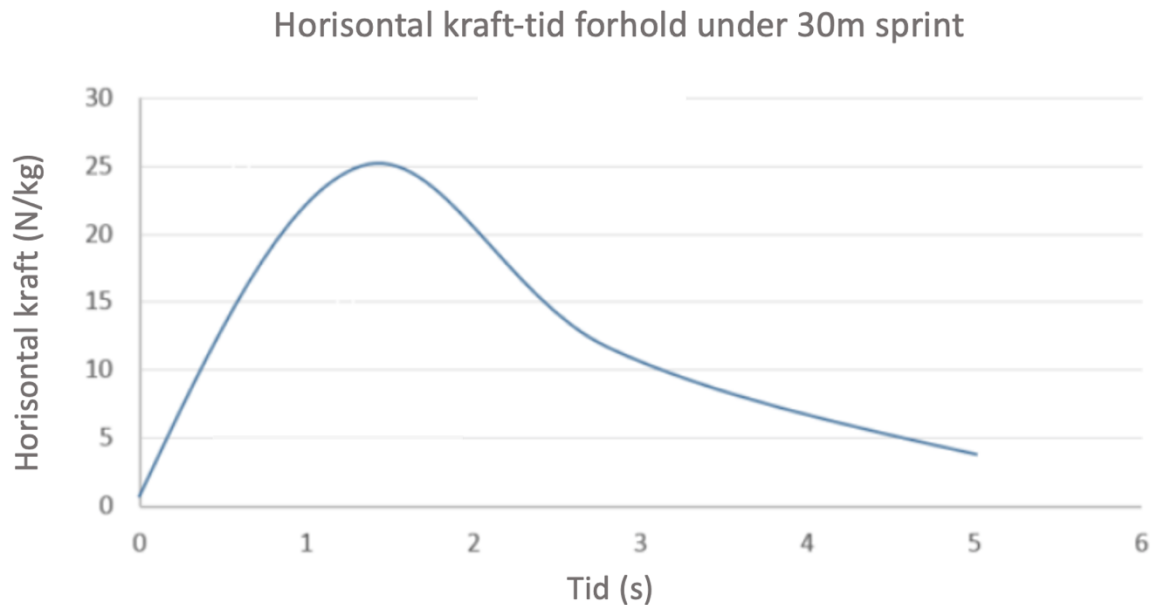
I en KH-profilering kan en utøver og trener analysere profilen og se hvilke egenskapen som bør forbedres. Den relative forskjellen mellom faktisk og optimal profil for et gitt individ representerer den ugunstige balansen mellom styrke og hastighetskvaliteter, som også gjør individuelle bestemmelser av kraft eller hastighetsunderskudd (Jiménez-Reyes et al., 2017).

For eksempel der en utøver er hastighetsdominerende, men har lav kraftproduksjon vil man kunne tilrettelegge trening som kan utvikle høyere kraft gjennom maksimal styrketrening som vises i figur 2. Dette vil kunne optimalisere KH-profilen og dermed endre forutsetningene for å utvikle en høyere effekt som igjen vil kunne føre til en bedre prestasjon (Dobbs, 2017).



FIGUR 2: En KH-profil for en utøver med et underskudd av kraft. Newton (N), kilogram (kg) og meter per sekund (m/s).

I KH-profil i sprint er evnen til å akselerere og nå den maksimale hastigheten og da kunne opprettholde den så lenge som mulig under en lineær sprint. For å kunne forstå en KH-profilering, så er det den horisontale kraften som er viktigst å forstå. Den horisontale kraften er den som produseres i akselerasjonen når man sprinter fremover, se figur 3. Det rapporteres at dette er en av de viktigste faktorene under akselerasjon samt sprint over lengre distansen for eks. 100m (Dobbs, 2017).



Figur 3: Figuren viser en horisontal kraftproduksjon gjennom en 30m sprint. Den maksimale kraften oppnås som regel mellom 3-8 første stegene, og på dette tidspunktet produseres også den mest horisontale kraften. Newton (N), kilogram (kg) og sekunder (s).

Produksjon av den vertikale kraften topper under den maksimale hastigheten, den vil fremdeles være avhengig av den horisontale kraftproduksjonen for å bevege seg fremover. Ved hjelp av KH-profilering så vil en trener for eksempel kunne beregne forholdet ved kraft mellom vertikale eller horisontale krefter. I en sprint beregnes dette ved å dele den horisontale kraften med den vertikale kraften og måle skjæringen der den horisontale kraften avtar. Videre er hastigheten der den horisontale kraften synker er kjent som rate of decrease (DRF), se figur 3. Det at den horisontale kraften avtar kan ikke forhindres, men en kan trene evnen til å kunne opprettholde og da redusere DRF (Dobbs, 2017).

2.3 GNSS-System

GNSS-System står for Globalt posisjoneringssystem og på engelsk «Global navigation Satellite», eller som vi alle kjenner til GPS. Dette er et system som er basert på satellitters navigasjonssystem og består av 27 satellitter. GPS ble opprinnelig utviklet og brukt av det amerikanske forsvaret på 70-tallet, og i senere tid ble dette systemet tilgjengelig for offentligheten (El-Rabbany, 2002).

Satellitter kretser konstant rundt jorden og GPS-mottakere har alltid kontakt med hverandre og mottar informasjon om hvor langt unna dem befinner seg. Med denne informasjonen finner man ut hvor mottakers bevegelse og plassering i verden (El-Rabbany, 2002; Larsson, 2003; Scott et al., 2016).

Når mennesker skal bruke GPS så kobler man seg ikke bare opp på det amerikanske systemet, men alle satellittsystemer som er mulig å koble seg på. GPS er mest kjent for å beregne sin egen posisjon. Dette gjøres så presist som mulig ved at GNSS-mottakeren må ha kontakt med minst 4 satellitter. Nøyaktigheten av de dataene dem får inn vil avhenge av innsamlingshastigheten til mottakeren (Larsson, 2003). Innsamlingshastigheten måles i hertz (hz), for at beregningen av posisjonen skal være så nøyaktig som mulig må det måles opp til 10 hz, dette har vært sammenlignet med lavere hz (Scott et al., 2016). For å forklare betydningen av 10 hz så er 10 tallet på antall ganger i sekundet GPS mottakeren samler inn informasjon om posisjonen og bevegelsene, 10 ganger i sekundet. I idrett og da i fotball kan bruken av GPS ha svake sider som påvirker bruken i idretten. Arenaene i fotball er gjerne høye bygninger, tribuner og stadium og gir forstyrrelser i signalene som hentes inn (Larsson, 2003; Scott et al., 2016). Det er derfor anbefalt ved bruk av GNSS-systemet bør at mottakeren som skal brukes blir oppbevart i et åpent område i 15 minutter før bruk. Dette er fordi at mottakeren skal kunne koble seg opp mot satellittene (Scott et al., 2016)

2.3.1 GPS i idrett

På 1990 tallet startet bruken av GNSS-system i idrett. Det ble først forsøkt å teste ut om GNSS-mottakeren kunne brukes som system for å observere forandringer i hastighet under gange, løping og sykling. Funnene i denne undersøkelsen viste seg at hastigheten som ble målt med GNSS var tilnærmet den samme hastigheten som ble målt med kronometer, med en feilmargin på 0,8km/t (Cummins, Orr, O'Connor, & West, 2013; Scott et al., 2016). Det GNSS-systemet gjør er å beregne hastighet ut ifra endringer i satellittsignalfrekvensen som oppstår når GNSS-mottakeren beveger seg og endrer posisjon. Dette kalles dopplereffekten(Larsson, 2003). I idrett, ved bruk av GNSS-system gjør det mulig å kunne observere og måle en utøvers posisjonering, hastighet og bevegelsesmønster under trening- og konkurranser (Cummins et al., 2013; Scott et al., 2016).

Ved bruk av akselerometer, gyroskop og magnetometer med GNSS vil man kunne identifisere de forskjellige bevegelsene en spiller utfører, som akselerasjoner, de-akselerasjon, retningsforandringer og hopp. Videre så vil man kunne bruke dette systemet for å kunne overvåke belastning under trening og kamp for å få den totale belastningen på utøverne. Dette er blitt svært populært og utbredt hos lagidretter ettersom dette er en metode som vil gjøre det lettere å samle inn mye data (Scott et al., 2016). For å få sammenlignbare data som denne metoden kan videoanalysering av bevegelsesmønstrene til utøverne brukes. Ulempen med denne metoden er at den er tidskrevende, fordi en video tar for seg en utøver av gangen. Derfor er GNSS- Systemet et bedre alternativ som vil gi bedre og raskere data på flere utøvere samtidig (Scott et al., 2016).

2.32 GPS i fotball

Tidligere så er GNSS-systemet godt benyttet i lagidretter og da som i fotball (Akenhead & Nassis, 2016; Scott et al., 2016). I fotball har det lenge vært innført å følge opp og analysere via GNSS og data om distanse og hastighet (Akenhead & Nassis, 2016). Igjen blir det benyttet akselerometer, gyroskop og magnetometer. Dette gjør at man vil få et større spekter av data som man kan analysere og bruke for å forbedre utøvere. Ikke minst har man muligheten til å se distanse tilbakelagt i løpet av en trening eller kamp, forskjellige tider i ulike hastighetssoner, akselerasjoner, antall sprinter, hopp og egentlig alt en fotballspiller gjør. Dette vil gi trenere en bedre forståelse av de fysiske kravene idretten krever til ulike posisjoner på banen (Akenhead & Nassis, 2016; Bourdon et al., 2017; Cummins et al., 2013; Wallace, Slattery, & Coutts, 2014). Ved å bruke disse dataene vil man kunne tilrettelegge treningsprogrammer. Programmer som forbedrer og utvikler den enkelte utøveren og optimaliserer ytelsen i konkurranser (Cummins et al., 2013; Pyne, Spencer, & Mujika, 2014; Scott et al., 2016). I studien til Bloomfield (2007) støttes dette utsagnet. I denne studien ble det observert at angrepspillere ville ha flest aksjonsendringer med høy intensitet, mens spillere som spiller på midtbanen utfører færrest retningsforandringer, men har flest hastighetsforandringer (Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2007). Dette viser at det stilles forskjellige fysiske krav til de forskjellige posisjoner på fotballbanen.

En ting man bør tenke på og som er en stor faktor man bør ta med i betraktning er hvordan man skal tolke data fra GNSS-systemet i kamp. Det taktiske aspektet og spesielt informasjon om laget leder eller ligger under i en kamp. Funnet viser at laget som leder til pause har

dekket mer distanse i alle hastighetskategorier enn laget som ligger under (Moalla et al., 2018). Ved kampslutt hadde derimot laget som vant kampen mindre sprint- og høyintensitet. Det kan være det er blitt gjort taktiske endringer i andre omgang. Det vil være med på å utgjøre store forskjeller i dataen fra kamp til kamp, hva som definerer høyintensitetsløping og den totale sprintdistansen. Det er dokumentert variasjoner på henholdsvis 10-22% og 19-46% (Carling, Bradley, McCall, & Dupont, 2016; Di Salvo et al., 2010; Gregson, Drust, Atkinson, & Salvo, 2010). Har laget besittelse av ballen vil den totale sprintdistansen også vise at det varierer og da på henholdsvis 20-26% og ca. 30% (Carling et al., 2016; Gregson et al., 2010).

En annen ting å legge til er de individuelle forskjellene hos spillere der det har vist seg varierende totale sprintdistansen, opptil 60%. Dette vil avhenge av om dem er i besittelse av ballen eller ikke (Carling et al., 2016). Det er ytterligere faktorer som spiller inn på hva man bør tenke på under GNSS- data fra kamper, spesielt konkurransesstandard (Di Salvo et al., 2010), motstander (Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi, & Impellizzeri, 2007), tidspunkt i sesongen (Mohr et al., 2003) og underlag (Andersson, Ekblom, & Krstrup, 2008). Det har vist seg at disse faktorene vil påvirke spillernes bevegelser i kamp. Bakgrunnen for disse faktorene er at man skal trå forsiktig rundt hvordan man tolker bevegelsesdata fra kamper som blir spilt. Det er viktig å se det store bildet og da heller store datasett der man vil få et bedre bilde av prestasjon i kamp (Gregson et al., 2010). Det vil være svært nødvendig å samle data fra flere kamper og på lag som ligger høyt, middels og lavt på tabellen for å få variert data. Dette vil gi et bedre bilde på arbeidskrav som kreves og gjennomsnitt av variablene i datasettet. Gregson (2010) antyder at spillere som har gjennomført minst 10 kamper, der dem har spilt 90 minutter gjennom en sesong eller 4 kamper med 90 minutter i en periode på 8 uker vil kunne gi dette bildet på arbeidskrav og hva som kreves av den fysiske kapasiteten for de ulike utøverne. Det vil være vanskelig å kunne sette en fasit på hva som er best da det er mange faktorer som vil spille inn i et datasett med GNSS-systemet.

2.4 Sammenheng mellom fysiske tester og fysisk prestasjon i kamp

Tidlig på 90-tallet ble det gjennomført undersøkelser som så på muligheten om fysiske tester kunne sammenlignes med den fysiske prestasjonen i herre fotball. Bangsbo & Lindquist (1992) var de første som undersøkte dette (Aquino et al., 2020). Selve undersøkelsen til Bangsbo & Lindquist (1992) gikk ut på om man kunne finne sammenheng mellom den fysiske formen og hva idrett krever i fysisk testing (Aquino et al., 2020). I denne studien fant

dem en god korrelasjon ($r=0,70$) mellom høy intensitetsløping og en periodiskutholdenhetstest som gikk til utmattelse. Det var kun en svak sammenheng, og det var observasjonen av den totale distansen som ble tilbakelagt (J Bangsbo & Lindquist, 1992). Ettersom denne studien begynner å bli gammel, er det blitt gjennomført en rekke nye studier på dette temaet og tilsvarende funn er observert. Dette tydeliggjør en enighet om sammenhengen mellom prestasjon i de ulike fotballspesifikke utholdenhetstester og høyintensitetsløping i kamp (P. Bradley et al., 2014; Castagna, Impellizzeri, Cecchini, Rampinini, & Alvarez, 2009; Krusturup, Mohr, Ellingsgaard, & Bangsbo, 2005; Rampinini, Bishop, et al., 2007; Redkva, Paes, Fernandez, & da-Silva, 2018).

