

## KIF350 1 Bacheloroppgave

# Kandidat 10

Oppgaver	Oppgavetype	Vurdering	Status
<b>i</b> Informasjon	Dokument	Automatisk poengsum	Leveret
1 Opplasting av bacheloroppgave	Filoplasting	Manuell poengsum	Leveret
2 Opplasting av samtykkeskjema	Filoplasting	Manuell poengsum	Leveret

### KIF350 1 Bacheloroppgave

Emnekode	KIF350	PDF opprettet	31.08.2016 11:57
Vurderingsform	KIF350	Opprettet av	Hilde Lyster
Starttidspunkt:	11.05.2016 08:45	Antall sider	27
Sluttidspunkt:	26.05.2016 13:45	Oppgaver inkludert	Ja
Sensurfrist	Ikke satt	Skriv ut automatisk rettede	Ja

# Seksjon 1



## Informasjon

**Eksamensinformasjon:**

[Eksamensinformasjon for innlevering](#)

**Forside:**

[Framsidedmal Bachelor-mal med Nord logo](#)

**Samtykkeskjema:**

[Samtykke til Nord universitets' bruk av prosjekt, kandidat bachelor og masteroppgaver](#)

# Opplasting av bacheloroppgave

Opplasting bacheloroppgave

*Last opp pdf.-filen her. Maks én fil.*

BESVARELSE

## Filopplasting

Filnavn	5226410_cand-5734474_5224938
Filtype	pdf
Filstørrelse	674.587 KB
Opplastingstid	26.05.2016 10:48:26



Neste side  
**Besvarelse**  
vedlagt

# BACHELOROPPGAVE

Emnekode: KIF 305\_1 Bacheloroppgave    Navn: Kristian Johansen

---

Endrer prestasjonen og de fysiologiske faktorene seg ved senkning av stavlengde under et kontinuerlig stakedrag i motbakke

Physiological and performance changes in double poling due to lowering of polelength in steep uphill terrain

---

Dato: 26/5-2016

Totalt antall sider: 20



## **Prestasjonsendring og fysiologisk endring ved senkning av stavlengde under stakedrag i motbakke**

KRISTIAN JOHANSEN

*Nord Universitet Idrettsutdanningen i Meråker N-7530 Meråker Norge*

### **Sammendrag**

JOHANSEN, K., *Endrer prestasjonen og de fysiologiske faktorene seg ved en senkning av stavlengde under et kontinuerlig stakedrag i motbakke? Bacheloroppgave i idrett s 2-18.*

**Hensikt:** Hensikten med denne studien var å undersøke forskjellen i prestasjon og endring i fysiologiske faktorer ved endring av stavlengde under et sprintdrag i motbakke. **Metode:** I studien gjennomførte 8 mannlige seniorløpere på nasjonalt nivå 2 maksimale sprintdrag i motbakke på rulleskimølle, 10 % stigning, 13,4 km/t hastighe, med 20min pause mellom hvert drag. Fart og stigning var konstant, og FP gikk til utmattelse inntraff på alle drag. Gruppe A på 4 utøvere startet med en senkning på 7,5cm i stavlengde, mens gruppe B på 4 utøvere startet med normal lengde for diagonalgang klassisk. Puls ble målt underveis, laktatmåling ved endte drag, og dragene ble filmet underveis for studering av frekvens og sykluslengde. Prestasjonen tilsvarte tiden fra start til utmattelse inntraff. **Resultat:** Tiden med personlig lengde var  $173.0 \pm 23.0$ sek og endret seg til  $153.0 \pm 24.0$ sek ved en senkning av lengde ( $p \leq 0.05$ ). 7,5cm senkning av staver endret prestasjonen i negativ retning med  $18.8 \pm 11.4$ sek ( $p \leq 0.05$ ) mot personlig valgt lengde. **Konklusjon:** Resultatene i studien viste en  $18.8s \pm 11.4$ sek ( $p \leq 0.05$ ) reduksjon av prestasjon ved en senkning av stavlengde på 7,5cm under gjennomførelse av maksimale sprintdrag ved konstant hastighet på 13,4 km/t og ved 10 % stigning. **Nøkkelord:** Stavlengde, prestasjon, anaerob, frekvens, sykluslengde, laktat, sprintlangrenn

