

# BACHELOROPPGAVE

Hva er sammenhengen mellom styrke,  
spenst og hurtighet?

Av

Øyvind Ensrud Kraakevik

Kandidatnr: 6

Håvard Aasen Smedsgård

Kandidatnr: 4

Bacheloroppgave i Idrett og kroppsøving

ID3-323

Desember 2011

# Forord

Dette prosjektet er en del av bachelorstudiet ved Høgskulen i Sogn og Fjordane. Vi synes arbeidet med dette har vært en interessant og lærerik prosess. Vi har også gjennom arbeidet med prosjektet fått god kunnskap i hvordan utforme, gjennomføre og skrive vitenskapelig idrettsforskning.

Vi vil rette en stor takk til vår veileder, testleder og høyskolelektor Atle Hole Sæterbakken for opplæring i testprosedyre og meget god veiledning under dette prosjektet.

En takk går også til Høgskulen i Sogn og Fjordane og Idrettssenteret i Sogndal for lån av testutstyr.

Til slutt vil vi takke testpersonene som melde seg frivillige til å delta, og gjorde dette prosjektet mulig.

Sogndal 14 desember 2011

Øyvind Ensrud Kraakevik

Håvard Smedsgård

-----

-----

# Sammendrag

Vi ønsket med dette studiet å finne korrelasjon mellom hurtighet, styrke og spenst ved ulike vinkler i kneleddet.

15 frivillige forsøkspersoner alder  $22,5 \pm 1,9$ , vekt  $74\text{kg} \pm 4,0$ , og høyde  $1,79\text{m} \pm 0,05$  ble testet i maksimal isometrisk kraft i knebøy og leg-extension ved  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  og  $120^\circ$  i kneleddet, RFD i SJ ved  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  og  $120^\circ$  i kneleddet, 30 meter hurtighet (fotoceller 0m, 5m, 10m, 15m, 20m og 30m) og CMJ.

Knebøy uavhengig av vinkel i kneleddet viste ingen til lav korrelasjon mellom CMJ og hurtighet (0.05 til 0.34). Kne-ekstensjon uavhengig av vinkel i kneleddet viste ingen til lav korrelasjon mellom CMJ og hurtighet (0.05 til 0.37). RFD i squat jump uavhengig av vinkel i kneleddet viste ingen til lav korrelasjon mellom CMJ og hurtighet (0.02 til 0.32). CMJ viste moderat korrelasjon til hurtighet (0.74).

# Innholdsfortegnelse

Forord

Sammendrag

<b>1.0. Teori.....</b>	<b>1</b>
1.1. Begrepsavklaringe.....	1
1.2. Hurtighet .....	1
<b>1.3. Hva påvirker hurtighet?.....</b>	<b>2</b>
1.3.1. Styrke .....	2
1.3.2. RFD.....	3
1.3.3. Spenst.....	3
<b>1.4 Problemstilling .....</b>	<b>4</b>
<b>2.0. Eksperimentell design .....</b>	<b>5</b>
2.1. Forsøkspersoner .....	5
<b>2.2. Prosedyre.....</b>	<b>5</b>
2.2.1. Oppvarming .....	6
2.2.2. Testing av knebøy.....	6
2.2.3. Testing av kne-ekstensjon.....	7
2.2.4. Testing av RFD i squat jump.....	8
2.2.5. Testing av hurtighet.....	8
2.2.6. Testing av Counter Movment Jump (CMJ).....	9
<b>2.3.Statistikk.....</b>	<b>9</b>

<b>3.0. Resultat.....</b>	<b>10</b>
3.1. Knebøy.....	10
3.2. Kne-ekstensjon.....	11
3.3. RFD i squat jump.....	12
3.4. Counter Movment Jump (CMJ) .....	13
<b>4.0. Diskusjon.....</b>	<b>14</b>
4.1. Knebøy (CMJ+Hurtighet).....	14
4.2. Kne-ekstensjon (CMJ+Hurtighet).....	15
4.3. RFD ved Squat Jump (CMJ+hurtighet).....	16
4.4. Counter Movment Jump (CMJ) + Hurtighet .....	17
4.5. Kritikk .....	19
<b>5.0 Konklusjon .....</b>	<b>20</b>
<b>Litteraturliste.....</b>	<b>21</b>

Vedlegg:

1. Samtykke til deltagelse

## 1.0. TEORI

### 1.1. Begrepsavklaringer

Styrke kan defineres som den maksimale kraften/momentet en muskel eller muskelgruppe kan skape ved en bestemt hastighet (Raastad m. fl., 2010). Muskelens evne til å skape kraft er basert på hvordan den kontraherer. *Isometrisk kraftutvikling* skjer uten forandring i leddvinkelen. (Bahr m. fl., 1991).

Spent kan defineres som evnen til å akselerere egen kroppsvekt, vanligvis for å hoppe høyt eller langt (Raastad m. fl. 2010).

Eksplosivitet kan defineres som evnen til å produsere maksimal muskelkraft på kortest mulig tid (Marcović, 2008). De to viktigste faktorene som påvirker eksplosivitet er rate of force development (RFD) som er kraftutvikling delt på tiden innen kraftutviklingen, og power som er kraft ganger arbeid.

Hurtighet kan defineres som muskelens evne til å skape størst mulig akselerasjon og kraft på kortest mulig tid (Gjerset m.fl., 2006), eller det nevro-muskulære systemets evne til å skape akselerasjon (Bahr m. fl., 1991).

### 1.2. Hurtighet

Løpshastighet omhandler hoft-, kne- og ankelleddenes evne til å akselerere kroppen i horisontal retning (Delecluse, 2007). Det skilles mellom to hovedfaser i sprint; akselerasjonsfasen og topphastighetsfasen. Akselerasjonsfasen blir sett som de første 10 meterne i løpet, etterfulgt av en overgangsfase fra akselerasjon til toppfart (10-36 meter). Videre følger topphastighetsfasen (36-). Musklene arbeider ulikt i disse fasene grunnet kroppens vinkel i den horisontale retningen. I akselerasjonsfasen lenes kroppen mer framover enn i topphastighetsfasen. Mesteparten av kraftutviklingen i akselerasjonen kommer fra den konsentriske kraften i ekstensormuskulaturen i beina og framoverrotasjon av kroppen. I topphastighetsfasen er hastigheten og kraftutviklingen i bakoverføringen av beina de viktigste

faktorene for framdriften. I hovedtrekk er kraften fra hofte- og kneleddstrekkerne viktigst i akselerasjonsfasen, og hamstrings i topphastighetsfasen (Delecluse, 1997).

### **1.3. Hva påvirker hurtighet?**

Hurtighet er basert på den maksimale kraften den gjeldende muskulaturen kan utvikle, hvor raskt den kan utvikle denne kraften og forhold som bestemmer effektiv bruk av kraften. Disse faktorene er muskulær styrke, eksplosivitet/RFD og nevro-muskulære forhold (Raastad m. Fl., 2010).