I masteroppgaven til Tinglestad (2020) viser han fra tidligere forskning på sammenhengen mellom fysiske tester og prestasjon i tabell 1.

<i>Forfatter</i>	<i>Kjønn</i>	<i>Test</i>	<i>Kampvariabler</i>	<i>Km/t</i>	<i>Pearsons r</i>
<i>Bangsbo & Lindquist (1992)</i>	Mann	Intermittent endurance test	HIL	<15	0,70
<i>Krusturup et al. (2005)</i>	Kvinner	YYIR1	TD/HIL	<15	0,56/0,76
<i>Rampini et al. (2007)</i>	Menn	Incremental test	TD/HIL	<14,4	0,58/0,65
<i>Castagna et al. (2009)</i>	Yngre gutter	YYIR1	TD/HIL	13-18	0,65/0,71
<i>Bradly et al. (2014)</i>	Kvinner	YYER2	TD/HIL	<15	0,55/0,70
<i>Redkva et al. (2018)</i>	Menn	YET	TD nHIA	15,9-24	0,72/0,78

Tabell 1: Tabellen viser en oversikt over sammenheng mellom prestasjon i utholdenhetstest og totaldistanse (TD) og høy-intensitetsløping (HIL) i kamp. nHIA: Antall høy-intensitetsaksjoner; YYIR1: Yo-Yo intermittent recovery test 1; YYER 2: Yo-Yo endurance recovery test 2; YET: Yo-Yo endurance test (Tinglestad, 2020).

Det finnes mye god forskning som har sett på dette området på prestasjon, testing, utholdenhet og i kamp. Går vi over til sammenhengen mellom eksplosive egenskaper og den fysiske prestasjonen i kamp, finnes det dessverre lite forskning. Det er kun en tidligere forskning på dette fra Silva (2013). Denne forskningen fant en negativ korrelasjon mellom tid

på 5 meter og 30 meter på en sprinttest (5m: $r=0,62$ og 30m: $r=0,65$) og sprintdistanse i kamp (Silva, Magalhães, Ascensão, Seabra, & Rebelo, 2013). Dette vil si at en bedre tid på sprinttestene førte til en større sprintdistanse. Det ble også observert en negativ korrelasjon på en agility test, og høy-intensitetsløping i tredje 15 min periode. Men det har også vært forskning som viser en positiv korrelasjon på dette temaet. En studie som er gjort på rugbyspillere, her fant dem at det å ha raskere tider på 40m, hadde en god sammenheng med angrepsrelaterte prestasjoner og at forsvarsrelaterte prestasjoner hadde en moderat sammenheng, men derimot forsvarsrelaterte prestasjoner hadde en god sammenheng med resultatet på repetert sprinttest og horisontal hopptest (Alex Ross, Gill, Cronin, & Malcata, 2015). Andre forskninger viser både sammenheng og ikke sammenheng. I australsk fotball er det observert at spillere som hadde en bedre tid på 5 og 30 m sprint også ville tilbakelegge en større høy-intensitetsdistanse i kamp (Black et al., 2018).

2.5 Oppsummering

Det viser seg at fysisk kapasitet i fotball er viktig for å kunne prestere på høyt nivå både i Norge og det å komme seg ut internasjonalt. Den fysiske kapasitet som kreves av en fotballspiller er bredt, de mest sentrale tingene som blir sett på er styrke, hurtighet og spenst og har vist at dette er i et økende tempo. Høy-intensitet og antall repeterte spillere som blir gjennomført i kamp øker, i tillegg så henger den aerobe og anaerobe kapasiteten seg tett på. Hensikten med fotballkamp er å vinne, skåre mål og unngå å slippe inn mål. Som nevnt tidligere så er sprint den aksjonen som forekommer i forkant av mål, og med dette en stor andel både eksplosive og lineære sprinter i kampen. Dermed stiller det et stort krav til både akselerasjon og den maksimale hastigheten i fotball.

Styrketrening i fotball har blitt studert på i mange år allerede, det er likevel ting som er uklart for å kunne optimalisere de perfekte fotballspillerne når det er ubeskrivelige mange forskjellige situasjoner som kan oppstå. Det å kombinere utholdenhet og styrke har vært en stor interesse for forskere, og det finnes stadig nye metoder som skal kunne klare å finne de hullene for at utøveren skal bli best. Overførbarheten fra fysiske tester og ut i konkurranse har blitt et viktig tema, og det man kan se mest av går under utholdenhets tester og styrke tester som går på prestasjon i en annen test. Derimot inn mot konkurranse der det er vanskelig å kunne måle om for eksempel styrketrening vil ha innvirkning på arbeidsøkonomien i fotball

kan forbedres. På en annen side er det et spennende og ganske nytt forskningsfelt som kan ta for seg lab testing opp mot felt.

KH-profilering er et nytt emne innenfor forskning og det er dessverre lite forskning rundt dette enn så lenge. Jean-Benoit Morin og Pierre Samozine er ledende innenfor dette, og har allerede publisert en rekke studier på temaet. KH-profilering tar for seg forholdet mellom hvor mye kraft man kan produsere og hvor raskt bevegelsen blir utført, dette får man ved å gjennomføre ulike tester. Ved bruk av GNSS-system som er blitt veldig populært blant lagidretter. Det kan måles enormt mange variabler og kan benyttes for å se på belastning og se alle bevegelser en spiller gjør. Ved å lage en KH-profilering fra lab og felt, så vil man kunne se hull der utøveren kan forbedre seg.

3 Metode

3.1 Forsøkspersoner

Testpersonene i denne studien var utøvere fra IK Start fra både A-lag og B-lag. Det besto av både profesjonelle- og semiprofesjonelle fotballspillere. Totalt ble det gjennomført testing av 44 deltakere fra A-laget og B-laget, representert henholdsvis 26 og 17 spillere. Det var til slutt 42 deltakere (n=43) inkludert i studien på bakgrunn av hva man hadde av data fra testing og data fra catapult.

Tabell 2: Karakteristika ved utvalget

<i>Deltakere:</i>	<i>A-Lag</i>	<i>B-Lag</i>	<i>Totalt</i>
<i>N</i>	26	17	43
<i>Alder (År)</i>	25,5±4,8	16,±1,6	22,1±5,9
<i>Høyde (Cm)</i>	182 ± 5,4	180 ± 7,5	181 ± 6,4
<i>Vekt (Kg)</i>	79 ± 5	72 ± 9,5	76 ± 7,9

Data er presentert med gjennomsnitt ± standardavvik. N=antall deltakere, cm=centimeter, kg=kilogram.

3.2 Studiedesign

I denne studien ble det brukt et korrelasjonsdesign, men også kalt tverrsnitt studie. Dette innebærer at det kun blir foretatt en måling, og da av pre-test av en større studie. Fordelene med en tverrsnittstudie er muligheten for å kunne teste mange utøvere samtidig, og da innenfor praktiske gjennomføringer (Drageset, 2009). I denne studien ble det ble brukt resultater fra fysiske tester og data fra catpultsystemet for å kunne finne spillernes fysiske kapasitet og prestasjon på fotballbanen. I denne studien ble det gjennomført fysiske tester som sprint (30m), spenst (svikthopp) og beinpress (10-steps test med økende belastning). Pre-test ble gjennomført i landslagspausen høsten 2020-sesongen, av hensiktsmessige årsaker ble det kun benyttet resultater fra pre-test i denne studien. Grunnen for dette var fordi det var flere spillere som forlot klubben i løpet av denne perioden, og det var også nye spillere inn som gjorde at utvalget ble for lavt dersom pre og post-test skulle inkluderes. Ved benyttelse av landlagspause kunne man utelukke forstyrrelser for laget og spillerne under trening og kamp.

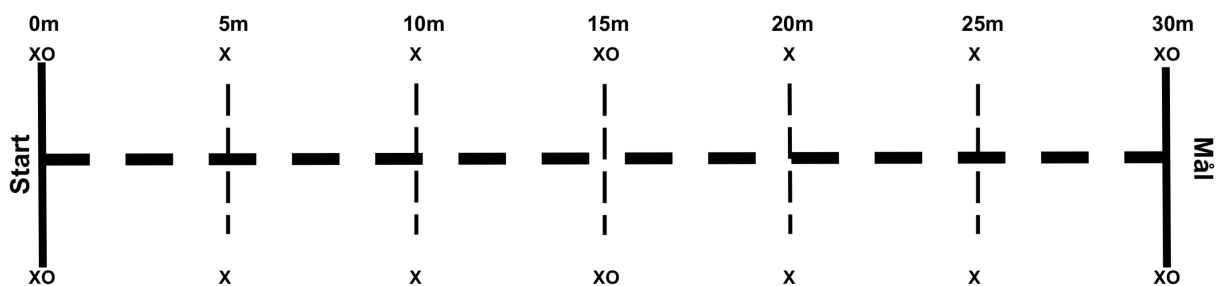
3.3 Testprotokoll

3.3.1 Sprint 30m

Sprint test ble gjennomført med PC koblet opp til MUSCLELAB system (Ergotest Innovation as, Porsgrunn). Ved bruk av MUSCLELAB fotoceller og reflektorer (Ergotest Innovation as, Porsgrunn). Fotocellene og reflektorene var plassert i veggene på en avstand på ca. 1,6m. Den første måleren var plassert der testpersonen satte ned foten. Tiden startet når testpersonen forlot startstreken med foten, videre var fotoceller og reflektorer plassert på 5, 10, 15, 20, 25 og 30m. Det ble også brukt en annen måler, Brower system (Brower Timing Systems, Draper USA), som var plassert ved start streken og på 15 og 30m som ville gi en god validitet på testresultatene og kunne sammenligne tallene opp mot hverandre om det stemte. Fotoceller og reflektorer var plassert ovenfor hverandre med en avstand på 1,6 meter.

Sprint testen ble gjennomført ved Spicheren Olympiatoppen Sør i en innendørs gang, der det er overflate elastisk sportsgulv. Alle testpersoner gjennomførte en standardisert oppvarming som besto av 10 minutter jogg på tredemølle med «kneløft og rumpespark», etterfulgt av 2-4 stigningsløp etter hva testpersonene følte dem trengte. Testen ble gjennomført med 2-4 forsøkt der også testpersonene følte om de hadde gjennomført det beste de kunne gjort. Det

var også mulighet for at testpersonene kunne gjennomføre det 5 forsøk hvis tidene fra de andre forsøkene ble bedre og bedre. Mellom hver test ble det lagt inn 3-4 minutter pause som startet når dem var ferdig med testen, testpersonene ble informert når det var 1 minutt igjen.



Figur 1: Illustrasjon av 30 meter løpebane. Vannrette linjen illustrer banen, mens de loddrette linjene markerer målepunktene for hver 5. meter

X: Målepunkt for MuscleLab-system, O: Målepunkt for Brower system

3.3.2 Keiser, beinpress

Leg press ble gjennomført med en keiser beinpress-test (Keiser A300 Leg Press, Modell 2531, Keiser Corporation, Fresno CA USA). Dette er en leg press der man skyver ifra med hvert bein hver for seg. Dette gjør at vi kan måle begge føttene uavhengige av hverandre. En keiser leg press er et apparat som styres av luft og måler hastighet (m/s) og effekten (W). Gjennomføringen av testen går ut på at testpersonene utfører 10 en repetisjons- beinpresstest. Testpersonene fikk instruks om å utføre hver repetisjon med full speed (fart) og power (kraft) og maksimal innsats. For å sette i gang testen så stilles sete litt under 90 grader i kneleddet, tilsvarende loddrette lårbein. Deretter er det to gule knapper på hvert håndtak på stolen. Den ene viser pluss og den andre minus, man stiller ned motstanden ned til 100KgF, her man skal ta 3-5 prøvoforsøk, deretter tar man ned til 60KgF og tar 3-5 forsøk her også. Når testpersonen føler at dem forstår testen og er klar så vil testen starte.

Selve testen starter med to oppvarmings repetisjoner og før man kan ta en repetisjon. Det en liten skjerm der det står target reps, denne må være på 0 ettersom den skal telle opp til 10 repetisjoner. Maskinen styrer pausene og motstand går opp for hver runde og pausene blir lengre. Testen starter på lav motstand går opp for hver runde og pausene blir lengre. Ved lav motstand er det viktig at man utfører repetisjonen med stor hastighet, når det blir tyngre er det

vanlig at hastigheten bli lavere og «poweren» går ned. Dette er fordi «poweren» blir påvirket av hurtigheten på repetisjonen og kraften. Kraften du presser i hver repetisjon blir målt av apparatet. Som nevnt måles det hastighet (m/s), kraft (N) og effekten (W) i hver repetisjon slik at man får en KH-profil.