## Teori

Staking er blitt en stadig større del av moderne langrenn, spesielt kan vi se en rivende utvikling siden sprintlangrenn kom på programmet i midten av 90-tallet. Bedre løypepreparering, lavere antall bratte fiskebeinsbakker per konkurranse og et fokus på overkroppsstyrke har gjort staking mer effektiv i konkurranse. I all moderne langrenn; sprint, distanse og langløp, har utviklingen vært enorm de siste årene. Det er en helt klar tendens til at det går mot enda mer staking. Isolert sett startet utviklingen tidligere i sprintlangrenn enn i tradisjonell distanse og langløp. Her har løyper som tidligere ikke var aktuelle å stake, nærmest blitt et krav om staking på blanke ski for å henge med når det avgjøres.

Fra tidligere er det ikke gjort så mange konkrete studier på dette, men det finnes studier av relevans gjort av blant annet Hansen et. al. (2010) og Nilsson et.al. (2003).

Nilssons studie gikk ut på å se på hastighetsforandringer og biomekaniske variabler som impuls av kraft og tid med kraftinnsats. Utøverne ble i studien akselerert ned en nedoverbakke fra et platå 1,2m over bakke og utførte deretter et maksimalt stakedrag på en horisontal flate

som måler kraft gjennom stavene. I Nilssons studie utførte de testen med deres personlige lengde, en økning av denne på 7,5cm og en senkning på 7,5cm. Det ble gjort funn og konkludert med at en økning på 7,5cm fra personlig lengde produserte en signifikant større propulsiv anterior-posterior reaksjonskraft impuls, samt skapte større hastigheter enn de resterende stavlengdene.

Hansen studie benyttet seg av samme tre variasjonene i stavlengde. Utøverne gjennomførte 80m maks hurtighetsdrag med stillestående start. Prestasjonen med 7,5cm økning i lengde forbedret seg med 0.11s, som korresponderer med et forsprang på 0.88m etter 80m mot den personlige lengden i staver. Senkningen av 7,5cm ga en forringing av prestasjonen.

Med denne utviklingen vil staking ta mer og mer overhånd i moderne langrenn. Som et ledd for å beholde diagonalgangen kan det derfor være et interessant og relevant forskningsområde å se på en forholdsvis dramatisk senkning av stavlengde, og hvordan det påvirker prestasjonen. Funn av Currell et. al. (2008) understreker at mellom første og andre plass i idretter skiller det kun under 1 % i tidsdifferanse (<1 %), og det gjør viktigheten av å se på små forandringer enda mer relevant.

Begrensede faktorer for prestasjonen i langrenn er mange. I denne teorien skal vi se nærmere på de som kommer til størst uttrykk når det gjelder sprintlangrenn.

### **Hurtighet og styrke**

Funn gjort av Sandbakk et.al. (2010 b) viser at World-Cup sprintere målt opp mot løpere på nasjonalt nivå hadde større sykluslengde og lavere frekvens. Disse funnene ble gjort i dobbeldans, men tendensen er tydelige i alle teknikkformer i sprintlangrenn. Holmberg (2005) har også gjort funn som viser at de beste løperne skaper en større maksimal hastighet i staking ved å produsere større reaksjonskrefter med stavene ned mot underlaget, altså ikke ved å øke frekvensen. Disse funnene av Sandbakk (2010 b) og Holmberg (2005) er med på understreke hvor avgjørende styrke og hurtighet er i sprintlangrenn. I tillegg til disse funnene påpeker Dahl (2005) viktigheten av å danne seg mikropauser i teknikken. Ved å skape for store reaksjonskrefter mot underlaget vil det skje en avlåsning av muskulatur som skaper mye opphopning av laktat. De beste løperne skiller seg ut fra de nest beste ved å ha høyere kraft gjennom en kortere dragfase (Holmberg et.al., 2005). Med dette korrelerer prestasjonen i sprintlangrenn godt opp mot stor maksimal kraftinnsats på kort tid. I hvor stor grad

utøveren klarer å løse staketeknikken på denne måten avhenger av utøverens kombinasjonen av type muskulatur, da i form av sterke og hurtige muskelfibre.