#### **1.3.1. Styrke**

Mange forskere sier at det er stor korrelasjon mellom forskjellige mål på styrke og hurtighet (Alexander, 1989; Meckel m. Fl., 1995; Young m. Fl., 1995; Bret m. Fl., 2002). Ulike studier viser allikevel til varierende sammenheng mellom styrke og hurtighet. Flere studier viste at maksimal styrketrening og hypertrofitrening ikke har noen effekt på løpshastighet (Delecluse, 1997; Delecluse m. Fl., 1995; Harris m. Fl., 2000; McBride m. Fl., 2000; Sleivert m. Fl., 1995; Wilson m. Fl., 1993). Et studie av Kotzamanidis (2005) viser de samme resultatene, der styrketrening (8, 6 og 3RM (repetisjon maks) i 90 grader knebøy, step-up på benk og leg-curl) ikke førte til noen økning av hurtighet. Alexander (1989) fant at korrelasjonen mellom styrke i hofte-ekstensorene og hamstringsmuskulaturen i forhold til hurtighet var lav. Ett annet studie viser til resultater som viser noe sammenheng mellom styrke og hurtighet: Wilson m. Fl. (1996) fant en økning på kun 2,3% i løpshastighet ved 21% økning i 1RM i knebøy gjennom 8 uker med styrketrening. I kontrast til disse funnene gjennomførte Wisløff (2004) et studie som resulterte i høy korrelasjon (0.94) mellom 10 meter sprint og styrken ved maksimal knebøy, og moderat korrelasjon (0.71) mellom 30 meter sprint og knebøy. Dette støttes av andre studier med resultater som sier at tung styrketrening på ekstensormuskulaturen i beina gir en økning i løpshastighet (Fatouros m. Fl., 2000; Manolopoulos m. Fl., 2006; McBride m. Fl., 2002).

### 1.3.2. RFD

Sprint kan sies å være mer relatert til eksplosivitet enn styrke (Young, 2005). For å oppnå høy eksplosivitet, forholdet mellom kraft og tiden det tar å skape den, må de samtlige høyterskelenhetene rekrutteres og aktiveres i muskelgruppen. I disse høyterskelsenhetene er det type II-fibre som oftest aktiveres nær maksimal kraftproduksjon. Jo høyere fyringsfrekvens av de motoriske nevronene, jo høyere vil kraftproduksjonen være (Raastad m. Fl., 2010). Hastigheten til kraftutviklingen vil være en viktig faktor for eksplosiviteten, og RFD kan da være avgjørende for utvikling av høy power (Raastad m. Fl., 2010). Ettersom RFD handler om å skape stor kraft på kort tid, kan vi se en sammenheng mot hurtighet. Et studie av Slawinski m. Fl. (2010) støtter denne teorien, da resultatene viste at profesjonelle sprintere hadde mye høyere verdier av RFD enn godt trente sprintere når de dyttet ifra startblokken. RFD kalles også ”eksplosiv muskelstyrke”, da det forteller hvor mye den kontraktile kraften stiger i starten av kontraksjonen (Hakkinen & Komi, 1986; Sleivert & Wenger, 1994; Thorstensson m. Fl., 1976). Høy RFD er viktig for sprintere fordi den korte kontraksjonstiden i løpsteget kan forhindre oppnåelse av maksimal muskelkraft, og den tidlige kontraksjonsfasen tillates å utvikle mer kraft jo høyere verdi av RFD (Slawinski m. Fl., 2010).

### 1.3.3. Spenst

Sammenhengen mellom spenst og hurtighet viser seg å variere. Wilson m. Fl., (1993), Harris m. Fl., (2000), Lyttle m. Fl., (1996) og McBride m. Fl., (2002) viser gjennom sine studier at trening med SJ og plyometriske øvelser (kun bilaterale) forbedrer power i form av hopp, men har nesten ingen overføringsverdi til hurtighet. Hennessy og Kilty (2001) studerte sammenhengen mellom ulike spensttester og sprinttid, som viste til moderat korrelasjon mellom counter movement jump (CMJ), en bilateral, plyometrisk øvelse, og 30-, 100- og 300m (0.55 til 0.64). Moderat korrelasjon mellom CMJ og hurtighet (10- og 30m) støttes av Wisløff m. Fl. (2004) som gjennomførte et studie på elite fotballspillere og fant korrelasjon mellom vertikal spenst og 10m (0.72) og 30m (0.60). Vescovi og McGuigan (2008) viser til korrelasjon mellom hurtighet (9-37m) og CMJ (0.66 til



0.79) for kvinnelige college fotballspillere, men noe lavere for high school fotballspillere (0.49 til 0.57). Dette kan indikere at utøvere med stort eksplosivt treningsgrunnlag, for eksempel fotballspillere med mye trening (college), blant annet kan ha bedre teknikk og utførelse som skaper bedre sammenheng mellom øvelsene, enn mindre trente (high school og utrente). Andre resultater viser signifikant forbedring (2,6%) på 10 m sprint etter et 8-ukers spesifikt eksplosivt treningsprogram, med unilaterale og horisontale øvelser (Rimmer & Sleivert, 2000). Dette støttes av resultater som viser at hurtighet kan forbedres gjennom sprinttrening uten ekstern motstand, overload og overspeed (Delecluse, 1997). Delecluse m. Fl. (1995) sier også at styrketrening, som hypertrofi- og neural aktiveringstrening for strekkapparatet, forbedret akselerasjonsfasen, og høyhastighetstrening (sprinttrening/eksplosiv trening) forbedret både akselerasjonen og topphastigheten.

#### 1.4. Problemstilling

Hurtighet viser seg å være en sammensatt ferdighet basert på muskelstyrke, utvikling av kraft og neurale faktorer. For å finne ut mer om dette valgte vi å finne korrelasjonen mellom muskelstyrke og RFD i strekkapparatet ved ulike kneleddsvinkler, samt CMJ i forhold til hurtighet. Med bakgrunn i dette ble problemstillingen: **”Hva er sammenhengen mellom styrke, spenst og hurtighet?”**.

## 2.0 EKSPERIMENTELL DESIGN

### 2.1. Forsøkspersoner

16 forsøkspersoner (FP) meldte seg frivillig til å delta i prosjektet. Gjennomsnitt for alder var  $22,5 \pm 1,9$ , vekt  $74\text{kg} \pm 4,0$ , og høyde  $1,79\text{m} \pm 0,05$ . FP var alle aktive fotballspillere eller har spilt fotball tidligere med gjennomsnittlig styrketrening  $4,4\text{år} \pm 2,9$ . Alle FP drev regelmessig med forskjellige idrettsaktiviteter som fotball, volleyball, ski og styrketrening i testperioden. Kriteriene til deltagelse var at FP var kjent med og kunne utføre knebøy med frivekter og kne-ekstensjon. Av de 16 rekrutterte FP var den én som trakk seg grunnet sykdom, og kunne derfor ikke gjennomføre hurtighets- og CMJ testen. De resterende 15 gjennomførte alle testene. FP ble informert før deltakelse om at prosjektet var frivillig og at de kunne trekke seg om de ønsket, uten å avgi forklaring. Før testinga begynte, ble prosjektet godkjent av veileder og var ikke i strid med HSF sine etiske regler eller gjeldende Norsk lov. FP skrev så under på samtykke til deltaking før testingen begynte (se vedlegg).

### 2.2. Prosedyre

Repeatet with-in subjects målinger ble benyttet som studie design. Testingen bestod av to testdager. Dag 1 ble det testet maksimal kraftutvikling i knebøy og kne-ekstensjon, og RFD i squat jump ved 60, 90 og 120 graders vinkel i kneleddet. Dag 2 ble 30m sprint og CMJ gjennomført.