Retningslinjer fra Helsinkideklarasjonen fulgt der deltakerne under testdagene fikk utdelt et samtykkeskjema fra De nasjonale forskningsetiske komiteene (FEK) (Vedlegg 1) som måtte signeres. Forsøket ble godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD) (Vedlegg 2)

3.4 Datainnsamling

3.4.1 Tester

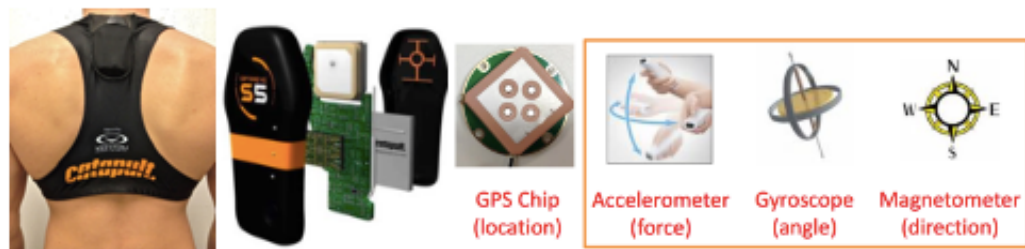
Det ble brukt MUSCLELAB systemer (Ergotest Innovation AS, Porsgrunn) og Brower system (Brower Timing Systems, Draper USA) under hurtighetstest. Ved maksimal styrke og power ble det benyttet en leg press fra keiser (Keiser A300 Leg Press, Modell 2531, Keiser Corporation, Fresno CA USA). Bruk av disse testene gjorde at man kunne måle ferdigheter på fysiske tester.

Alle fysiske tester ble gjennomført innendørs på Spicheren, Olympiatoppen sør sine lokaler i Kristiansand. All testing ble gjennomført av masterstudenter i idrettsvitenskap under oppsyn av doktorstipendiater og veiledere. Pre-testene foregikk over 2 dager der dem delte A-laget og B-laget på forskjellige dager. Utøverne ble kalt inn en og en og man brukte ca. 1,5 time på hver utøver.

3.4.2 Catapult-enheter

For å måle utendørstreningsbelastning ble det benyttet GNSS-basert system fra Catapult (Vector S7), se figur 2. Når man bruker GPS vil den sende og motta signaler og vil umiddelbart være klar til bruk når man slår den på. Catapult er en vest som spillere har på seg med en liten brikke i nakken, denne enheten inneholder akselerometer, gyroskop og magnetometer som gjør det mulig å kunne identifisere akselerasjoner, både korte og de-akselerasjon, retningsforandring og hopp. På denne måten har man mulighet for å få ut store mengder informasjon av spillere på belastningsverdier, og da for eksempel distanse

tilbakelagt, hastighetssoner og sprinter for å nevne noen. (Akenhead & Nassis, 2016)
(Bourdon et al., 2017) (Wallace et al., 2014)



Figur 2: Her er det et eksempel på et GNSS-enhet. Her inneholder enheten sensorer for kraft, vinkel og retning som blir brukt til å observere idrettsutøvere.

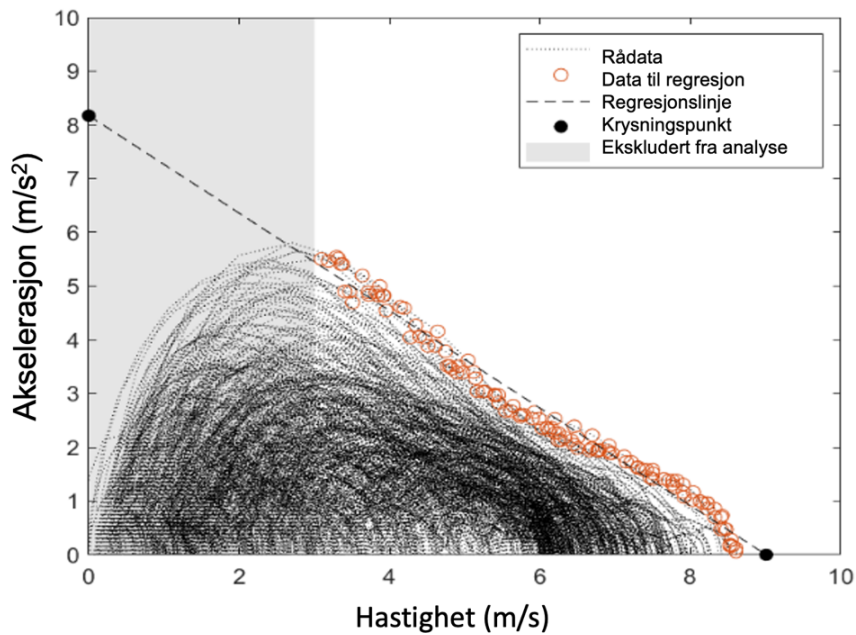
3.4.3 Databehandling og analyse

GPS-signalene ble registrert ved 10Hz, og rådata av posisjonen og hastighet ble innhentet for analysen. Hastighetssignalet ble filtrert gjennom et 1Hz lavpass Butterworth-filer.

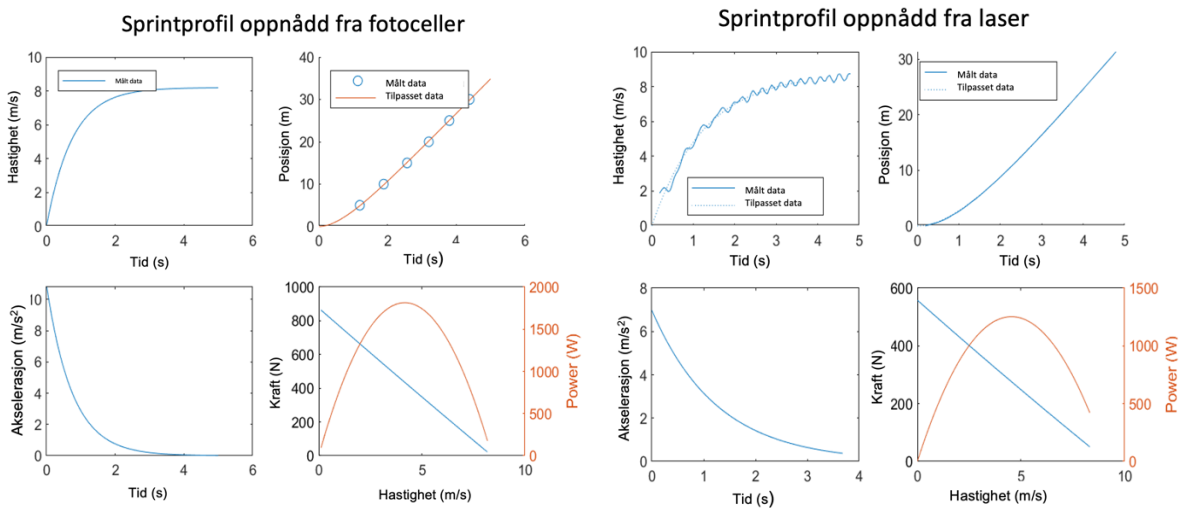
Akselerasjonen ble beregnet som hastighet derivert over tid og filtrert gjennom et 1Hz lavpass Butterworth-filer. For hver måling ble alle sprinter over 6 m / s innenfor den definerte tidsperioden (01.06-22.12) identifisert. For hver identifisert sprint ble 5s før og 5s etter å ha nådd 6ms terskelen inkludert. For å sikre kvaliteten på dataene ble bare sprinter oppnådd med en posisjonskvalitet (definert fra: Catapult GPS- Vector S7) over 60% inkludert.

Gjennomsnittlig antall spurter inkludert for hver deltaker var 311 ± 280 [maks: 1103, min: 57]. Deretter ble de tre høyeste akselerasjonene registrert for hver hastighetsverdi fra 3 til maksimal hastighet innen 0,05 ms vinduer registrert for hvert individ. Fra de oppnådde datapunktene for hastighet og akselerasjon ble det kalkulert en regresjonslinje, og hastighets- og akselerasjonsavskjæringer ble oppnådd (se figur 4 for eksempel) (Jean-Benoit Morin et al., 2020).

Figur 4



For fotocelle og lasermålinger ble tidligere validerte metoder brukt til å beregne KH-variablene F_0 , V_0 , S_{fv} og P_{max} . Se eksempel på figur 5 og 6 (J. Morin & Samozino, 2017).



Figur 5: Sprintprofil oppnådd fra fotoceller fra lab testing. Meter per sekund (m/s), meter (m), newton (N), sekunder (s) og watt (Watt).

Figur 6: Sprintprofil oppnådd fra laser. Meter per sekund (m/s), meter (m), newton (N), sekunder (s) og watt (Watt).

3.4.4 Statistisk analyser

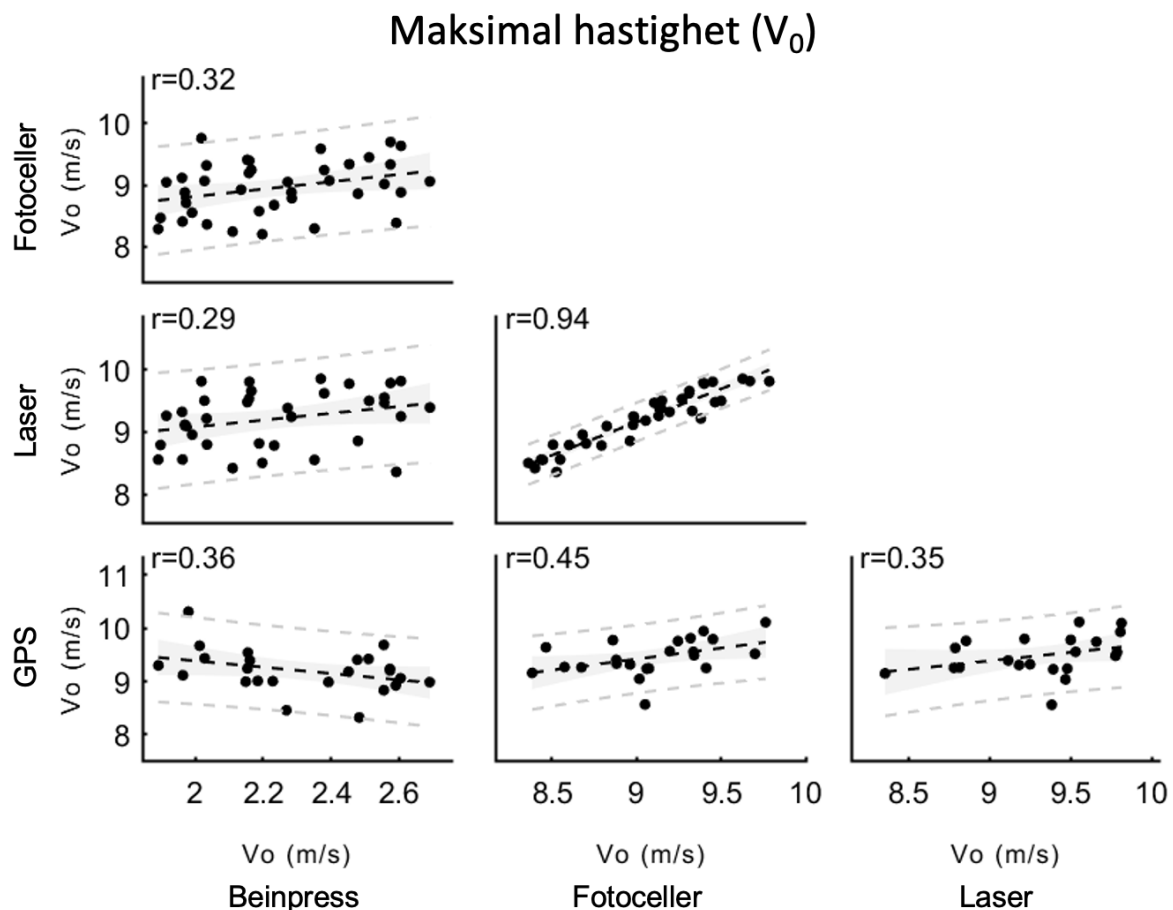
En multipel-lineær regresjonsanalyse ble brukt for å analysere GPS-variablene med muskelstyrke, kraft, sprint og hoppytelse. Det samme ble gjort for å analysere korrelasjon KH-profil fra GPS mot KH-profil fra lab testing. Det ble brukt Pearson r for å kunne korrelere de ekstra variablene, som ikke ble inkludert i hoved analyse. Visuelle inspeksjoner av spredningsdiagrammer og histogrammer ble utført for å kontrollere homoskedastisitet og normalfordeling av residualer. Data er presentert som gjennomsnitt \pm standard avvik.

Signifikantnivået ble satt til 5% ($p < 0,05$). Statistisk analyse ble utført ved bruk av MATLAB (R2020a-versjon, MathWorks, Inc., Natick, USA) for Mac. Figurer og tabeller er utarbeidet i Microsoft Excel, Versjon 16.45 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) for Mac.