### **Aerob utholdenhet**

Under aerob kapasitet blir det ofte snakket om det maksimale oksygenopptaket ( $\dot{V}O_{2maks}$ ). Dette er et mål på hvor god organismen er til aerob resyntese av adenosintrifosfat (ATP) (Dahl, 2005). For måling av aerob utholdenhet finner vi  $\dot{V}O_{2maks}$  lett målbart, og derfor relevant (Sandbakk et. al., 2012). Måling av  $\dot{V}O_{2maks}$  oppgis som antall liter som tas opp per minutt ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ). Men for å sammenligne oksygenopptaket til utøvere med ulik kroppsvekt, deler vi  $\dot{V}O_{2maks}$  på utøverens vekt. Uttrykk for dette tallet er milliliter per minutt per kilo kroppsvekt ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Men utøvere med samme oksygenopptak presterer ikke helt likt av den grunn. Under aerob utholdenhet er ikke  $\dot{V}O_{2maks}$  fullstendig dominerende for prestasjonen, en annen viktig faktor for prestasjonsevnen er utnyttelsesgraden av  $\dot{V}O_{2maks}$ . Den bestemmer i hvilken grad, eller hvor stor andel av  $\dot{V}O_{2maks}$  man er i stand til å utnytte under høyt intensivt arbeid. Derfor kan to utøvere med samme oksygenopptak prestere ulikt. For utøvere med lik  $\dot{V}O_{2maks}$  vil utøveren med best utnyttelsesgrad av  $\dot{V}O_{2maks}$  ha høyest aerob kapasitet av de to.

Desto lenger arbeidsinnsatsen varer, desto mer vil utnyttelsesgraden gradvis gå ned (Sandbakk, et. al., 2012).

$\dot{V}O_{2maks}$  bestemmes av flere faktorer, av dem spiller lungene, blodet, hjertet og musklene en viktig rolle. I blodet finner vi blodvolum og hemoglobininnhold som de mest sentrale faktorer (Dahl, 2005). Musklenes forbruk av oksygen er avgjørende for hvor mye oksygen kroppen kan og vil ta opp (Dahl, 2005). Forbruket av oksygen i kroppen skjer utelukkende i cellenes mitokondrier, derfor er antall mitokondrier i muskelcellene helt avgjørende for hvor mye oksygen kroppen er i stand til å gjøre seg nyttig av (Dahl, 2005).

I sprintlangrenn-sammenheng fant Carlsson et.al. (2014) ut at det var en helt tydelig korrelasjon mellom den prestasjonen utøvere gjorde i en sprintprolog og deres  $\dot{V}O_{2maks}$ . Hans funn var at en forskjell på 1 % ville utgjøre en forskjell på ca. 0,2 % på prestasjonen til utøveren med høyeste  $\dot{V}O_{2maks}$ .

### **Anaerob utholdenhet**

Definisjonen av typisk utholdenhetsidrett er av Hallen (2013) blitt satt til å ha en varighet på lenger enn 3min. Dermed finner vi sprintlangrenn helt i mellomstøket når det gjelder definisjon av type idrett, aerob eller anaerob. Det gjelder om vi ser isolert på en enkelt

innsatsperiode i sprint. Uansett ser vi at intensiteten er så høy i sprint at en vesentlig del av omsetningen av energi foregår anaerobt (Sandbak et. al., 2010 a). Under den anaerobe energiomsetningen skjer det en splittelse av glukose til melkesyre, hvor en del frigjort energi tar del i muskelkontraksjoner (Dahl, 2005). Den anaerobe energifrigjøringen kan sees på som hjelpemotoren når den aerobe motoren (energifrigjøringen) ikke klarer å drive det rundt til å levere nok energi (Hallen, 2013).