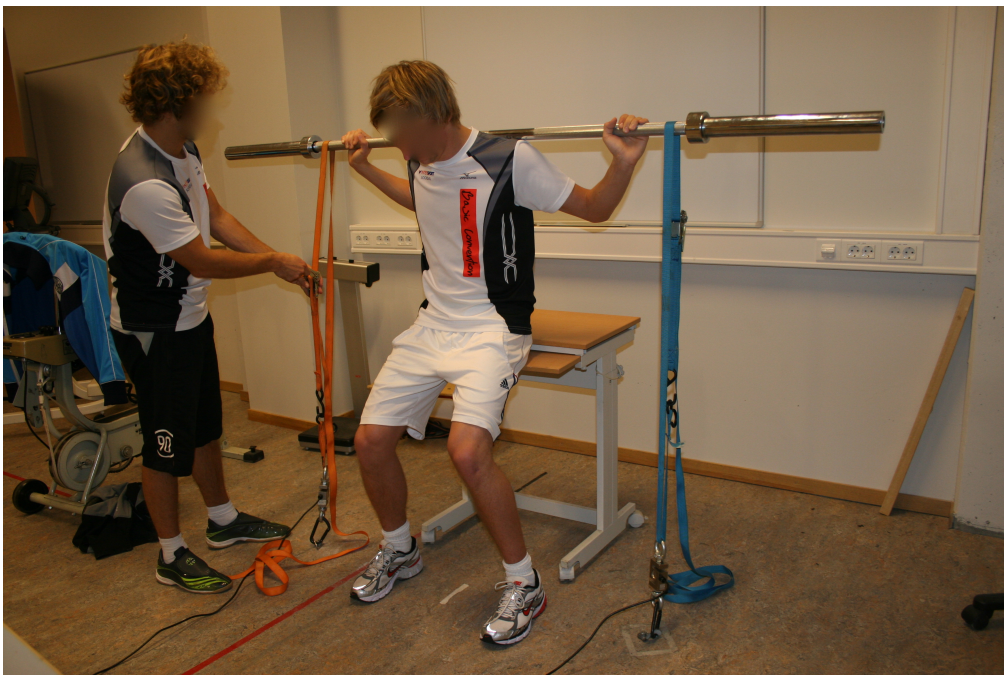
De samme testlederne ble benyttet på alle testene. Før styrketesting ble alle FP målt i høyde og vekt, samt stilt spørsmål rundt antall år med styrketrening. Rekkefølgen på styrketestene var randomisert. Disse testene ble alle gjennomført på styrkelaben ved HISF med identisk testutstyr (Muscle lab 4020 e, Ergotest A/S Norge), og testprotokoll for alle FP. Alt testutstyret ble kalibrert etter gjeldende retningslinjer før testingen. Hurtighetstestene ble gjennomført på løpebanen i Sognehallen med fotoceller (Ergotest A/S Norge).

### 2.2.1. Oppvarming

FP hadde alle en individuell generell oppvarming før testingene, bestående av ergometersykkel eller løping. FP bestemte selv lengde og intensitet på oppvarmingen.

### 2.2.2. Testing av knebøy

To kraftceller ble festet til gulvet. Fra hver kraftcelle ble en jekkestropp festet i en vertikal linje til vektstangen (fig. 2.1). Jekkestroppene ble brukt til å justere knefleksjonen til 60, 90 og 120 grader. FP ble plassert mellom kraftcellene som målte kraftutviklingen i vertikal retning. Jekkestroppene var uten elastisitet, og øvelsen ble da isometrisk. For hver vinkel ble vinkelen i kneleddet kontrollert ved bruk av en gradskive (fig. 2.2).



*Fig. 2.1: Testing av isometrisk knebøy*

FP ble bedt om å innta løfteposisjon med foretrukket skulderbreddes avstand mellom bena. En hvit tape-bit var klistret i sentrum mellom gulvboltene, slik at FP kunne finne midtpunktet.

Testleddene plasserte så stangen oppå skuldrene og strammet stroppene slik at en bestemt vinkel (60, 90, 120) mellom tibia of femur ble utgangsposisjon. FP satt på en krakk/justerbar stol i løftposisjon da stroppene ble strammet, slik at de ikke ble utmattet under innstillingene av vinkelen. Løftet ble så utført over 5 sekunder. De to første sekundene ble brukt til å presse gradvis og finne balansen, og de tre siste til maksimal kraftutvikling (ingen rykking var tillatt). Kraftutviklingen til videre analyse var gjennomsnittet av de tre siste sekundene. 3 forsøk ble gjennomført på hver vinkel hvor det beste forsøket ble brukt til videre analyser. Pausene var på ca. 1 minutt mellom hvert forsøk, slik at FP kunne få riste på bena og unngå stivhet mellom løftene. 4 minutt pause ble gitt mellom hver øvelse.

### 2.2.3. Testing av kne-ekstensjon

Denne testen ble utført i en dynamometer (Kin Com). FP ble festet med et hoftebelte og stropper over skuldrene som gikk diagonalt ned til hoftekammene. På denne måten kom



**Fig 2.2:** Testing av isometrisk kne-ekstensjon.

kraftutviklingen fra quadriceps alene. En kraftcelle ble festet til gulvet og videre til ankelen (fig. 2) med en ikke-elastisk jekkestropp. Kraften ble målt ut ifra draget i horisontal retning når FP prøvde å ekstendere kneleddet. Jekkestroppen ble så strammet til FP hadde rett vinkel (60, 90, 120) mellom tibia og femur, slik at testen ble isometrisk. For hver vinkel, ble vinkelen i kneleddet kontrollert med en gradskive (fig. 2.2). FP ble forklart at de skulle presse (ekstendere kneleddet) gradvis kraftigere i de to første sekundene, for så å presse maksimalt i tre sekunder (ingen rykking var tillatt). FP ble sittende stroppt fast i stolen under hele testen, der det ble utført 3 forsøk ved hver vinkel. Gjennomsnittskraften fra

de tre siste sekundene av beste forsøk ble brukt til videre analyser.

#### 2.2.4. Testing av RFD i squat jump (SJ)

Denne testen ble utført på en kraftplattform (Ergotest A/S Norge). En gradskive ble benyttet for å kontrollere hver vinkel i kneleddet.

Før all testingen av SJ, ble kraftplattformen kalibrert. Alle FP ble informert om at de skulle senke kroppen og så stanse på signal fra testledern ved 60, 90 og 120 graders vinkel i kneleddet. Videre skulle de hoppe så høyt de klarte uten å senke kroppen ytterligere før hoppet. Det ble gjennomført 3 forsøk på hver vinkel. Beste forsøk av hver vinkel ble brukt til videre analyser. Rate of force development (RFD) ble regnet ut som endring i kraft fra peak force til starten av satsen dividert på tiden det tok.  $\div 10\%$  av kraften i hver ende av kraftkurven.

#### 2.2.5. Testing av hurtighet

Denne testen ble utført med fotoceller og reflektorer (Ergotest A/S Norge). Fotocellene var plassert ca. 2,5 meter fra reflektorene. Disse stod på startstreken, videre på 5, 10, 15, 20 og 30 meter. Fotocellene var koplet i serie. Løpene ble utført innendørs på løpebane med tartandekke. Individuell generell oppvarming ble utført av alle FP. Starten foregikk ved at FP stod rett bak første celle, og tiden startet da han brøyt første fotocelle. FP startet på eget initiativ fra stående start. Alle hadde minst 3 løp med maksimal innsats over 30 meter. Forsøkene ble stanset etter det tredje dersom tiden ikke viste seg å bli bedre. Pausen mellom løpene var på minimum 2 minutter eller til FP følte seg klar til nytt forsøk. Beste tid på 10 og 30 meter ble brukt til videre analyse.

### 2.2.6. Testing av counter movement jump (CMJ)

Testen ble utført på kraftplattform (ergotest A/S Norge), og kalibrert før testing.