4 Resultater

4.1 Maksimal hastighet (V_0)

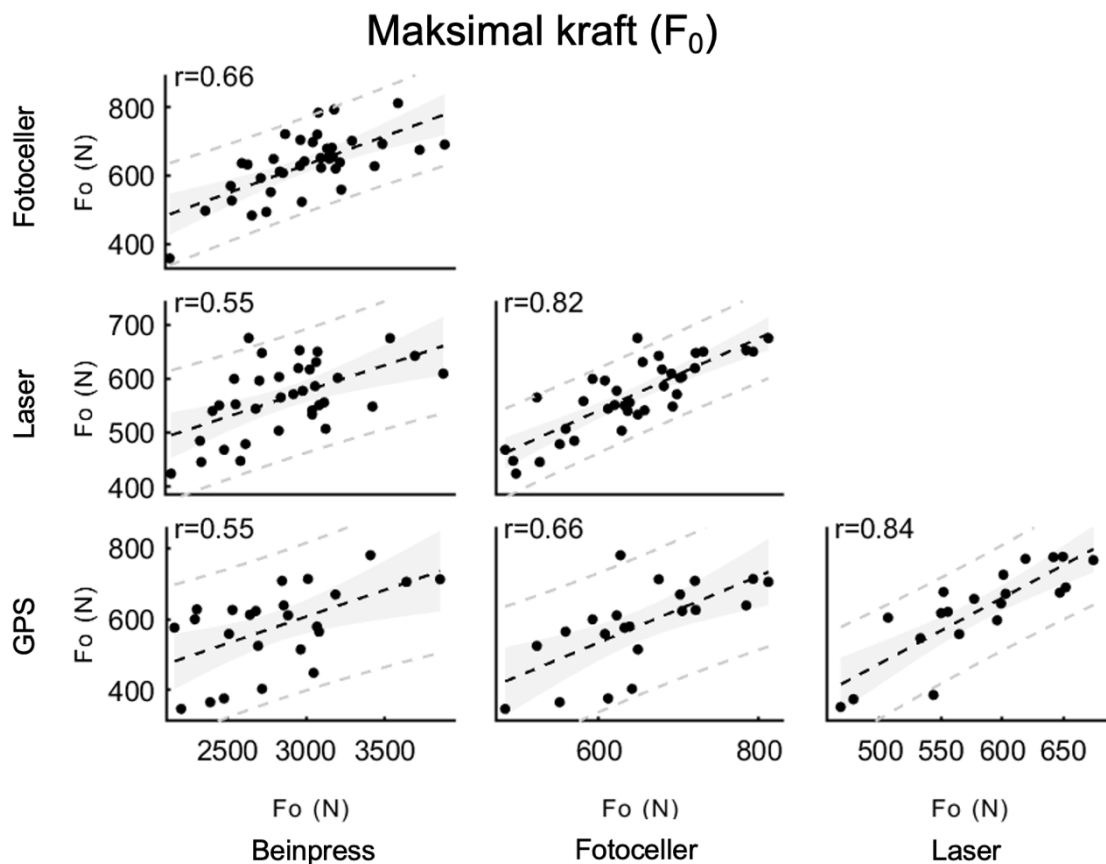
Det ble observert en signifikant sammenheng mellom V_0 fra GPS og V_0 fra 30m sprint fotocelle ($r=0,45$, $p=0,04$), V_0 fra 30m sprint fotocelle og V_0 fra beinpress ($r=0,32$, $p=0,05$) og V_0 fra 30m sprint laser og V_0 fra 30m sprint fotocelle ($r=0,94$, $p=0,001$). Det ble ikke funnet noen signifikant sammenheng mellom V_0 fra GPS og V_0 beinpress ($r=-0,36$, $p=0,08$), V_0 fra GPS og V_0 fra 30m sprint laser ($r=0,35$, $p=0,12$) og V_0 fra 30m sprint laser og V_0 fra beinpress ($r=0,29$, $p=0,09$) (figur 7).



Figur 7: Korrelasjonsanalyse på maksimal hastighet (V_0) mellom 30m sprint fotoceller, 30m sprint laser, catapult/GPS og beinpress. m/s=meter per sekund.

4. 2 Maksimal kraft (F_0)

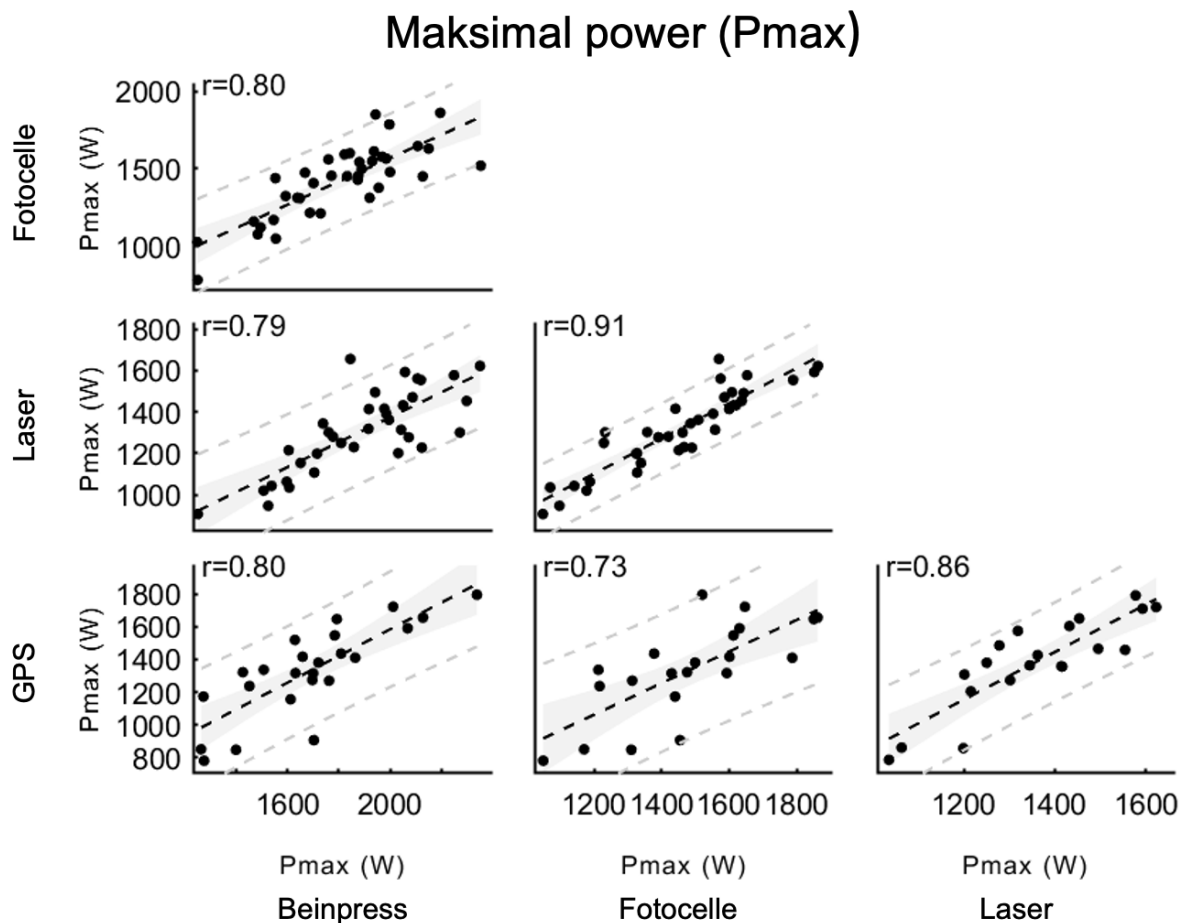
Det ble observert en signifikant sammenheng mellom F_0 fra GPS og F_0 fra beinpress ($r=0,55$, $p=0,01$), F_0 fra GPS og F_0 fra 30m sprint fotoceller ($r=0,66$, $p=0,01$), F_0 fra GPS og F_0 fra 30m sprint laser ($r=0,84$, $p=0,001$), F_0 fra 30m sprint laser og F_0 fra beinpress ($r=0,55$, $p=0,001$), F_0 fra 30m sprint laser og F_0 fra 30m sprint fotoceller ($r=0,82$, $p=0,001$) og F_0 fra 30m sprint fotoceller og F_0 fra beinpress ($r=0,66$, $p=0,001$) (figur 8).



Figur 8: Korrelasjonsanalyse på maksimal kraft (F_0) mellom 30m sprint fotoceller, 30m sprint laser, catapult/GPS og beinpress. N=Newton.

4.3 Maksimal power (P_{\max})

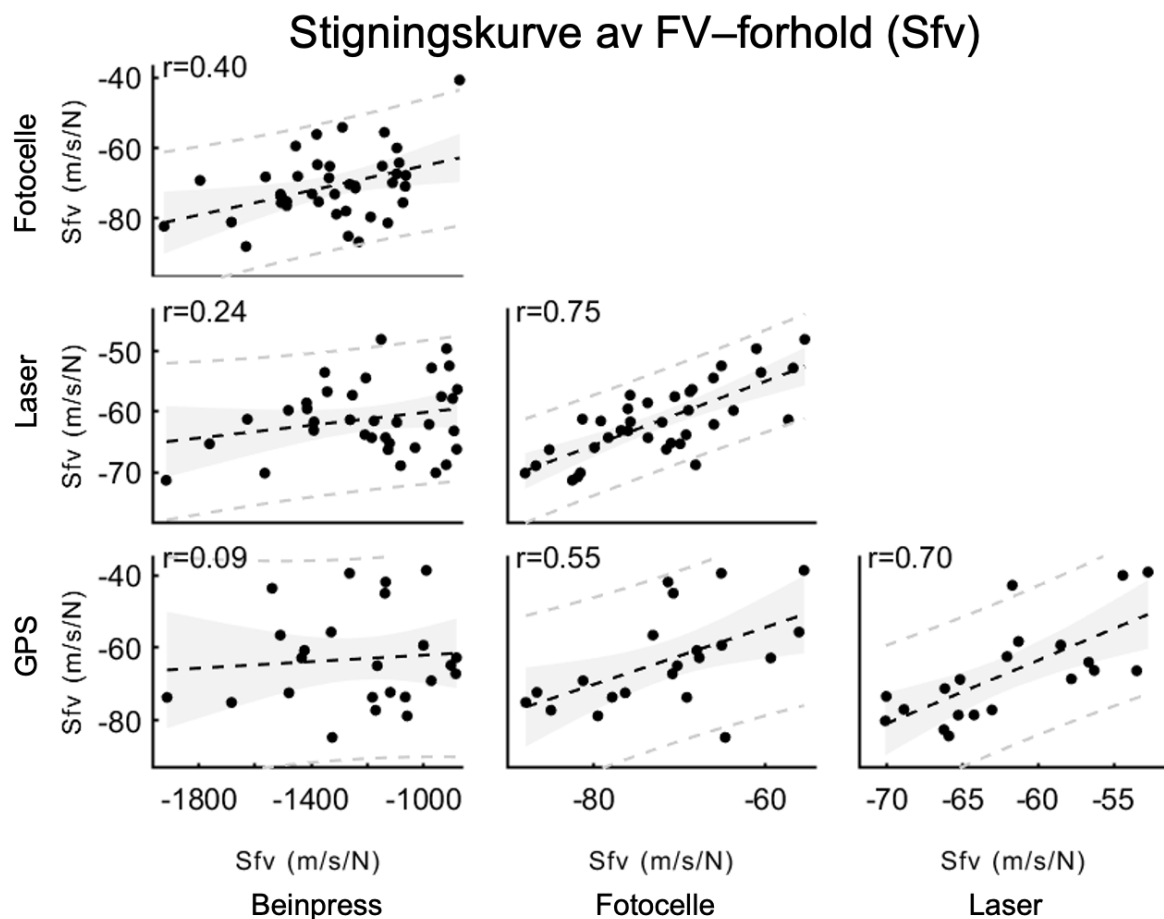
I maksimal power ble det funnet signifikant sammenheng mellom P_{\max} fra GPS og P_{\max} fra beinpress ($r=0,80$, $p=0,001$), P_{\max} fra GPS og P_{\max} fra 30m sprint fotoceller ($r=0,73$, $p=0,001$), P_{\max} fra GPS og P_{\max} fra 30m sprint laser ($r=0,86$, $p=0,001$), P_{\max} fra 30m sprint laser og P_{\max} fra beinpress ($r=0,79$, $p=0,001$), P_{\max} fra laser og P_{\max} 30m sprint fotoceller ($r=0,91$, $p=0,001$) og P_{\max} fra 30m sprint fotoceller og P_{\max} fra beinpress ($r=0,80$, $p=0,001$) (figur 9).



Figur 9: Korrelasjonsanalyse på maksimal power (P_{\max}) mellom 30m sprint fotoceller, 30m sprint laser, Catapult/GPS og beinpress. W=Watt.