Men kapasiteten til det anaerobe systemet er lav. Problemet er at ved fullt anaerobt arbeid vil lagrene tømmes for anaerob kapasitet på kun 2min (Medbo, et. al., 1989).

I distanselangrenn ses ikke anaerob kapasitet som særlig begrensende faktor for prestasjonen, men i sprintlangrenn kan den spille en avgjørende rolle. Rusko (2003) gjorde funn i sine studier på at i starten av et sprintheat er den anaerobe energiomsetningen omtrentlig 100%. Allerede etter 20s har det falt til 60-70%, for så å synke videre ned til 40-50% under siste halve del av løpet. Mot spurten stiger det noe, opp til 50-60%.

Disse tallene strider mot funn gjort av Gastin (2001). Hans studie konkluderer med at prestasjoner i ulike sporter med varighet på ca. 3min, altså rundt et sprintheat, så vil den aerobe



energifrigjøringen være på 70-80% av den totale omsetningen av energi. Rusko viser en aerob/anaerob fordeling på ca. 50/50. I studie gjort av Sandbakk et. al. (2010 a) ble det gjort funn av at utøvere i enkelte motbakkepartier kan skape en total effekt som kunne komme opp i 160% av den maksimale aerobe kraften man har. Med dette indikeres det at en stor del av energiomsetningen er nødt til å være anaerob.

Spriet (1995) har gjort funn som sier at ved maksimale drag tømmes de anaerobe energilagrene etter hvert endte drag, og da dreier det seg i all hovedsak om anaerobe glykolysen, PCr lagrene fylles raskt opp igjen, men så fort det blir et nytt anaerobt arbeid vil disse tømmes relativt hurtig.

### **Teknikk**

Teknikk er utøverens egen løsning på en gitt bevegelsesoppgave (Gjerset et. al., 2010). God teknikk er mer effektivt en dårlig teknikk og krever mer energi, men fører til bedre framdrift. Med god arbeidsøkonomi går man med et lavt energiforbruk på en gitt hastighet, mens dårlig arbeidsøkonomi vil føre til et høyere energiforbruk på samme hastighet. På topp internasjonalt nivå ser man likevel at teknikkene er ulike, og kan variere mye fra løper til løper. Selv om utøverne er bygd forskjellig og må forholde seg til disse individuelle forskjellene, vil alle måtte

forholde seg til gjeldene fysiske lover (Sandbakk et. al., 2012).

Rusko (2003) forteller ”*en kraft (f) på en skiløper vil skape akselerasjonen (a) av løperen i retning av kraften og proporsjonal til styrken på kraften.*

*Akselerasjonen vil være invertert proporsjonal til skiløperens masse(m)*”.

Newtons 2.lov, hevder at summen av krefter er lik masse gange akselerasjon ( $\sum F = m \cdot a$ ). Desto større kraft man skyver med, desto større kraft vil underlaget virke tilbake med motsatt rettet kraft. Dette beskriver Newtons 3.lov, som sier at kraft er lik motkraft ( $F_a = -F_b$ ). Når kraften virker på underlaget vil det akselerere utøveren fremover (Renstrøm, 1997). Sandbakk et. al. (2012) beskriver effektiv langrennsteknikk som at kreftene som skal skapes mot ski og staver må virke slik at de går mest mulig i fartsretning, slik at kreftene som skaper fremdrift er størst mulig.

De beste skiløperne i verden velger en teknikk og strategi i stakingen som direkte er rettet mot hastigheten. Holmberg, et. al. (2009) karakteriserer den med lavere leddvinkler, høy kontraksjonshastighet og høy kraft gjennom stavene i en kortere dragfase. Dette er Bernsteins (1967) teori utøvd i praksis. Allerede i 1967 sa Bernstein (1967) at i alle dynamiske bevegelser finnes det utallige

bevegelsesløsninger. Dette skyldes det store antallet av frihetsgrader vi har i samtlige ledd i kroppen. Bernstein sa at fiksering av frihetsgrader var grunnlaget for en god, effektiv teknikk der storparten av kraften utløses i riktig retning. Skulle man gjøre en justering i et enkelt ledd, forandre på frihetsgraden, så vil resultatet på den samlede bevegelsesløsningen endre seg.