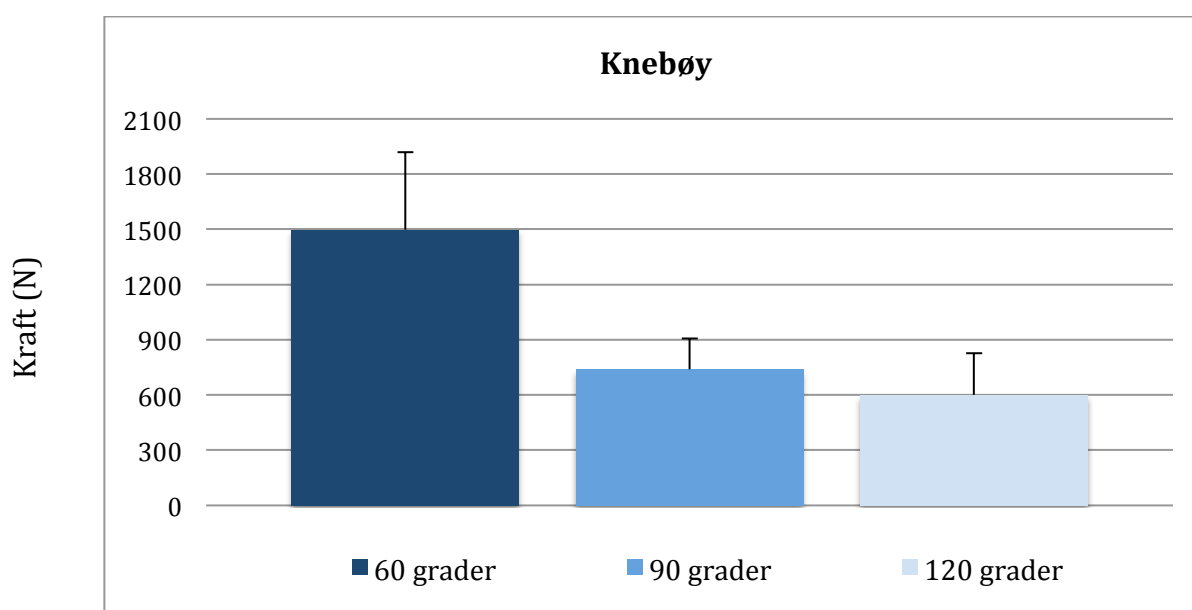
FP startet stående på plattformen med hendene plassert på hoftekammene. På signal fra testleder utførte FP en hurtig eksentrisk – konsentrisk satsbevegelse med maksimal innsats. På denne testen valgte FP selv hvor langt ned han ville gå i den eksentriske fasen før han startet den konsentriske. FP fikk 3 hoppforsøk, men dersom resultatet forbedret seg på tredje forsøk fikk han fortsette helt til hopp høyden stagnerte. Beste hoppresultat ble brukt til videre analyser.

### 2.3. Statistikk

Pearson product moment coefficient av korrelasjon ble brukt til å undersøke sammenheng mellom sprintprestasjon og de andre styrke, spenst og RFD variablene. En korrelasjon på 0.2 ble regnet som lav, 0.5 til middels og 0.8 til høy. Alle resultat er presentert som gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik.

## 3.0 Resultat

### 3.1. Knebøy



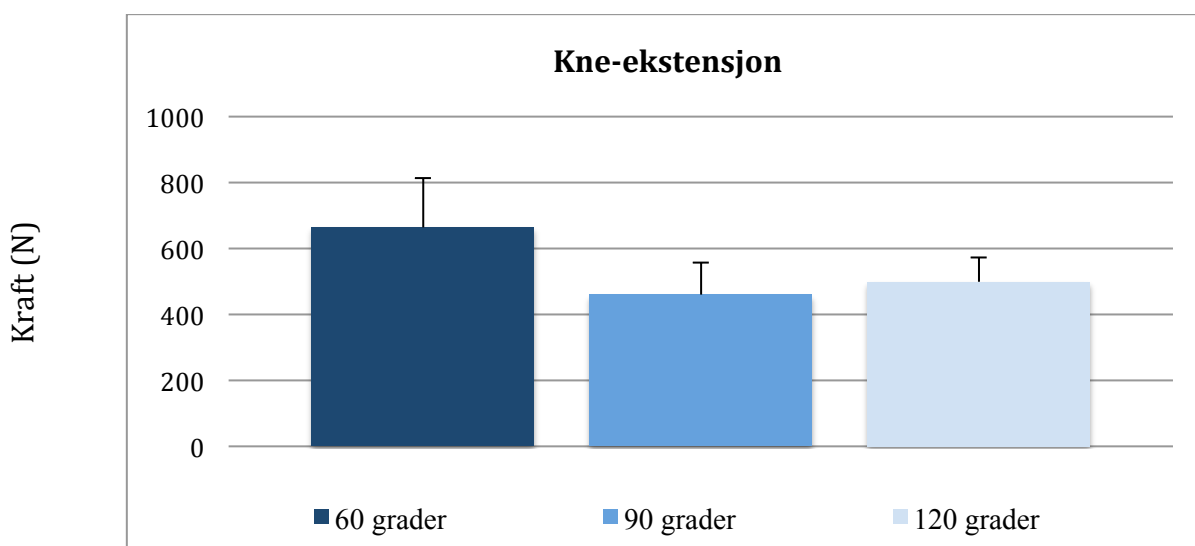
**Figur 3.1.** Kraftutvikling isometrisk knebøy ved 60, 90 og 120 graders vinkel i kneleddet.

Korrelasjon mellom kraftutvikling 60° knebøy og <sup>1)</sup> CMJ = 0.05 <sup>2)</sup> 10m = 0.18 <sup>3)</sup> 30m = 0.13.

Korrelasjon mellom kraftutvikling 90° knebøy og <sup>1)</sup> CMJ = -0.11 <sup>2)</sup> 10m = 0.34 <sup>3)</sup> 30m = 0.35.

Korrelasjon mellom kraftutvikling 120° knebøy og <sup>1)</sup> CMJ = -0.11 <sup>2)</sup> 10m = 0.13 <sup>3)</sup> 30m = 0.13.

### 3.2. Kne-ekstensjon



**Figur 3.2.** Kraftutvikling isometrisk kne-ekstensjon ved 60, 90 og 120 graders vinkel i kneleddet.

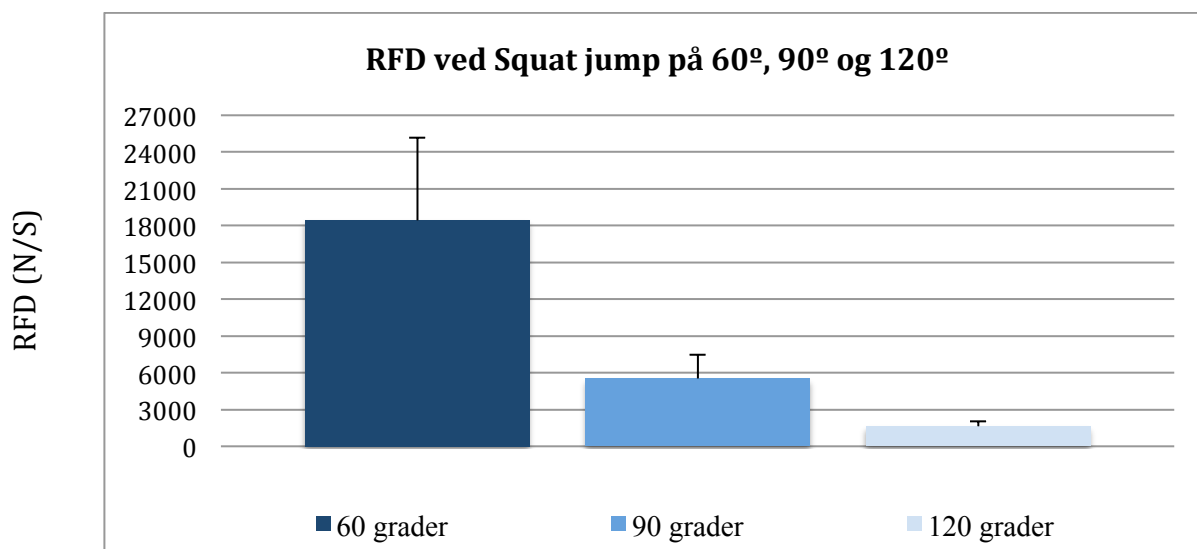
Korrelasjon mellom kraftutvikling 60° kne-ekstensjon og <sup>1)</sup> CMJ = 0.18 <sup>2)</sup> 10m = -0.09 <sup>3)</sup> 30m = -0.37.