4.4 Stigningskurve av KH-Forhold (S_{fv})

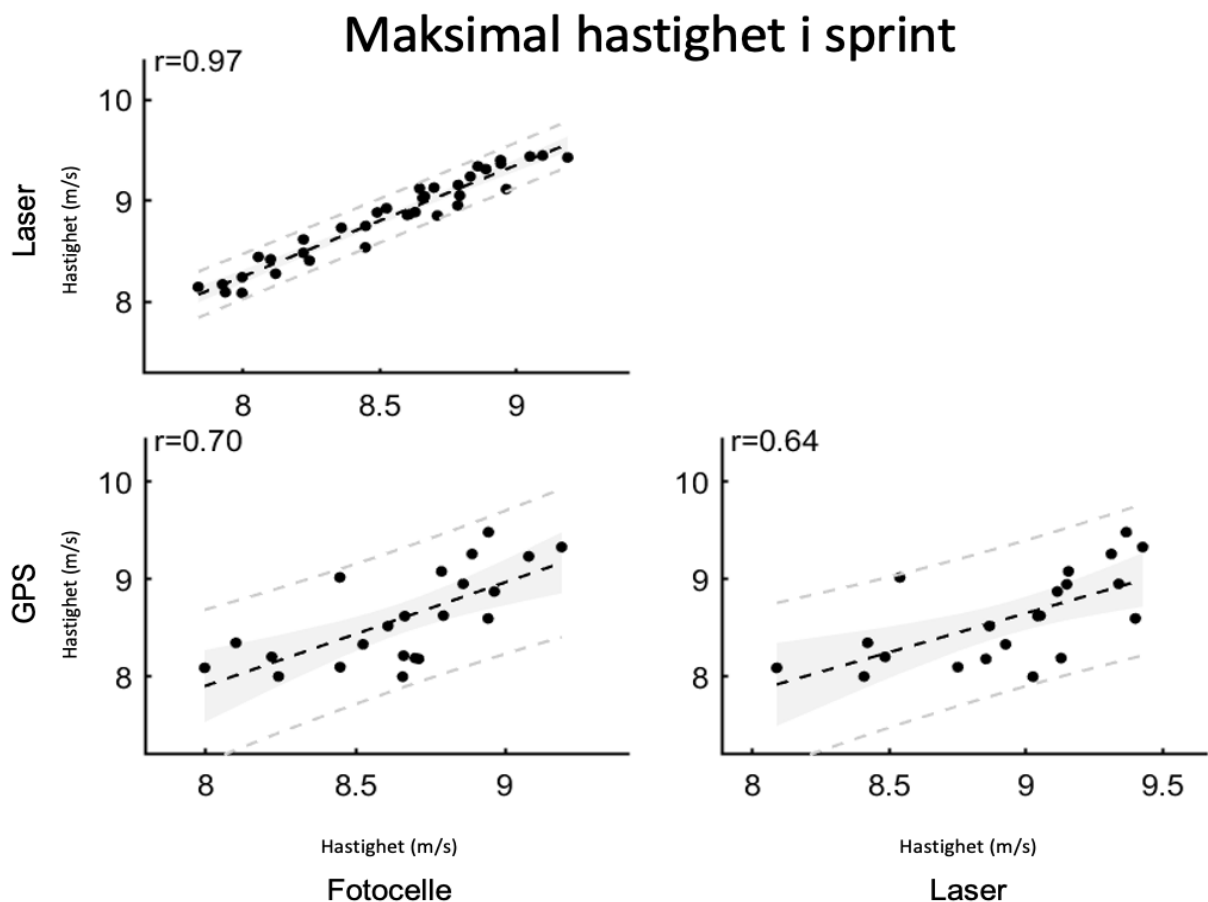
Stigningskurve av KH-forhold viser til noen signifikante sammenhenger. Som man ser så finner vi en signifikant sammenheng mellom S_{fv} fra GPS og S_{fv} fra 30m sprint fotoceller ($r=0,55$, $p=0,01$), S_{fv} fra GPS og S_{fv} fra 30m sprint laser ($r=0,70$, $p=0,001$), S_{fv} fra laser og S_{fv} fra 30m sprint fotoceller ($r=0,75$, $p=0,001$) og S_{fv} fra fotoceller og S_{fv} fra beinpress ($r=0,40$, $p=0,01$). Det ble ikke funnet noen signifikant sammenheng mellom S_{fv} fra GPS og S_{fv} fra beinpress ($r=0,09$, $p=0,68$) og S_{fv} fra 30m sprint laser og S_{fv} fra beinpress ($r=0,24$, $p=0,17$) (Figur 10).



Figur 10: Korrelasjonsanalyse på stigningskurve av KH-forhold (S_{fv}) mellom 30m sprint fotoceller, 30m sprint laser, catapult/GPS og beinpress. m/s/N=Meter per sekund/ Newton.

4.5 Maksimal hastighet i sprint

På maksimal hastighet i sprint ble det observert en signifikant sammenheng mellom maksimal hastighet i sprint fra GPS og maksimal hastighet i sprint fra 30m sprint fotoceller ($r=0,70$, $p=0,001$), maksimal hastighet i sprint fra GPS og maksimal hastighet i sprint fra 30m sprint laser ($r=0,64$, $p=0,001$) og maksimal hastighet i sprint fra 30m sprint laser og maksimal hastighet i sprint fra 30m sprint fotoceller ($r=0,97$, $p=0,001$) (figur 11)



Figur 11: Korrelasjonsanalyse på maksimal hastighet i sprint mellom 30m sprint fotoceller, 30m sprint laser og Catapult/GPS. m/s=meter per sekund.

Tabell 3. Sammenheng mellom KH variabler (F_0 , V_0 , P_{\max} , S_{fv}) fra beinpress, og fra sprint målt med GPS, laser og fotocelle.

	Uavhengig (x)	Avhengig (y)	r	R ²	Standardfeil	Stigningstall (b) (± 95 KI)	p-verdi	Skjæringspunkt (± 95 KI)	
F_0 (N)	Beinpress	GPS	0,55	0,30	101,30	0.15 [0.05, 0.25]	0,01	156.22 [-129.126, 441.56]	0,27
	Beinpress	Laser	0,55	0,31	56,26	0.07 [0.033, 0.10]	0,001	372.512 [268.056, 476.96]	0,00
	Beinpress	Fotoceller	0,66	0,44	68,83	0.108 [0.067, 0.15]	0,001	334.734 [219.41, 450.05]	0,00
	Fotoceller	GPS	0,66	0,44	94,98	0.935 [0.425, 1.44]	0,01	-26.654 [-360.828, 307.52]	0,87
	Fotoceller	Laser	0,82	0,68	38,50	0.669 [0.509, 0.82]	0,001	139.138 [35.789, 242.48]	0,01
	Laser	GPS	0,84	0,70	62,52	1.6 [1.082, 2.11]	0,001	-346.918 [-648.744, -45.09]	0,03
V_0 (m/s)	Beinpress	GPS	-0,36	0,13	0,39	-0.593 [-1.273, 0.08]	0,084	10.572 [8.988, 12.15]	0,00
	Beinpress	Laser	0,29	0,09	0,45	0.543 [-0.083, 1.16]	0,09	7.997 [6.59, 9.40]	0,00
	Beinpress	Fotoceller	0,32	0,11	0,42	0.592 [0.009, 1.17]	0,05	7.633 [6.322, 8.94]	0,00
	Fotoceller	GPS	0,45	0,20	0,25	0.326 [0.022, 0.62]	0,05	6.197 [3.438, 8.95]	0,00
	Fotoceller	Laser	0,94	0,89	0,15	0.973 [0.852, 1.09]	0,001	0.499 [-0.586, 1.58]	0,36
	Laser	GPS	0,35	0,12	0,28	0.253 [-0.076, 0.58]	0,12	6.831 [3.763, 9.9]	0,00
P_{\max} (w)	Beinpress	GPS	0,80	0,65	168,39	0.813 [0.548, 1.07]	0,001	-42.706 [-496.951, 411.54]	0,85
	Beinpress	Laser	0,79	0,62	123,83	0.524 [0.378, 0.6]	0,001	470.536 [233.684, 707.38]	0,00
	Beinpress	Fotoceller	0,80	0,65	139,99	0.563 [0.422, 0.70]	0,001	517.997 [288.366, 747.62]	0,00
	Fotoceller	GPS	0,73	0,53	204,68	0.964 [0.529, 1.4]	0,001	-94.542 [-745.197, 556.11]	0,76
	Fotoceller	Laser	0,91	0,83	83,28	0.831 [0.698, 0.96]	0,001	118.957 [-73.764, 311.67]	0,22
	Laser	GPS	0,86	0,74	138,17	1.36 [0.964, 1.75]	0,001	-506.104 [-1047.825, 35.61]	0,07
S_{fv} (m/s/N)	Beinpress	GPS	0,09	0,01	13,55	0.004 [-0.018, 0.02]	0,68	-57.539 [-85.218, -29.86]	0,00
	Beinpress	Laser	0,24	0,06	5,80	0.004 [-0.002, 0.01]	0,17	-55.515 [-63.947, -47.08]	0,00
	Beinpress	Fotoceller	0,40	0,16	9,03	0.012 [0.003, 0.02]	0,01	-55.182 [-67.625, -42.7]	0,00
	Fotoceller	GPS	0,55	0,30	11,49	0.789 [0.207, 1.37]	0,01	-7.005 [-48.92, 34.90]	0,73
	Fotoceller	Laser	0,75	0,56	4,05	0.51 [0.351, 0.66]	0,001	-24.959 [-36.404, -13.51]	0,00
	Laser	GPS	0,70	0,49	8,90	1.549 [0.761, 2.33]	0,001	32.726 [-16.298, 81.74]	0,18

SEE= standardfeil, b= betakoeffisient, F_0 = maksimal kraft, N= Newton, V_0 = maksimal hastighet, m/s= meter per sekund, P_{\max} = maksimal power, w= watt, S_{fv} = Signingskurve av KH-Forhold og KI= konfidensintervall.

Tabell 4 Sammenheng mellom maksimal hastighet fra fotoceller, laser og GPS

	Uavhengig (x)	Avhengig (y)	r	R ²	Standardfeil	Stigningstall (b) (± 95 KI)	p-verdi	Skjæringspunkt (± 95 KI)	
Max velocity	Fotoceller	GPS	0,70	0,49	0,35	1.061 [0.554, 1.56]	0,001	-0.577 [-4.966, 3.81]	0,79
	Fotoceller	Laser	0,97	0,94	0,11	1.099 [1.001, 1.19]	0,0001	-0.54 [-1.382, 0.30]	0,20
	Laser	GPS	0,64	0,42	0,37	0.802 [0.346, 1.25]	0,01	1.438 [-2.645, 5.52]	0,47

SEE= standardfeil, b= betakoeffisient og KI= konfidensintervall.

5 Diskusjon

5.1 Metodediskusjon

5.1.1 Tester og målinger

Utøverne i denne studien var toppidretts- og semiprofesjonelle fotballspillere fra en eliteserieklass. Alle spillere har tidligere erfaringer med styrketrening og fysisk testing. Det blir derfor antatt at spillere har en god motorisk kontroll og evne til å gjennomføre testene. Det at testene ble gjennomført på samme sted og med det samme utstyret for A- og B-laget, er for å øke reliabiliteten til studiet (McGuigan, 2016). God planlegging og kommunikasjon mellom testleder, trener og deltakere er en annen faktor for en god reliabiliteten til testene (McGuigan, 2016).

I idrettsvitenskap er det å drive med testing i lab nødvendig for å kunne identifisere/observere resultater opp imot GPS data som i denne studien, men også i studier som tar for seg treningsintervensjoner. Det som vil være viktig er at tester er gyldige og pålitelighet og nøyaktighet av testutstyr (Thomas, Nelson, & Silverman, 2015). For at vi skulle ha høyest mulig gyldighet og pålitelighet så ble det brukt Brower system sammen med Musclelab for å kunne sammenligne resultatet opp mot hverandre for å sikre kvalitet. Som kjent så er restitusjonstid før testing innen idrettsvitenskap en av flere viktige faktorer som vil være en avgjørende faktor for å kunne prestere på testene (Heidari et al., 2019; Lee et al., 2017). Testene ble utført på en dag for A-laget og en annen dag for B-laget og ble gjort under landslagspause. Dette gjorde det sånn at man kunne legge inn god restitusjon på spillerne som lå på gjennomsnitt på 8,2 dager på A-Laget og 8 dager på B-laget.

30 meter sprint

Ting som påvirker sprintresultater kan være ytre påvirkninger som vær, vind, temperatur og underlag. Som nevnt tidligere ble sprinttesten gjennomført innendørs i en gang som er laget til en løpebane. Her ville ikke vær, vind og temperatur ha noe påvirkning på resultatet og underlaget var godt og fast å løpe på. På selve testprosedyren skulle man ha en standardisert start, der foten og kroppen måtte stå i ro før dem startet. Når foten forlot startstreken, ble testen startet. For å unngå dårlig start, ble det gitt en muntlig beskjed når utøveren kunne starte. Ble det gjort en feil i selve starten ble utøveren stoppet umiddelbart og fikk litt pause før utøveren fikk prøve på nytt. Dette ble gjort for at utøveren ikke skulle få et dårlig resultat på bakgrunn av den dårlige starten og at utøveren ikke skulle bli utmattet uten hensikt.

Keiser beinpress

I bein press testen var det ingen store faktorer som kunne påvirke testresultatet. En ting som kan være er at vinkelen på kneleddet var på henholdsvis 90 grader. Baserer vi på biomekaniske lover momentarm og dreiemoment, vil evnen til å kunne produsere kraft være større i en 90 graders vinkel sammenlignet med et lengre bevegelsesmønster. For å sette 90 graders vinkel på utøverne ble det gjort visuelt, som vil kunne ha noe svakhet for å få det helt likt på alle utøverne.

En fellesnevner under testing kommer vi til verbal motivasjon for å dele ut testresultater til utøver og andres utøvers resultater og verbal motivasjon under testing. Utøverne fikk bare vite sin egen tid for hver godkjente sprintløp, under beinpress fikk dem vite det når dem var ferdig med testen. Det kan ikke utelukkes at utøverne delte testresultatene sine med hverandre i senere tid, som kan ha påvirket resultatet.

Ved verbal motivasjon under testene ble det gitt verbal motivasjon på beinpress og sprint. Det var til tider ulik motivasjon på grunn av at det til tider var flere testledere og støtteapparatet til IK Start til stede. Dette kan ha gitt ulik mengde motivasjon til utøverne og kan ha vært en påvirkning på resultatet, men det vil bare være spekulasjoner.

5.1.2 GPS/Catapult

Ved bruk av GPS systemet Catapult vil dette gi et objektivt mål på bevegelse og den fysiske prestasjon fra fotballbanen. Catapult-enheten og en tilhørende software vil samle inn store data mengder som vil inneholde gjennomsnitt og maksimal hastighet, ulike tider i hastighetssoner, antall sprinter og hopp for å nevne noe.