### **Mentalt**

Sprintlangrenn ligger i grenseland mellom å være en aerob eller anaerob gren. Vi kan si at grenen er kombinasjon av både aerobt og anaerobt arbeid. Med et anaerobt arbeid vil det være større krav til psyken hos utøverne. Det kan gjelde det å yte maksimal innsats, noe som betyr at man må kunne takle et høyt smertenivå, det å gjøre de rette valgene taktisk når man er som mest sliten, og det kan være det å gå flere samlet og forholde seg til konkurrentene i et sprintlangrenn. Utøverens evne til å holde riktig fokus er viktig, men studier gjort av Williams et. al. (1993) og Orlick et. al. (1988) har trukket fram at evnen utøveren har til å re-fokusere er en av de mest suksessrike faktorene. De lette etter hvilket tankesett som karakteriserte prestasjoner i verdensklasse og fant ut at utøverne her klarte å rette oppmerksomheten sin mot det er relevant etter at det har oppstått en forstyrrelse. I en

sprintkonkurranse vil akkurat denne refokuseringen være gjeldene siden grenen er veldig uforutsigbar og inneholder mange ”incidents”. Dette kan påvirke utøverens plan for gjennomføring av løpet. For denne studien vil ikke hensynet til andre løpere være tilstede. For prestasjonen på mølla vil eneste mentale begrensning være hvor godt utøveren klarer å tolerere smerte.

### **Problemstilling**

Formålet med denne studien er å se om en senkning av stavlengde vil gi en klar endring av prestasjonen i negativ retning under et sprintlignende drag i staking. I tillegg ønskes det også å se på hvordan de fysiologiske parameterne som maksimpuls (HFmaks), gjennomsnittspuls (HFavg) og laktatverdier vil bli påvirket når man senker stavlengden. Studien håper å registrere informasjon som kan nyttiggjøre seg i langrennsmiljøet videre. Men resultater hentet fra denne studien vil kun gjelde i stigningsgraden på 10 %, så ved lavere helningsgrader kreves det videre forskning.

### **Av dette blir problemstillingen:**

”Endrer prestasjonen og de fysiologiske faktorene seg ved en senkning av stavlengde under et kontinuerlig stakedrag i motbakke?”

## Metode

Åtte eliteutøvere i sprintlangrenn deltok frivillig i denne studien. I denne undersøkelsen ble to prestasjonstester gjennomført på 3D mølle med forskjellig stavlengde. Testene ble gjennomført i presesong slik at oppdaterte FIS-poenglister fra foregående sesong reflekterte utøvernes nivå som sprinter og distanseløper.

Utøverne trente rolig langkjøring og kunne ikke ha intervalltrening eller styrke siste 2 dager før testing. Utøverne ble instruert i en prosedyre tilsvarende oppladning til hard økt eller konkurranse. Alle gjennomførte en standard oppvarming (60-70 % av HFmaks) i 15 min før testing og standard aktiv restitusjon mellom de to testene. Alle utøverne ble skriftlig informert om testen på forhånd og gjennomgikk en muntlig spørreundersøkelse før start for å forsikre om at de var friske, riktig ernært og motivert for testing. Avvik ble vurdert og forsøkspersoner ekskludert om nødvendig. Alle forsøkspersoner ble informert om at de deltok frivillig og kunne trekke seg fra studien om de måtte ønske det uten at det ble krevd noen forklaring. Data fra undersøkelsen ble behandlet statistisk og konfidensielt.