Korrelasjon mellom kraftutvikling 90° kne-ekstensjon og <sup>1)</sup> CMJ = 0.26 <sup>2)</sup> 10m = 0.05 <sup>3)</sup> = -0.08.

Korrelasjon mellom kraftutvikling 120° kne-ekstensjon og <sup>1)</sup> CMJ = 0.16 <sup>2)</sup> 10m = 0.12 <sup>3)</sup> 30m = -0.06.



### 3.3. Squat jump



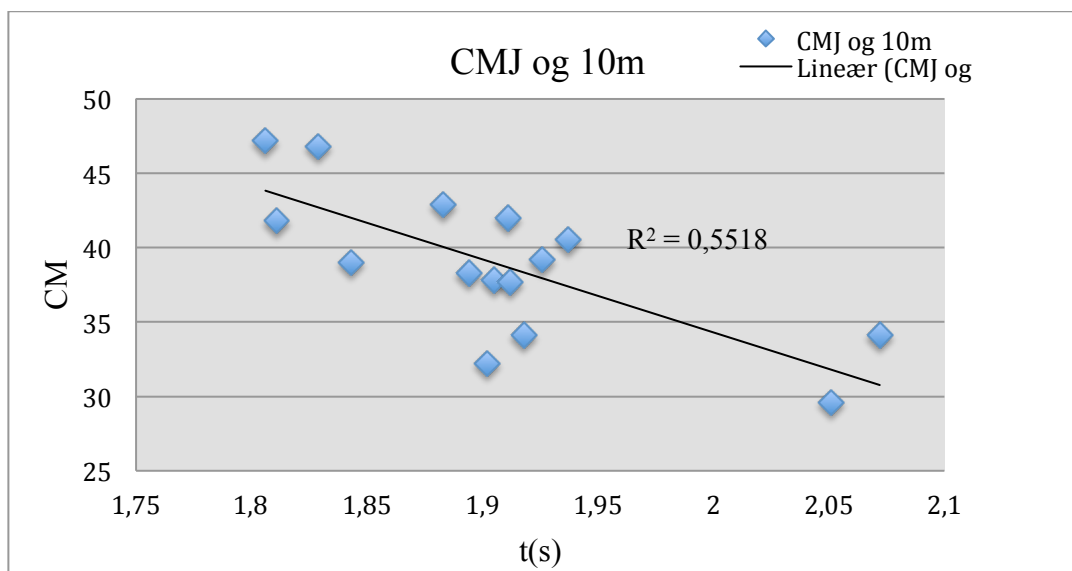
**Figur 3.3.** RFD i squat jump ved 60, 90 og 120 graders vinkel i kneleddet.

Korrelasjon mellom RFD 60° squat jump og <sup>1)</sup> CMJ = 0.32 <sup>2)</sup> 10m = 0.13 <sup>3)</sup> 30m = 0.13.

Korrelasjon mellom RFD 90° squat jump og <sup>1)</sup> CMJ = 0.24 <sup>2)</sup> 10m = 0.16 <sup>3)</sup> 30m = 0.02.

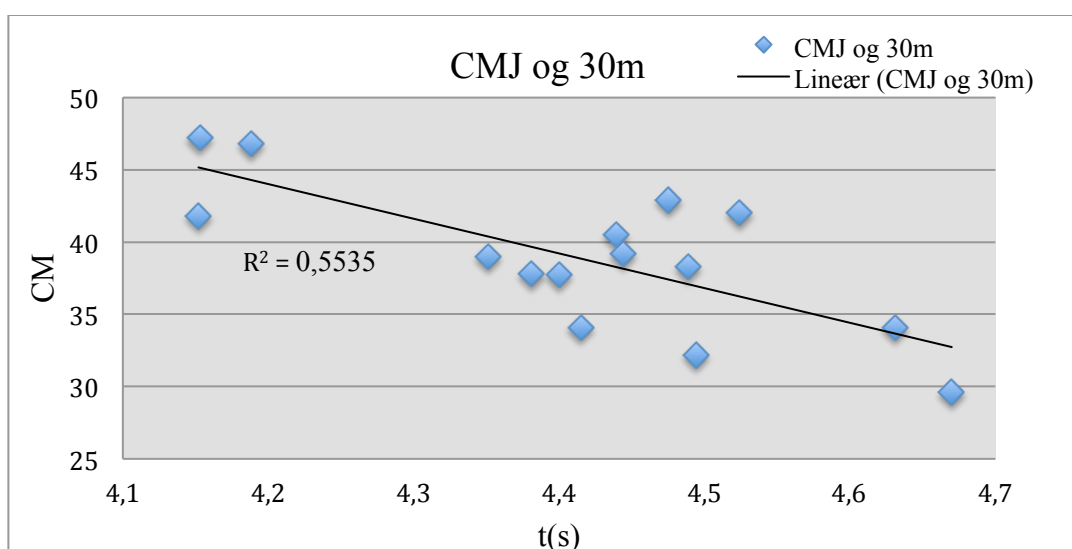
Korrelasjon mellom RFD 120° squat jump og <sup>1)</sup> CMJ = 0.18 <sup>2)</sup> 10m = 0.18 <sup>3)</sup> 30m = -0.05

## 3.4. CMJ



**Figur 3.4** Fellesvariasjon mellom CMJ og 10m.

Korrelasjon mellom CMJ og 10m = 0.74.



**Figur 3.5** Fellesvariasjon mellom CMJ og 30m.

Korrelasjon mellom CMJ og 30m = 0.74

---

## 4.0. Diskusjon

### 4.1. Knebøy (CMJ+Hurtighet)

Knebøy, uavhengig av knevinkel, viste lav korrelasjon til CMJ ( $<0.11$ ). Resultatene var de samme for korrelasjonen mellom knebøy og hurtighet ved 60 og 120 grader ( $<0.18$ ), mens 90 grader var noe høyere (0.34-0.35). Resultatene ved 90 grader knebøy kan skyldes at kneleddsvinkelen ved akselerasjonsfasen i løp er nærmere 90 grader enn de andre vinklene som ble testet. Da hurtighetstesten var på 30 meter, vil store deler omfatte akselerasjonshurtighet. Studier har vist at styrken i hofte-, kne- og ankelstrekkerne er viktige faktorer i de første 10 meterne av akselerasjonen (Delecluse, 1997), og kan ha overføringsverdi til akselerasjonen i overgangsfasen (10-36 meter).

Ingen publisert forskning, som vi er kjent med, er gjort på forholdet mellom isometrisk knebøy ved forskjellige vinkler og hurtighet. Smith og Melton (1986) fant at et isokinetisk treningsprogram ved høye hastigheter (180-300 grader/sek.) reduserte tiden på sprint med 10%. Ved lavere hastigheter (30-90 grader/sek.) resulterte det i kun 1% framgang. Dette kan gi grunnlag for at isometrisk knebøy, som har 0 grader/sek., tilsier lav korrelasjon med hurtighet grunnet lite spesifisering. Sprint gjennomføres med meget hurtig kraftutvikling, og mange endringer av hvilke muskler som til en hver tid utvikler kraft. Isometrisk knebøy inneholder verken full strekk av beina, endringer i muskellengde eller bakoverføring av beina, så bevegelsesmønstrene er meget forskjellige. Da resultatene fra studiet til Wisløff (2004) viste til høy og moderat korrelasjon mellom knebøy og hurtighet, kan dette bety at bevegelsesmønsteret i dynamisk knebøy utgjør den store forskjellen i korrelasjonen. Videre støtter forskjellen i korrelasjonene i Wisløffs studie teorien om at styrken i kneekstensorene utgjør en stor del av framdriften i de første meterne av sprint (Delecluse, 1997). Spesifisitet til bevegelsesmønsteret i sprint kan synes å være påkrevd for å oppnå stor korrelasjon med styrkeøvelser.