Utøverne er godt vant til å bruke slikt utstyr, de har også brukt disse enhetene sammenhengende over 9 uker, dette er med på å bidra til økt sikkerhet om at utøverne hadde en god uke der dem presterte godt, men at de har data fra lengre tid sånn at dataen blir mest valide. Det er blitt observert i adferds studier der utøvere har tendens til å ha økt sin prestasjon ettersom de overvåkes (Campbell, Maxey, & Watson, 1995; Chiesa & Hobbs, 2008). Dette vil man kunne anta hvis det hadde vært et tilfelle under denne undersøkelsen når man ønsker å vise seg fra sin beste side (Prapavessis, Grove, & Eklund, 2004).

Det finnes ulike ting som kan ha påvirket resultatet under denne perioden der Catapult-enhetene ble brukt. Vi måtte bare stole på at samme spiller brukte samme enhet hver gang for at dataen skal være valide. Dette tar vi for gitt at klubben har kontroll på at spillerne brukte samme enhet. En annen ting man må ta høyde for i denne studien er at utøverne brukte enhetene på trening og kamp, det er uklart om hva som er blitt brukt i dataene. Om det er fullstendige treningsøkter, eller om de kun er brukt under standardisert spill økter under trening. Man kan derfor ikke utelukke at dataene er hentet fra øvelser som inneholder høy- eller lavintensitets hastigheter.

Under datainnsamling på hastighet foregikk med en frekvens på 10Hz på GPS-enheten, da dette har vist seg å være den mest nøyaktige innsamlingshastighet hvis vi sammenligner med 1 eller 5Hz (Scott et al., 2016). I hver sensor så har man IMU-enhet, denne tar for seg akselerometer, gyrometer og magnetometer har en innsamlingshastighet på 100Hz. Denne hastigheten er det som gir en mest akseptabel nøyaktighet når man skal gjennomføre målinger på løping (Provot, Chimentin, Oudin, Bolaers, & Murer, 2017). For å sikre at enhetene paret seg opp mot satellittene og skulle unngå forstyrrelser i signalene, for det er mulig at signaler

kan blir forstyrret av høye bygninger som for eks. Stadion (Larsson, 2003; Scott et al., 2016). For å unngå dette ble enhetene oppbevart åpent, og utendørs før spillerne skulle bruke dem.

5.2 Resultatdiskusjon

5.2.1 Kraft-hastighetsprofilering

I nyere tider har en metode for KH-profilering vist lovende resultater av å individualisere treningen for å øke vertikal spenst (Jiménez-Reyes et al., 2018; Marcote-Pequeño et al., 2019; Slimani, Paravlic, & Granacher, 2018). Ved bruk av denne metoden ser man en betydelig verdi å kunne forbedre prestasjon hos idrettsutøvere. Maksimal effekt eller «power» (P_{\max}) som underekstremitetene kan generere, er en viktig faktor for ballistisk prestasjon (Yamauchi & Ishii, 2007). I tillegg til P_{\max} vil ballistisk prestasjon påvirkes av den individuelle kombinasjonen av individets KH-profil (S_{fv}) (Samozino et al., 2014; Samozino, Rejc, Di Prampero, Belli, & Morin, 2012). Maksimal kraft er en allment kjent faktor relatert til hopp og sprintytelse. Dette bestemmes av både kraft og hastighetsproduksjonskapasitet (Samozino et al., 2016; Samozino et al., 2012). Denne ytelsen er hovedsakelig avhengig av det nevro-muskulærets systemets evne til å kunne generere høyere nivå av kraft, sikre effektiv anvendelse av kraften og produsere denne effektive kraften ved høy hastighet (Jiménez-Reyes et al., 2018; Jean-Benoît Morin & Samozino, 2016). Dermed vil man kunne inkludere S_{fv} som vil gi en mer nøyaktighet av utøverens maksimale KH-kapasiteten (Jean-Benoît Morin & Samozino, 2016; Samozino et al., 2012).

Ettersom mengden kraft som skal genereres av en muskel eller muskelgruppe så er dette avhengig av aktin og myosin tverrbroer, kraftproduksjonen reduseres når sammentrekningshastigheten øker. Dette vil lede oss til muskelkraft av submaksimal kraft og hastighetsverdier (Fenwick, Wood, & Tanner, 2017).

5.2.2 Kraft-hastighetsprofilering med GPS

Det å skulle kunne forbedre fotballspillere har alltid vært et tema innenfor idrettsvitenskap og kunne observere belastninger som kan føre til skader. Som nevnt tidligere så har det å benytte seg av GPS data i fotball vært godt benyttet for å observere og analysere data som distanse og hastighet (Akenhead & Nassis, 2016; Scott et al., 2016). Det å bruke data fra GPS vil man

kunne få et stort spekter av analyser for å kunne finne ut hvor spillere kan forbedre seg (Akenhead & Nassis, 2016; Bourdon et al., 2017; Cummins et al., 2013; Wallace et al., 2014). KH-profilering vil kunne gi en profil der man ser hvor den enkelte spillerens kraft eller hastighetsmangel (Jiménez-Reyes et al., 2017). I denne studien så ser vi på sammenheng fra KH-profil fra lab og fra GPS data, men finnes det en sammenheng?

Resultatet fra GPS opp mot sprint og beinpress fra testresultatene viser at det er flere gode sammenhenger mellom de ulike variablene som blir brukt i KH-profilering. Det vises at det er en signifikant sammenheng mellom maksimal hastighet V_0 fra GPS og V_0 fra 30m sprint fotocelle ($r=0,45$, $p=0,04$), i maksimal kraft fant vi flere gode sammenhenger mellom F_0 fra GPS og F_0 fra beinpress ($r=0,55$, $p=0,01$) (figur 7), F_0 fra GPS og F_0 fra 30m sprint fotoceller, ($r=0,66$, $p=0,01$), F_0 fra GPS og F_0 fra 30m sprint laser ($r=0,84$, $p=0,001$) (figur 8), det samme gjelder sammenhengen mellom maksimal power P_{max} fra GPS og P_{max} fra beinpress ($r=0,80$, $p=0,001$), P_{max} fra GPS og P_{max} fra 30m sprint fotoceller ($r=0,73$, $p=0,001$), P_{max} fra GPS og P_{max} fra 30m sprint laser ($r=0,86$, $p=0,001$) og P_{max} fra beinpress ($r=0,80$, $p=0,001$) (figur 9). Sammenhengen mellom stigningskurven av KH-forhold S_{fv} fra GPS og S_{fv} fra 30m sprint fotoceller ($r=0,55$, $p=0,01$) og S_{fv} fra GPS og S_{fv} fra 30m sprint laser ($r=0,70$, $p=0,001$) (figur 10), sammenhengen mellom maksimalhastighet og GPS og maksimal hastighet i sprint fra 30m sprint fotoceller ($r=0,70$, $p=0,001$) og maksimal hastighet i sprint fra GPS maksimal hastighet i sprint fra 30m sprint laser ($r=0,64$, $p=0,001$) (figur 11).

Det ble ikke funnet noen signifikant sammenheng mellom V_0 fra GPS og V_0 beinpress ($r=-0,36$, $p=0,08$), V_0 fra GPS og V_0 fra 30m sprint laser ($r=0,35$, $p=0,12$) (figur 7) og S_{fv} fra GPS og S_{fv} fra beinpress ($r=0,09$, $p=0,68$) (figur 10).

Bakgrunnen for at disse variablene ikke viser en sammenheng fra test resultatene i lab vil være vanskelig å si og vil bare være spekulasjoner i forhold til at det finnes for lite forskning på dette feltet. I forhold til 30m sprint laser, er at det var flere tilfeller der utøverne løp for mye på siden av løpebanen at dem havnet utenfor der laseren siktet, og dette vil kunne hatt en påvirkning på resultatet. En annen ting det bare kan spekuleres i er at det vil være vanskeligere å kunne få godt nok resultat fra GPS opp mot test resultatene fra beinpress.

5.2.3 Kraft-hastighetsprofilering i beinpress

Det er velkjent at sprintbaserte idretter er sterkt påvirket av utøverens evne til å produsere høy kraft med effekt (Cronin & Hansen, 2005; Jean-Benoît Morin et al., 2012). I en studie ble testet utøvere fra skeleton, der 7 elite (a) og 5 gode utøvere (b) ble overvåket i 18 måneder for å se på KH-profil. Det ble brukt keiser A420 beinpress og 15m slede der dem målte hastighet med fotoceller. Funnene i denne studien viser den første fasen en økning i maksimal kraft (F_0) og reduksjon i maksimal hastighet (V_0). For gruppe A var disse større enn gruppe B (a: F_0 : 23,6% og V_0 -12,5%. b: F_0 : 6,1% og V_0 :-7,6%) (Colyer, Stokes, Bilzon, Holdcroft, & Salo, 2018).

I en nyere artikkel gjort av Lindberg (2021) undersøkte en test-retest påliteligheten og samsvar på tvers av ulike metoder for å vurdere individuelle KH-profiler på underekstremiteter hos idrettsutøvere. Testene som ble brukt i denne studien var knebøy (SJ), counter movement jump (CMJ) og beinpress. Det ble brukt kraftplate på SJ og CMJ for å måle KH-profil. Det ble testet i 4 perioder under hele studien. Funnene i denne studien fant at F_0 og P_{max} varierte fra ($r=0,56-0,95$), og for V_0 og S_{fv} ($r= -0.39-0.78$). Det var bare beinpress-testen som viste akseptabel pålitelighet fra de fire KH-variablene (F_0 , V_0 , P_{max} og S_{fv}). Det var en stor, nesten perfekt tilknytting på tvers av målemetoder for F_0 og P_{max} . Mens sammenhengen for V_0 og S_{fv} varierte fra trivielt til stort (Lindberg et al., 2021).

Av resultatene i denne oppgaven kan man sammenligne resultatene fra de nevnte studiene over. Maksimal hastighet (V_0) viser sammenhengen på V_0 fra 30m sprint fotocelle og V_0 fra beinpress ($r=0,32$, $p=0,05$) som også en god sammenheng, derimot V_0 fra 30m sprint laser og V_0 fra beinpress ($r=0,29$, $p=0,09$) (figur 7). For stigningskurven av KH-forhold (S_{fv}) som viser en dårlig sammenheng fra beinpress opp mot laser og fotoceller. S_{fv} fra fotoceller og S_{fv} fra beinpress ($r=0,40$, $p=0,01$) som viser en god sammenheng, ser man på S_{fv} fra 30m sprint laser og S_{fv} fra beinpress ($r=0,24$, $p=0,17$) (Figur 10) finner man ikke en god sammenheng. Både laser og fotoceller skal klare å måle den maksimale hastigheten som utøverne skal oppnå, noe som kan forklare denne forskjellen. Det vil bare bli en spekulasjon at det finnes tilfeller der spillerne løp for mye på den ene siden av løpebanen, slik at laseren ikke traff personen

under hele løpet. Uansett så kan disse resultatene sammenlignes opp mot artikkel til Lindberg (2021) der dem fikk variert sammenheng på V_0 og S_{fv} .

Maksimal kraft (F_0) og Maksimal power (P_{max}) viser en god sammenheng med beinpress opp mot laser og fotoceller. F_0 fra 30m sprint laser og F_0 fra beinpress ($r=0,55$, $p=0,001$) og F_0 fra 30m sprint fotoceller og F_0 fra beinpress ($r=0,66$, $p=0,001$) (figur 8), P_{max} fra 30m sprint laser og P_{max} fra beinpress ($r=0,79$, $p=0,001$) og P_{max} fra 30m sprint fotoceller og P_{max} fra beinpress ($r=0,80$, $p=0,001$) (figur 9). Fra studien til Lindberg (2021) så kan man sammenligne funnene dem fikk opp mot hva jeg fant i disse testene, der begge viser en god sammenheng med F_0 og P_{max} .

5.2.4 KH-profilering i sprint

Kroppens evne til å skape maksimal kraft er knyttet til en rekke prestasjonsfaktorer og sportslig suksess. Forholdet mellom power og KH-profilering karakteriseres av grensene for det nevromuskulære systemet for å produsere kraft (Lindberg et al., 2021).

Evnen til å utføre fotballrelaterte bevegelser med høy hastighet antas å være en nøkkelfaktor for å oppnå suksess i fotball, for lineare sprinter utgjør dette 45% og er et av det hyppigste handlingene i målsituasjoner under profesjonelle kamper (Marcote-Pequeño et al., 2019).

I artikkelen til Samzino (2016) gjennomgås det to typer to typer metoder som ser på forholdet mellom power og KH-forhold og mekanisk effektivitet av kraftpåføring i sprintløp. Hensikten med denne studien hadde som mål om å finne en enkel feltmetode for å kunne bestemme power og KH-forhold. Funnene i denne undersøkelsen med lav bias for samsvar mellom begge metodene for maksimal kraft (638 ± 84 N), hastighet ($10,5 \pm 0,74$ m / s), power (1680 ± 280 W). Stigningskurven mellom kraft og hastighet og den mekaniske effektiviteten av kraft viste god validitet. Disse funnene støtter gyldigheten av den foreslåtte, enkle metoden for praktisk for feltbruk for å bestemme F-v (KH-profil) og P-v (Power-hastighet) forhold og de tilknyttende variablene (F_0 , V_0 , P_{max} , S_{fv}) i sprintløp (Samozino et al., 2016).

I en denne studien av Jean-Benoit Morin (2020) der han presenterer en metode for å finne spillernes akselerasjonshastighet (AS) profil i «in situ». Morin (2020) samlet 16 profesjonelle mannlige fotballspillere fra øverste divisjon i den italienske ligaen på over flere økter.

Datainnsamlingen ble samlet mellom to faser i en to ukers periode, 2 uker opphold også 2 nye uker. I datasamlingen ble spillerne kontinuerlig overvåket med den samme GPS-enheten. Disse enhetene var plassert inn i tettsittende vester. Treningsøktene inneholdt 5 fotballtreninger, 1 treningsøkt og en offisiell fotballkamp per uke. Fra de offisielle fotballkampene ble det ikke brukt GPS-enheter.