Det er ikke publisert noen forskning, som vi er kjent med, på korrelasjonen mellom styrke ved forskjellige vinkler og CMJ heller. I vårt studie ble styrketesting gjennomført med test av maksimal kraft uten spesifisitet til bevegelsesmønsteret i hopp, som resulterte i at den maksimale kraften alene viste lav korrelasjon. Isometrisk knebøy er i høy grad avhengig av teknikk, balanse og flere muskelgrupper, og kan bety at kraften fra ekstensormuskulaturen får liten overføringsverdi til CMJ. Flere forskere (Rønnestad m. Fl., 2008) mener også at tung styrketrening fører til signifikant økning av styrke- og powerrelaterte målinger blant profesjonelle fotballspillere. Resultatene i vårt studie støttes allikevel av resultatene til Rønnestad, som fant at en økning på ca. 27% i 1RM knebøy medførte økning på kun 5% i CMJ, og 7% økning i SJ, gjennom 7 uker med tung styrketrening (3-5 ganger 4-6RM) på profesjonelle fotballspillere. I kontrast til dette fant Wilson m. Fl. (1996) at 21% økning i 1RM knebøy førte til 21% økning i vertikal hopp prestasjon hos "trente" personer. Forskjellen i disse resultatene kan skyldes at fotballspillere er vant til å utføre eksplosive bevegelser på regelmessig basis, samt trene på dette. "Trente" personer har muligens mye større forbedringspotensiale for eksplosive øvelser, som kan forklare den store økningen deres. Forskjeller i gjennomføringen av studiene kan være andre faktorer som har påvirket disse resultatene i forskjellige retninger.

#### 4.2. Kne-ekstensjon (CMJ+Hurtighet)

Kne-ekstensjon, uavhengig av knevinkel, viste lav korrelasjon til CMJ ( $<0.26$ ). Korrelasjonen mellom 90 grader og CMJ var den største (0.26), selv om forskjellen fra 60 grader (0.16) og 120 grader var lav. Resultatene var de samme for korrelasjonen til hurtighet ( $<0.12$ ), med unntak av 120 grader og 30m (0.37). Da løpsteget i overgangsfasen i sprint gjennomføres med betydelig mindre kneleddsvinkel enn 120 grader, er denne faktoren vanskelig å analysere. Vi fant ingen publisert forskning på sammenhengen mellom isometrisk kne-ekstensjon ved forskjellige vinkler og hurtighet eller CMJ. Våre funn støttes av 2 studier (Wilson m. Fl., 1993; Harris m. Fl., 2000) som sier at tung styrketrening på ekstensorene i beina ikke har noen overføringsverdi til hurtighet. Kne-ekstensjon uten endring i kneleddsvinkel støter på to hovedutfordringer i henhold til korrelasjon med hurtighet: manglende spesifisitet og isolert

muskelbruk fra quadriceps i kraftutviklingen. Da sprint gjennomføres med kraft fra muskulatur i store deler av kroppen gjennom plyometriske bevegelser, med hovedvekt på hele strekkapparatet framfor quadriceps alene, er sannsynligvis dette forklaringen på lav korrelasjon. Forskjellen i korrelasjonen mellom kneleddsvinklene og CMJ kan skyldes at FP gjennomførte CMJ med en overgang fra eksentrisk til konsentrisk fase nært 90 grader. Kraften utviklet ved en kne-ekstensjon er i høy grad isolert til quadriceps, mens CMJ involverer muskulatur fra hele strekkapparatet. Dette kan være en avgjørende faktor for den lave korrelasjonen. Resultatene viser imidlertid at korrelasjonen mellom kne-ekstensjon og CMJ var høyere ved alle vinklene enn mellom knebøy og CMJ. Dette kan skyldes at kne-ekstensjon er en enklere øvelse enn knebøy, og at kraften som utvikles i quadriceps da er en mer dominerende faktor ved kne-ekstensjon og CMJ. Da kne-ekstensjon ble utført isometrisk viser dette til lite spesifisitet med CMJ, som er en dynamisk øvelse. Dette kan bety at selve kraften som utvikles ikke er det viktigste, men heller hvordan den utvikles.

#### 4.3. RFD ved Squat Jump (CMJ+hurtighet)

RFD, uavhengig av knevinkel, viste lav korrelasjon til CMJ ( $<0.32$ ). Resultatene for hurtighet var lave for alle testene ( $<0.18$ ), uten nevneverdige variabler. Forskjellen mellom vinklene ved måling av RFD og korrelasjon til CMJ (60 grader: 0.32, 90 grader: 0.24, 120 grader: 0.18) kan i hovedsak skyldes at den største kraftutviklingen i SJ og CMJ i hovedsak skjer nærmest 60 grader, og at ingen av FP var i nærheten av 120 grader ved CMJ. At RFD hadde høyest korrelasjon ved 60 grader, og kne-ekstensjon ved 90 grader, kan bety at quadriceps spiller en større rolle i kraftutviklingen ved 90 grader. Andre muskelgrupper som hoftestrekkerne, gluteus- og hamstringmuskulaturen kan da være viktigere bidragsytere til kraft ved mindre vinkler i kneleddet. Vi fant ingen studier som korrelerer RFD målt ved SJ og hurtighet eller CMJ. Ett studie (Slawinski m. Fl., 2010) viser at RFD er en viktig faktor for å utvikle maksimal kraft ved startfasen i sprint. Den lave korrelasjonen i våre funn betyr sannsynligvis mangel på spesifisitet. Denne antagelsen støttes av Wilson m. Fl., (1993), Harris m. Fl., (2000), Lyttle m. Fl., (1996) og McBride m. Fl., (2002), som sier at trening av SJ ikke forbedrer hurtigheten. Da SJ utføres med konsentrisk fase alene gjennom bilateral bevegelse, ser vi liten sammenheng til bevegelsesmønsteret i sprint. Da SJ inneholder endring

av muskellengde og eksplosiv kraftutvikling, i motsetning til knebøy og kne-ekstensjon, er det verdt å nevne at korrelasjonen generelt er like liten for RFD som for de andre øvelsene. Noen av vinklene i knebøy og kne-ekstensjon viser til og med høyere verdier. Dette kan bety at den generelle styrken i strekkapparatet har høyere korrelasjon til hurtighet enn RFD målt ved øvelser som ikke er spesifikke til hurtighet.

Da RFD er en viktig faktor for utvikling av kraft ved kort kontraksjonstid, vil også verdiene for RFD være høyest ved 60 grader. Siden korrelasjonen mellom RFD og CMJ var høyest ved 60 grader, kan dette bety at høy RFD også er viktigere ved bevegelser som utføres hurtig, framfor bevegelser med lengre kontraksjonstid. Dette kan også forklares ved at mesteparten av den eksplosive kraften i utførelsen av CMJ skjer ved 60 grader framfor de andre vinklene. Den generelt lave korrelasjonen kan komme av at ved CMJ, der muskelen får bedre tid til å aktivere mer av muskelen og dermed mer kraft enn ved SJ (Bobbert m. fl., 1996), inneholder en eksentrisk fase før den konsentriske. Dette kan bety at CMJ er en øvelse med for lang tid til muskelaktivering for å være svært avhengig av RFD. FP kan ha utført CMJ med å gå lengre ned enn 60 grader i knevinkelen i den eksentriske fasen, som gir lite rom for RFD til å forklare kraftutviklingen.

#### 4.4. CMJ + hurtighet

Øvelsen CMJ viste moderat korrelasjon til 30m sprint ( $<0.74$ ). Det samme resultatet fikk vi også ved 10m sprint ( $<0.74$ ). Årsaken til korrelasjonen tror vi har sammenheng med at CMJ og hurtighet handler om å skyve i fra bakken med så stor kraft som mulig for å skape akselerasjon, og at CMJ og hurtighet er plyometriske øvelser. Svært lik korrelasjon mellom CMJ 10- og 30m kan være at begge distansene omhandler akserelasjonsfasen i sprint (Delecluse 1997). CMJ ble utført uten armsving, noe vi tror har en innvirkning på hvorfor høyere korrelasjon ikke ble oppnådd, da sprint er en øvelse der man bruker armene som pendler i løpsretningen. Det skal også nevnes at kontakttiden med bakken i plyometriske

øvelser som SJ er relativt lang ( $>0,7$  sekunder) i forhold til kontaktiden ved et løpsteg (Wilson m.fl. 1993). Dette vil sannsynligvis også gjelde for CMJ, og påvirke kraften en utvikler som følge av lengre kontaktid.

Resultatene våre støttes av tidligere forskning; Wisløff m.fl (2004) og Vescovi & McGuigan (2008) viste til en moderat (0,5) til høy (0,8) korrelasjon mellom CMJ og hurtighet. Korrelasjon mellom CMJ og sprint opp mot distanse på 300m er også funnet (Hennessy og Kilty, 2001). Dette tyder på at CMJ har moderat til høy korrelasjon både mellom akselerasjon og topphastighet. Vi har også grunn til å tro at korrelasjonen ikke var høyere grunnet mangel på spesifisitet. Rimmer & Sleivert (2000) viste signifikant forbedring (2,6%) på 10m sprint etter et 8-ukers eksplosivt treningsprogram, med unilaterale og horisontale øvelser, mens Wilson m. Fl. (1993) viser gjennom sitt studie at trening med SJ og plyometriske øvelser (kun bilaterale) forbedrer power ved hopp, men har nesten ingen overføringsverdi til hurtighet. Dette kan fastslå hvorfor korrelasjonen ikke var høyere mellom CMJ og hurtighet, der hurtighet har et horisontalt og unilateralt bevegelsesmønster, mens CMJ har vertikal og bilateral bevegelsesmønster. CMJ kan også brukes som en indirekte indikator på power i strekkapparatet (Markovic m. Fl 2004). Ettersom Young (2005) mener at sprint relateres mer til eksplosivitet enn styrke, kan disse resultatene antyde en viktig sammenheng mellom eksplosivitet/spenst og hurtighet.

#### 4.5. Kritikk

For å oppnå bedre spesifisitet til bevegelsesmønsteret i sprint kunne det med fordel blitt utnyttet dynamisk testing på knebøy og kne-ekstensjon. Vi ser at isometrisk testing finner maksimal kraftutvikling, men mangler momentet som skapes ved en eksentrisk fase før konsentrisk. Dette er sannsynligvis hovedgrunnen til den generelt lave korrelasjonen mellom styrketestene og CMJ/hurtighet.

Noen av øvelsene, spesielt 120 grader knebøy, følte seg meget uvant for mange av FP, da de var vant til å utføre disse øvelsene dynamisk. En tilvenningstest for å forstå øvelsene bedre, og eventuelt yte bedre i form av kraft, kunne vært en fordel. Lite kjennskap til øvelsene kan ha påvirket resultatene i forskjellig grad mellom FP.

Treningsbakgrunn og daglig aktivitet for FP var variert. Dette kan ha lagt grunnlag for mer varierte testresultater enn det som ville vært optimalt. Å teste en gruppe med likt treningsgrunnlag, for eksempel et fotballag, kunne vært en fordel.

Alle FP gjennomførte generell, egenbestemt oppvarming før testene. Å kontrollere at alle hadde gjennomført lik oppvarming ville gitt større sikkerhet om at alle kunne yte på samme grunnlag under testingen. Variasjon i oppvarming kan ha påvirket resultatene.

Distansen på hurtighetstesten kunne vært lengre, med den hensikt å finne topphastigheten til FP. Styrke, spenst og eksplosivitet er diskutert opp mot akselerasjonsfasen så vel som topphastighetsfasen, og målinger fra distanser som inneholder begge fasene kunne da vært en fordel for analysen.

Utstyret (fotocellene) som ble brukt på 30 meter sprint kunne brytes med armen ca. 30 cm før truncus bryter dem. Dette kan ha gitt innvirkning på resultatene da tiden mellom målepunktene kan ha blitt kortere enn det den reelt er. Dette fører til at gjennomsnittshastigheten feilaktig kan ha blitt større mellom målepunktene.



## 5.0 Konklusjon

Studiet viste at maksimal styrke og RFD ved vinklene 60, 90 og 120 grader i kneleddet har liten korrelasjon til hurtighet og CMJ. CMJ viste moderat korrelasjon til hurtighet. Testing i de forskjellige vinklene viste også at noen av vinklene viste bedre korrelasjon enn andre, men vi ser ikke at forskjellene er store nok, eller viser et tydelig mønster til å trekke en konklusjon rundt dette. Vi kan konkludere med at spenst har høyere korrelasjon til hurtighet enn maksimal styrke.

---

## Litteraturliste

1. Alexander, M.J.L. The relationship between muscle strength and sprint kinematics in elite sprinters. *Can J Sport Sci.* 1989;14, 3:148-157.
2. Bahr, R., Hallén, J. & Medbø, J.I. Testing av idrettsutøvere. *Universitetsforlaget.* 1991.
3. Bobbert, M.F., Gerritsen, K.G.M., Litjens, M.C.A. & Van Soest, A.J. Medicine & Science in Sports & Exercise. *Applied Sciences: Biodynamics* 28 (11); 1402-1412. 1996.
4. Bret, C., Rahmani, A., Dufour, A.B., Messonnier, L. & Lacour, J.R. Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running. *J Sports Med Phys Fitness.* 42:274-281. 2002.
5. Delecluse, C. Influence of strength training on sprint running performance: Current findings and implications for training. *Sports Med.* 24:147-156. 1997
6. Delecluse, C., Vanoppeolle, H., Willems, E., Leemputte, M., Diel, R. & Goris, M. Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Med Sci Sports Exerc.* 27(8): 1203-1209. 1995.
7. Fatouros, I., Jamurtas, A., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, G., Kostopoulos, N. & Buckenmeyer, P. Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *J Str Con Res.* 14:470-476. 2000.
8. Gjerset, A., Haugen, K. & Holmstad, P. Treningslære. *Gyldendal undervisning.* 2006.
9. Hakkinen, K. & Komi, P.V. Training-induced changes in neuromuscular performance under voluntary and reflex conditions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 55: 147-155. 1986.
10. Harris, G., Stone, H., O'Bryant, M., Proulx, M.C. & Johnson, R. Short term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *J Str Con Res.* 14:14-20. 2000.
11. Hennessy, L., & Kilty, J. Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *J Str Con Res.* 15; 326 – 331. 2001.
12. Kotzamanidis, C, Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakovou, G. & Patikas, D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J Str Con Res.* 19(2): 369-375. 2005.