Resultatene viste svært lineære AS-profiler (akselerasjon-fart) for alle spillere (alle $R^2 > 0,984$) som tillot å ekstrapolere den teoretiske maksimale hastigheten og akselerasjonene som individets maksimale kapasitet. God pålitelighet ble observert mellom AS-profiler som ble bestemt med to ukers mellomrom for spillerne som ble testet

Selv om man ikke kan direkte sammenligne eksisterende litteratur, så er det en begrepsmessig nærhet mellom «in situ» AS-profilering og KH-profilering. Variablene S_0 er faktisk det samme mekaniske variabelen som V_0 og av newtons bevegelses lover er A_0 og F_0 .

De typiske verdiene som ble funnet i denne studien er bemerkelsesverdig nær de som tidligere ble rapportert av forskjellige forskningsgrupper av profesjonelle mannlige fotballspillere: S_0 på 9-10 m / s i denne studien versus V_0 på 9,3 i gjennomsnitt for (Jiménez-Reyes et al., 2020), 9.25 for (Jiménez-Reyes et al., 2018), eller 9.2 for (Haugen, Breitschädel, & Samozino, 2020; Haugen, Breitschädel, & Seiler, 2019) A_0 på 7,2-7,7 m / s² i denne studien versus F_0 på 7,11 N / kg i gjennomsnitt for (Jiménez-Reyes et al., 2020), 7,35 for (Jiménez-Reyes et al., 2018), eller 8.4-8.5 for (Haugen et al., 2020; Haugen et al., 2019).

Funnene i min undersøkelse kan vi sammenligne med de resultatene som hadde en signifikant sammenheng. For V_0 fra GPS og V_0 fra 30m sprint fotocelle ($r=0,45$, $p=0,04$), V_0 fra 30m sprint fotocelle og V_0 fra beinpress ($r=0,32$, $p=0,05$) og V_0 fra 30m sprint laser og V_0 fra 30m sprint fotocelle ($r=0,94$, $p=0,001$) (figur 7).

For maksimal kraft F_0 fra GPS og F_0 fra beinpress ($r=0,55$, $p=0,01$), F_0 fra GPS og F_0 fra 30m sprint fotoceller ($r=0,66$, $p=0,01$), F_0 fra GPS og F_0 fra 30m sprint laser ($r=0,84$, $p=0,001$), F_0 fra 30m sprint laser og F_0 fra beinpress ($r=0,55$, $p=0,001$), F_0 fra 30m sprint laser og F_0 fra 30m sprint fotoceller ($r=0,82$, $p=0,001$) og F_0 fra 30m sprint fotoceller og F_0 fra beinpress ($r=0,66$, $p=0,001$) (figur 8).

I maksimal power var det signifikant sammenheng mellom P_{\max} fra GPS og P_{\max} fra beinpress ($r=0,80$, $p=0,001$), P_{\max} fra GPS og P_{\max} fra 30m sprint fotoceller ($r=0,73$, $p=0,001$), P_{\max} fra GPS og P_{\max} fra 30m sprint laser ($r=0,86$, $p=0,001$), P_{\max} fra 30m sprint laser og P_{\max} fra beinpress ($r=0,79$, $p=0,001$), P_{\max} fra laser og P_{\max} 30m sprint fotoceller ($r=0,91$, $p=0,001$) og P_{\max} fra 30m sprint fotoceller og P_{\max} fra beinpress ($r=0,80$, $p=0,001$) (figur 9).

Stigningskurve av KH forhold så viste signifikant sammenheng mellom S_{fv} fra GPS og S_{fv} fra 30m sprint fotoceller ($r=0,55$, $p=0,01$), S_{fv} fra GPS og S_{fv} fra 30m sprint laser ($r=0,70$, $p=0,001$), S_{fv} fra laser og S_{fv} 30m sprint fotoceller ($r=0,75$, $p=0,001$) og S_{fv} fra fotoceller og S_{fv} fra beinpress ($r=0,40$, $p=0,01$) (figur10).

Den maksimale hastigheten i sprint viser signifikant sammenheng fra GPS og maksimal hastighet i sprint fra 30m sprint fotoceller ($r=0,70$, $p=0,001$), maksimal hastighet i sprint fra GPS og maksimal hastighet i sprint fra 30m sprint laser ($r=0,64$, $p=0,001$) og maksimal hastighet i sprint fra 30m sprint laser og maksimal hastighet i sprint fra 30m sprint fotoceller ($r=0,97$, $p=0,001$) (figur 11).

Det ble ikke vist noen signifikant sammenheng mellom V_0 fra GPS og V_0 beinpress ($r=-0,36$, $p=0,08$), V_0 fra GPS og V_0 fra 30m sprint laser ($r=0,35$, $p=0,12$) og V_0 fra 30m sprint laser og V_0 fra beinpress ($r=0,29$, $p=0,09$) (figur 7) og S_{fv} fra GPS og S_{fv} fra beinpress ($r=0,09$, $p=0,68$) og S_{fv} fra 30m sprint laser og S_{fv} fra beinpress ($r=0,24$, $p=0,17$) (Figur 10).

Avslutningsvis bør et aspekt trekkes inn som vil kunne påvirke resultatene. Keepere har vanligvis ikke et stort spekter av bevegelsesområde på banen kontra en ving som heller vil kunne nå toppfart i kampsituasjoner. Keepere har ikke lange nok spurter til å kunne gjennomføre sprinter der dem når topphastighet (White et al., 2018). Det er tidligere observert i studier der utespillere som utfører en sprint ca. hvert 90. sekund (Burgess, Naughton, & Norton, 2006; Osgnach, Poser, Bernardini, Rinaldo, & Di Prampero, 2010; Stølen, 2005). Der keeperne i snitt bare utfører to korte sprinter i løpet av en kamp (White et al., 2018), men det skal sies at det er veldig situasjonsbestemt i kamper der keepere er mer aktive enn andre kamper. For at man skal utelukke for korte sprinter, så er catapultenhetene innstilt på at det bare skal registrere sprinter på over 5 km/t over minimum 0.9 sekunder mellom sone 2 og 3.

Dette gjør at hastighetsøkninger i form av hopp til siden, eller når dem slenger seg etter ballen vil muligens ikke bli registrert som en akselerasjon.

6 Konklusjon

Funnene i denne studien på sammenhengen mellom prestasjon på GPS og lab testing viser at flere variabler har en signifikant sammenheng. Dette tyder på at det vil være mulig å kunne få informasjon om spillerens KH-profiler fra GPS uten å måtte gjennomføre en slik test i lab. Dette vil kunne da brukes som et verktøy for å følge spillerens kapasiteter over tid, uten å gjennomføre fysiske tester. Det var noen variabler der man ikke fant signifikant sammenheng, og resultatene må derfor tolkes ut fra feilmarginen til hver enkelt variabel.

Til videre forskning ville det være interessant å se på samme type metode og data som går gjerne over en hel sesong som kanskje vil gi et bedre resultat på de ulike variablene og se forandringer gjennom en sesong.

Nøkkelord: Kraft-hastighetsprofilering, GPS, beinpress og sprint.

7 litteraturliste

- Akenhead, R., & Nassis, G. P. (2016). Training load and player monitoring in high-level football: current practice and perceptions. *International journal of sports physiology and performance*, *11*(5), 587-593.
- Alcaraz, P. E., Carlos-Vivas, J., Oponjuru, B. O., & Martinez-Rodriguez, A. (2018). The effectiveness of resisted sled training (RST) for sprint performance: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, *48*(9), 2143-2165.
- Ali, A. (2011). Measuring soccer skill performance: a review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *21*(2), 170-183.
- Ali, A., Williams, C., Hulse, M., Strudwick, A., Reddin, J., Howarth, L., . . . McGregor, S. (2007). Reliability and validity of two tests of soccer skill. *Journal of Sports Sciences*, *25*(13), 1461-1470. doi:10.1080/02640410601150470
- Andersson, H., Ekblom, B., & Krstrup, P. (2008). Elite football on artificial turf versus natural grass: movement patterns, technical standards, and player impressions. *Journal of Sports Sciences*, *26*(2), 113-122.
- Aquino, R., Carling, C., Maia, J., Vieira, L. H. P., Wilson, R. S., Smith, N., . . . Garganta, J. (2020). Relationships between running demands in soccer match-play, anthropometric, and physical fitness characteristics: a systematic review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *20*(3), 534-555.
- Bangsbo, J., & Lindquist, F. (1992). Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *International journal of sports medicine*, *13*(02), 125-132.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*, *24*(7), 665-674. doi:10.1080/02640410500482529
- Black, G. M., Gabbett, T. J., Johnston, R. D., Cole, M. H., Naughton, G., & Dawson, B. (2018). The influence of physical qualities on activity profiles of female Australian football match play. *International journal of sports physiology and performance*, *13*(4), 524-529.
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of sports science & medicine*, *6*(1), 63.

- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., . . . Gregson, W. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International journal of sports physiology and performance*, *12*(s2), S2-161-S162-170.
- Bradley, P., Bendiksen, M., Dellal, A., Mohr, M., Wilkie, A., Datson, N., . . . Bangsbo, J. (2014). The Application of the Y o-Y o Intermittent Endurance Level 2 Test to Elite Female Soccer Populations. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *24*(1), 43-54.
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krusturup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, *27*(2), 159-168.
- Burgess, D., Naughton, G., & Norton, K. (2006). Profile of movement demands of national football players in Australia. *Journal of science and medicine in sport*, *9*(4), 334-341.
- Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., & Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human movement science*, *39*, 1-11.
- Campbell, J. P., Maxey, V. A., & Watson, W. A. (1995). Hawthorne effect: implications for prehospital research. *Annals of emergency medicine*, *26*(5), 590-594.
- Carling, C., Bradley, P., McCall, A., & Dupont, G. (2016). Match-to-match variability in high-speed running activity in a professional soccer team. *Journal of Sports Sciences*, *34*(24), 2215-2223.
- Carling, C., Williams, A. M., & Reilly, T. (2005). *Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance*: Psychology Press.
- Casajús, J. A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *Journal of sports medicine and physical fitness*, *41*(4), 463-469.
- Castagna, C., Impellizzeri, F., Cecchini, E., Rampinini, E., & Alvarez, J. C. B. (2009). Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(7), 1954-1959.
- Chiesa, M., & Hobbs, S. (2008). Making sense of social research: How useful is the Hawthorne Effect? *European Journal of Social Psychology*, *38*(1), 67-74.
- Collet, C. (2013). The possession game? A comparative analysis of ball retention and team success in European and international football, 2007–2010. *Journal of Sports Sciences*, *31*(2), 123-136.

- Colyer, S. L., Stokes, K. A., Bilzon, J. L., Holdcroft, D., & Salo, A. I. (2018). Training-related changes in force–power profiles: implications for the skeleton start. *International journal of sports physiology and performance*, 13(4), 412-419.
- Comfort, P., Bullock, N., & Pearson, S. J. (2012). A comparison of maximal squat strength and 5-, 10-, and 20-meter sprint times, in athletes and recreationally trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 937-940.
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res*, 19(2), 349-357.
- 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), 1025-1042.
- Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1489-1494.
- Dobbs, I. (2017). Force-velocity profiling.
- Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T. (2018). Movement economy in soccer: Current data and limitations. *Sports*, 6(4), 124.
- Drageset, S. E., S. (2009). *Forståelse av kvantitativ helseforskning - en introduksjon og oversikt. Norsk Tidsskrift for Helseforskning.*
- Ekstrand, J., Waldén, M., & Häggglund, M. (2004). A congested football calendar and the wellbeing of players: correlation between match exposure of European footballers before the World Cup 2002 and their injuries and performances during that World Cup. *British journal of sports medicine*, 38(4), 493-497.
- El-Rabbany, A. (2002). *Introduction to GPS: the global positioning system*: Artech house.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625-631.
- Fenwick, A. J., Wood, A. M., & Tanner, B. C. (2017). Effects of cross-bridge compliance on the force-velocity relationship and muscle power output. *PloS one*, 12(12), e0190335.
- Gjerset, A., Nilsson, J., Wulf Helge, J., & Enoksen, E. (2015). *Idrettens treningslære*: Gyldendal Norsk Forlag A/S.
- Gould, D., Dieffenbach, K., & Moffett, A. (2002). Psychological characteristics and their development in Olympic champions. *Journal of applied sport psychology*, 14(3), 172-204.

- Gregson, W., Drust, B., Atkinson, G., & Salvo, V. (2010). Match-to-match variability of high-speed activities in premier league soccer. *International journal of sports medicine*, 31(04), 237-242.
- Gréhaigne, J.-F., & Godbout, P. (1995). Tactical knowledge in team sports from a constructivist and cognitivist perspective. *Quest*, 47(4), 490-505.
- Haugen, T. A., Breitschädel, F., & Samozino, P. (2020). Power-force-velocity profiling of sprinting athletes: methodological and practical considerations when using timing gates. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(6), 1769-1773.
- Haugen, T. A., Breitschädel, F., & Seiler, S. (2019). Sprint mechanical variables in elite athletes: Are force-velocity profiles sport specific or individual? *PloS one*, 14(7), e0215551.
- Haugen, T. A., Tønnessen, E., Hisdal, J., & Seiler, S. (2014). The role and development of sprinting speed in soccer. *International journal of sports physiology and performance*, 9(3), 432-441.
- Heidari, J., Beckmann, J., Bertollo, M., Brink, M., Kallus, K. W., Robazza, C., & Kellmann, M. (2019). Multidimensional monitoring of recovery status and implications for performance. *International journal of sports physiology and performance*, 14(1), 2-8.
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O., & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *International journal of sports medicine*, 32(9), 677.
- Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 573-582.
- Hoff, J., Gran, A., & Helgerud, J. (2002). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 12(5), 288-295.
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players. *Sports medicine*, 34(3), 165-180.
- Jiménez-Reyes, P., García-Ramos, A., Párraga-Montilla, J. A., Morcillo-Losa, J. A., Cuadrado-Peñañiel, V., Castaño-Zambudio, A., . . . Morin, J.-B. (2020). Seasonal changes in the sprint acceleration force-velocity profile of elite male soccer players. *J. Strength Cond. Res*, 10.
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., García-Ramos, A., Cuadrado-Peñañiel, V., Brughelli, M., & Morin, J.-B. (2018). Relationship between vertical and horizontal force-velocity-power profiles in various sports and levels of practice. *PeerJ*, 6, e5937.

- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Pareja-Blanco, F., Conceição, F., Cuadrado-Peñañiel, V., González-Badillo, J. J., & Morin, J.-B. (2017). Validity of a simple method for measuring force-velocity-power profile in countermovement jump. *International journal of sports physiology and performance*, *12*(1), 36-43.
- Jordet, G. (2009). When superstars flop: Public status and choking under pressure in international soccer penalty shootouts. *Journal of applied sport psychology*, *21*(2), 125-130.
- Katch, V. L., McArdle, W. D., & Katch, F. I. (2011). *Essentials of exercise physiology*. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health. .
- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine and science in sports and exercise*, *37*(7), 1242.
- Larsson, P. (2003). Global positioning system and sport-specific testing. *Sports medicine*, *33*(15), 1093-1101.
- Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., & Casa, D. J. (2017). Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes. *Journal of strength and conditioning research*, *31*(10), 2920.
- Lindberg, K., Solberg, P., Bjørnsen, T., Helland, C., Rønnestad, B., Thorsen Frank, M., . . . Middtun, M. (2021). Force-velocity profiling in athletes: Reliability and agreement across methods. *PloS one*, *16*(2), e0245791.
- Maćkała, K., Fostiak, M., & Kowalski, K. (2015). Selected determinants of acceleration in the 100m sprint. *Journal of human kinetics*, *45*(1), 135-148.
- Marcote-Pequeño, R., García-Ramos, A., Cuadrado-Peñañiel, V., González-Hernández, J. M., Gómez, M. Á., & Jiménez-Reyes, P. (2019). Association between the force–velocity profile and performance variables obtained in jumping and sprinting in elite female soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, *14*(2), 209-215.
- McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M., & Triplett, N. T. (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(6), 1633-1636.
- McGuigan, M. (2016). Principles of test selection and administration. *Essentials of Strength Training and Conditioning, 4th ed.*; Haff, GG, Triplett, NT, Eds, 249-258.
- Mero, A. (1992). Komi PV, Gregor RJ. *Biomechanics of sprint running. A review. Sports Med*, *13*, 376-392.

- Meylan, C., Cronin, J., Oliver, J., & Hughes, M. (2010). Talent identification in soccer: The role of maturity status on physical, physiological and technical characteristics. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 5(4), 571-592.
- Moalla, W., Fessi, M. S., Makni, E., Dellal, A., Filetti, C., Di Salvo, V., & Chamari, K. (2018). Association of physical and technical activities with partial match status in a soccer professional team. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6), 1708-1714.
- Mohr, M., Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519-528.
- Morin, J., & Samozino, P. (2017). Spreadsheet for sprint acceleration force-velocity-power profiling. *ResearchGate*.
- Morin, J.-B., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P., & Lacour, J.-R. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *European journal of applied physiology*, 112(11), 3921-3930.
- Morin, J.-B., Le Mat, Y., Osgnach, C., Pilati, A., Samozino, P., & di Prampero, P. (2020). Team sport players individual acceleration-speed profile in-situ: a proof of concept in professional football.
- Morin, J.-B., & Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International journal of sports physiology and performance*, 11(2), 267-272.
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Med Sci Sports Exerc*, 42(1), 170-178.
- Paul, D. J., & Nassis, G. P. (2015). Testing strength and power in soccer players: the application of conventional and traditional methods of assessment. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(6), 1748-1758.
- Prapavessis, H., Grove, J. R., & Eklund, R. C. (2004). Self-presentational issues in competition and sport. *Journal of applied sport psychology*, 16(1), 19-40.
- Provot, T., Chiementin, X., Oudin, E., Bolaers, F., & Murer, S. (2017). Validation of a high sampling rate inertial measurement unit for acceleration during running. *Sensors*, 17(9), 1958.
- Pyne, D. B., Spencer, M., & Mujika, I. (2014). Improving the value of fitness testing for football. *International journal of sports physiology and performance*, 9(3), 511-514.

- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S., Bravo, D. F., Sassi, R., & Impellizzeri, F. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International journal of sports medicine*, 28(03), 228-235.
- Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International journal of sports medicine*, 28(12), 1018-1024.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of science and medicine in sport*, 12(1), 227-233.
- Redkva, P. E., Paes, M. R., Fernandez, R., & da-Silva, S. G. (2018). Correlation between match performance and field tests in professional soccer players. *Journal of human kinetics*, 62(1), 213-219.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669-683.
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J. E. L., & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 40(2), 162.
- Ross, A., Gill, N., Cronin, J., & Malcata, R. (2015). The relationship between physical characteristics and match performance in rugby sevens. *European journal of sport science*, 15(6), 565-571.
- Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running. *Sports medicine*, 31(6), 409-425.
- Rumpf, M. C., Lockie, R. G., Cronin, J. B., & Jalilvand, F. (2016). Effect of different sprint training methods on sprint performance over various distances: a brief review. *Journal of strength and conditioning research*, 30(6), 1767-1785.
- Rønnestad, B., & Raastad, T. (2010). Effekten av styrketrening på akselerasjonsevne og spenst. T. Raastad, G. Paulsen, PE Refsnes, BR Rønnestad & AR Wisnes, *Styrketrening—i teori og praksis*, 225-238.
- Rønnestad, B. R., & Mujika, I. (2014). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(4), 603-612.

- Samozino, P., Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Gimenez, P., & Morin, J.-B. (2014). Force-velocity profile: imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *International journal of sports medicine*, 35(06), 505-510.
- Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E., & Morin, J. B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(6), 648-658.
- Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., & Morin, J.-B. (2012). Optimal force-velocity profile in ballistic movements—Altius. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(2), 313-322.
- Scott, M. T., Scott, T. J., & Kelly, V. G. (2016). The validity and reliability of global positioning systems in team sport: a brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1470-1490.
- Seitz, L. B., Reyes, A., Tran, T. T., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G. (2014). Increases in lower-body strength transfer positively to sprint performance: a systematic review with meta-analysis. *Sports medicine*, 44(12), 1693-1702.
- Silva, J. R., Magalhães, J., Ascensão, A., Seabra, A. F., & Rebelo, A. N. (2013). Training status and match activity of professional soccer players throughout a season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 20-30.
- Silva, J. R., Nassis, G. P., & Rebelo, A. (2015). Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports medicine-open*, 1(1), 1-27.
- Slimani, M., Paravlic, A., & Granacher, U. (2018). A meta-analysis to determine strength training related dose-response relationships for lower-limb muscle power development in young athletes. *Frontiers in physiology*, 9, 1155.
- Storen, O., Helgerud, J., Stoa, E. M., & Hoff, J. (2008). Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(6), 1087.
- Styles, W. J., Matthews, M. J., & Comfort, P. (2016). Effects of strength training on squat and sprint performance in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(6), 1534-1539.
- Stølen, T. (2005). Chamari K, Castagna C, Wisløff U. *Physiology of soccer: an update. Sports Med*, 35, 501-536.

- Sunde, A., Støren, Ø., Bjerkaas, M., Larsen, M. H., Hoff, J., & Helgerud, J. (2010). Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2157-2165.
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2015). *Research methods in physical activity: Human kinetics*.
- Tingelstad, L. M. (2020). *Utvikling i fysisk kapasitet og fysisk prestasjon for kvinnelige fotballspillere i løpet av en sesong*.
- Unnithan, V., White, J., Georgiou, A., Iga, J., Unnithan, V., White, J., & Drust, B. (2017). Talent identification in youth soccer. *Journal of Sports Sciences*, 414.
- Varley, M. C., & Aughey, R. J. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. *International journal of sports medicine*, 34(01), 34-39.
- Vigne, G., Gaudino, C., Rogowski, I., Alloatti, G., & Hautier, C. (2010). Activity profile in elite Italian soccer team. *International journal of sports medicine*, 31(05), 304-310.
- Walker, O. (2016). Force velocity curve.
- Wallace, L., Slattery, K., & Coutts, A. J. (2014). A comparison of methods for quantifying training load: relationships between modelled and actual training responses. *European journal of applied physiology*, 114(1), 11-20.
- White, A., Hills, S. P., Cooke, C. B., Batten, T., Kilduff, L. P., Cook, C. J., . . . Russell, M. (2018). Match-Play and Performance Test Responses of Soccer Goalkeepers: A Review of Current Literature. *Sports medicine*, 48(11), 2497-2516.
doi:10.1007/s40279-018-0977-2
- Wisloeff, U., Helgerud, J., & Hoff, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(3), 462-467.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British journal of sports medicine*, 38(3), 285-288.
- Yamauchi, J., & Ishii, N. (2007). Relations between force-velocity characteristics of the knee-hip extension movement and vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 703-709.
- Young, W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *International journal of sports physiology and performance*, 1(2), 74-83.

Vedlegg 1:

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

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

FORMÅL

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

HVA INNEBÆRER DELTAKELSE I STUDIEN?

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

- Kroppssammensetning (DXA-Scan)
- Sprint
- Hopp
- Leg-press

De nevnte testene vil bli en del av en testprotokoll som kan gjennomføres på flere tidspunkter før, under og etter sesong. Gjennomføring av testprotokollen vil ta ca. 1,5 time. De første planlagte testtidspunkter er september 2020 og januar 2021.

I tillegg til de fysiske testene vil du i trening og kamp benytte en mikroelektronisk enhet. Denne bæres i en spesialsydd vest tett på kroppen. I tillegg til å fange opp posisjon og hastighet via GPS kan den blant annet også små intensive bevegelser som normalt ikke fanges opp av GPS. Eksempler på denne type bevegelser er oppbremsinger, retningsforandringer, hopp og akselerasjoner. Informasjonen fra disse enhetene vil bli innsamlet av din fysiske trener og anonymisert til ID-nr før de overleveres Universitetet i Agder. Kun prosjektleder vil ha tilgang til dekodingsnøkkelen (oversikt over navn og ID-nr). Informasjonen vil samles inn til og med januar 2021.

FORDELER OG ULEMPER MED DELTAGELSE SOM FORSØKSPERSON

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

- Du må sette av tid til testing, tid du kanskje vil brukt annerledes.
- Testing og trening kan føre til stølhø og oppfattes som smertefullt/ubehagelig.
- Det er alltid en risiko for skader ved både trening og testing, men disse anses ikke som større enn den treningen du er vant til fra før.
- DXA (måling av kroppssammensetning) medfører en lav røntgenstrålingsdose, men anses ikke som farlig og tilsvarer den samme dosen stråling en utsettes for under en interkontinental flyreise.

HVA SKJER MED INFORMASJONEN OM DEG?

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

Prosjektet skal etter planen avsluttes 31.01.2021 og alle dine data vil da bli anonymisert. Dine anonymiserte data vil bli oppbevart i 5 år ettersom vi er pliktet til å oppbevare data og separat navneliste i 5 år etter sluttdato for etterprøvnbarhet og kontroll av resultatene. Etter dette, altså 31.01.2026, vil all data i prosjektet slettes.

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

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

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

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

FRIVILLIG DELTAKELSE

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

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

Med vennlig hilsen

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

SAMTYKKEERKLÆRING

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

- å delta i studien
- at mine opplysninger behandles anonymisert frem til all data i prosjektet slettes senest 31.01.2026.

(Dato)

(Signatur deltaker)

Vedlegg 2:

17.2.2020

Meldeskjema for behandling av personopplysninger



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 ernæring

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

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

Type prosjekt

Forskerprosjekt

Prosjektperiode

15.02.2020 - 31.12.2021

Status

17.02.2020 - Vurdert

Vurdering (1)

17.02.2020 - Vurdert

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

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

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

https://nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/meld_endringer.html

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

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

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

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

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

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

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

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

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

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

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

Lykke til med prosjektet!

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

Vedlegg 3



Per Thomas
Byrkjedal

Besøksadresse:
Universitetsveien 25
Kristiansand

Ref: [object Object]

Tidspunkt for godkjenning: : 28/02/2020

Søknad om etisk godkjenning av forskningsprosjekt - Hurtighetsbasert styrketrening og en longitudinell oppfølging av belastning i trening og kamp

Vi informerer om at din søknad er ferdig behandlet og godkjent.

Kommentar fra godkjenner:

FEK godkjenner søknaden under forutsetning av at prosjektet gjennomføres som beskrevet i søknaden.

Hilsen
Forskningsetisk komite
Fakultet for helse - og idrettsvitenskap
Universitetet i Agder

UNIVERSITETET I AGDER
POSTBOKS 422 4604 KRISTIANSAND
TELEFON 38 14 10 00
ORG. NR 970 546 200 MVA - post@uia.no -
www.uia.no

FAKTURAADRESSE:
UNIVERSITETET I AGDER,
FAKTURAMOTTAK
POSTBOKS 383 ALNABRU 0614 OSLO