13. Lyttle, A.D., Wilson, G.J. & Ostrowsky, K.J. Enhancing performance: maximal power versus combined weights and plyometrics training. *J Str Con Res.* 10(3):173-179. 1996.
14. Manolopoulos, E., Papadopoulos, C. & Kellis, E. Effects of combined strength and kick coordination training on soccer kick biomechanics in amateur players. *Scand J Med Sci Sports.* 16:102-110. 2006.
15. Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. & Cardinale, M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Str Con Res.* 18; 551 – 55. 2004
16. Marković, G. Jakost i snaga u sportu (Strength and Power in Sport): Proceeding book of VI annual international conference “Conditioning preparation of athletes” Zagreb, Croatia; 19-22. 2008.
17. McBride, J.M., Triplett-McBride, T., Davie, A. & Newton, R.U. The effect of heavy- vs. light-load jump squat on the development of strength, power, and speed. *J Str Con Res.* 16: 75-82. 2002.
18. Meckel, Y., Atterbom, H., Grodjinovsky, A., Ben-Sira, D. & Rotstein, A. Physiological characteristics of female 100 metre sprinters of different performance levels. *J Sports Med Phys Fitness.* 35: 169-175. 1995.
19. Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P.E., Rønnestad, B.E. & Wisnes, A.R. Styrketrening – i teori og praksis. *Gyldendal undervisning.* 2010.
20. Rimmer, E. & Sleivert, G. Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *J Str Con Res.* 14, 3: 295-301. 2000.
21. Slawinski, J., Bonnefoy, A., Levêque, J.M., Ontanion, G., Riquet, A., Dumas, R. & Chêze, L. Kinematic and kinetic comparisons of elite and well-trained sprinters during sprint start. *J Str Con Res.* 24, 4. 2010.
22. Sleivert, G.G., Backus, R.D., & Wenger, H.A. (1995). The influence of sequenced strength-sprint training on multi-joint power acquisition. *Med Sci in Sports Exercise.* 2: 55-65. 1995.
23. Sleivert, G.G & Wenger, H.A. Reliability of measuring isometric and isokinetic peak torque, rate of torque development, integrated electromyography, and tibial nerve conduction velocity. *Arch Phys Med Rehabil.* 75: 1315-1321. 1994.
24. Smith, M.J. & Melton, P. Isokinetic versus isotonic variable resistance training. *Am J Sports Med.* 9 (4): 275-9. 1981.
25. Thorstensson, A., Karlsson, J., Viitasalo, J.H., Luhtanen, P. & Komi, P.V. Effect of strength training on EMG of human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand.* 98: 232-236. 1976.

26. Vescovi, J.D., & McGuigan, M.R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *J Sports Sci.* 26(1): 97 – 107. 2008.
27. Wilson, G.J., Murphy, A.J. & Walshe, A. The specificity of strength training: the effect of posture. *Eur J Appl Physiol.* 73: 346-352. 1996.
28. Wilson, G.J., Newton, R.U., Murphy, A.J. & Humphries, B.J. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med Sci Sports Exercise.* 25:1279- 1286. 1993.
29. Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. & Hof, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med.* 38(3): 285–288. 2004.
30. Young, W.B. Transfer of Strength and Power Training to Sports Performance. *International J Sports Phys arid Performance.* 1: 74-83. 2006.
31. Young, W., McLean, B. & Ardagna, J. Relationship between strength qualities and sprinting performance. *J Sports Med Phys Fitness.* 35: 13-19. 1995.

## Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet

### *”Testing av maksimal isometrisk styrke i knebøy og kne-ekstensorene, maksimal hopphøyde og hurtighet”*

#### **Bakgrunn og hensikt**

Styrketrening i den hensikt å øke hurtigheten er et område det er gjort mye forskning på. Tidligere studier har sett mer på antall repetisjoner, serier og prosent av 1RM i styrketreninga. Vi vil i dette studiet sammenligne maksimal kraftutvikling ved forskjellige vinkler i kneleddet med sprintprestasjonen.

#### **Kva innebærer studien?**

Som deltaker i prosjektet vil du bli testa 2 ganger over to forskjellige dager i løpet av perioden 12.- 16. september. I første testrunde vil du bli testet i maksimal isometrisk styrke i knebøy og i høyre kne-ekstensor (Quadriceps Femoris), og hopphøyde målt på kraftplattform (60, 90 og 120 grader i kneleddet i alle testene, 3 forsøk i alle vinklene). I andre testrunde vil akselerasjon og topphastighet samt tidsresultat på 40 meter sprint testes.

#### **Moglege fordelar og ulempar**

Dette er ein unik moglegheit til å lære meir om styrke-, power og hurtighetstrening og effekten av ulike treningsregime.

#### **Kva skjer med testresultata og informasjonen om deg?**

Testresultata av deg og informasjonen som registrerast om deg skal berre brukast slik som skildra i hensikta med studien. Alle opplysningane og resultata vil bli behandla utan namn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennande opplysningar. Ein kode knytter deg til dine opplysningar og resultat gjennom ein namnliste

Det er berre autorisert personell knytter til prosjektet som har tilgang til namnelista og som kan finne tilbake til deg

Det vil ikkje vera mogleg å identifisere deg i resultata av studien når disse publiserast.

#### **Frivillig deltaking**

Det er frivillig å delta i studien. Du kan når som helst og utan å oppgje nokon grunn trekke ditt samtykke til å delta i studien. Dette vil ikkje få konsekvensar for din vidare behandling. Dersom du ønskjer å delta, underteiknar du samtykkeerklæringen på siste side. Om du no seier ja til å delta, kan du seinare trekke tilbake ditt samtykke utan at det påverkar din øvrige behandling. Dersom du seinare ønskjer å trekke deg eller har spørsmål til studien, kan du kontakte prosjektleiar Atle Hole Sæterbakken (telefon 57 67 60 44)

---

## Kapittel A – Utdypande forklaring av kva studien

### innebærar

- Kriterier for deltakelse
  - Skadefri dei siste 3 månadane
  - Ikkje nyte alkohol 48 timar før ein testdag.
- Testinga vil skje over to individuelle økter mellom 12. – 16. September.
- Kan bli noko støl i beinmuskulaturen etter testinga. Dette går over i løpet av 48-72 timar etter testinga og skuldast gjenoppbygning av muskulaturen.
- Som deltar av prosjektet må i størst mogleg grad møte opp til dei tidspunkt for testinga som vert avtalt med deg.

## Kapittel B - Personvern og forsikring

### Personvern

Opplysninger som registreres om deg er namn, alder, vekt, høgde, års med styrketrening samt testresultater for de nevnte øvelsene. Eit spørjeskjema vert nytta til å hente in personopplysningane, medan målingar for styrke og hurtigheit registreras under testinga. Etter endt studie vert opplysningane anonymisert, sletta eller forsvarleg oppbevart av HSF

Opplysningane og resultat vil vera anonymisert og kunn prosjektleiar vil ha tilgang til namnlista som kan spore opplysningane tilbake til deg.

Høgskulen i Sogn og Fjordane

### Rett til innsyn og sletting av opplysningar om deg og sletting av prøver

Viss du seier ja til å delta i studien, har du rett til å få innsyn i kva opplysningar som er registrert om deg. Du har vidare rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningane vi har registrert. Dersom du trekker deg frå studien, kan du krevje å få slettet innsamla prøver og opplysningar, med mindre opplysningane allereie er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjonar.

### Forsikring

All deltaking er på eiga ansvar

### Informasjon om utfallet av studien

Alle som er deltakarar har full rett til innsyn i utfallet av studiet.

## Samtykke til deltaking i studien

Eg er villig til å delta i studien og har mottatt informasjon om prosedyrane

-----  
(Signert av prosjektdeltakar, dato)

Eg bekreftar å ha gitt informasjon om studien

-----  
(Signert, rolle i studien, dato)