### Forsøkspersoner

I denne undersøkelsen deltok 8 frivillige langrennsløpere. Disse hadde like gode eller bedre resultater i sprintlangrenn i forhold til tradisjonell distanselangrenn. Løperne konkurrer på et nasjonalt nivå i Norge og er tilknyttet Meråker som studenter ved universitetstilbudet der.

	<u>Mean ± SD</u>	<u>Range</u>
Alder, år	22,0 ± 0,9	21-23
Vekt, kg	80,2 ± 4,6	74-86
Høyde, cm	183,0 ± 3,6	179-188
Fis-point (s)	102,9 ± 40,5	63,9-163,7
Fis-point (d)	128,6 ± 73,2	75,3-254,7

Tabell 1: Karakteristika for nasjonalt konkurrerende utøvere. (n=8).

Mean=gjennomsnitt, SD=standardavvik, Range=min- og maks-verdi. s=sprint og d=distanse.(fis-ski.com (b))

Alle utøverne hadde gått på rulleskimølle tidligere. Alle ble informert om forsøket skriftlig og muntlig før start. Som f.eks. risiko og ubehag ved testinga. Opplegget ble godkjent av veileder ved Nord Universitet og gjennomført i henhold til Helsinkideklarasjonen om vitenskapelig testing der mennesker er forsøkspersoner.

### Utstyr

Data ble innhentet i testlab ved Meråker Videregående Skole. Til å få frem relevante data i forhold til problemstillingen ble følgende utstyr benyttet: Rulleskimølle av typen Rodby RL3500 (Norge), pulsklokke fra Polar, modell RCX3 (Finland), laktatmåleren av type Lactate Scout+ (USA), rulleski type Swenor Alu (Sverige) med type 2 rullemotstand(standard rullemotstand), staver fra Swix (Norge) modell CT1, med tilpassede trinser for bruk på rulleskimølle. Utstyret som brukes er helt likt for alle forsøkspersonene i studien, men unntak av individuelle forskjeller i stavlengde som kommer av ulik kroppslengde på testpersonell. Utøveren stilte selv med aktuelle treningsklær til testingen. Filming ble foretatt via iPhone 4S, Apple Inc, (USA).

### Forberedelser

Innhenting av FP foregikk ved muntlige forespørsler til utøvere som ble funnet egnet. De ble forespurt om å være med i en studie for å sjekke forskjellen i prestasjon i sprintlangrenn ved endring av stavlengde. Utøverne som ville delta på forsøket ble tilsendt skriftlig informasjon vedrørende konkret innhold, personlige rettigheter, tidspunkt for oppmøte etc. Farten som ble brukt på rulleskimøllen ble hentet ut ved hjelp av en pilot-test i forkant av selve

studien. En person fra testpersonellet ble brukt til å finne den estimerte maksimale farten utøverne på dette nivået kan klare å holde på møllen ved 10 % stigning i ca. 3 minutter. Pilot-testen ga en fart som ble satt til 13,4 km/h.

### Testprosedyre

Testen bestod av to drag på rundt 3 min, med maksimal innsats til utmattelse inntreffer. Staking var eneste teknikkform som var tillat. Mellom dragene var det 20 min pause, noe omtrent tilsvarer pausen mellom semifinale og finale under en ordinær sprintkonkurransen i langrenn. Mølla hadde en konstant stigning på 10 %, mens pilottesten ga en konstant hastighet på 13,4 km/t. Halvparten av utøverne begynte med sin personlige (normale) lengde i klassisk på 1. draget. Denne lengden ligger på rundt 30 cm lavere enn kroppslengden, med noen individuelle forskjeller. På 2. draget til denne gruppen gikk utøverne ned på stavlengden med 7,5 cm. Det frontale endepunktet på proc. coracoideus (ravnenebbet) ble brukt som et referansepunkt på utøverne, og det ble kontrollert at alle utøvernes stavlengde etter senkning lå innenfor  $\pm 2,5$ cm i forhold til dette referansepunktet på kroppen. Resterende halvpart startet på denne lengden, altså lavere staver, og hadde sitt andre drag på sin personlige lengde. HFavg ble målt under alle dragene,

det samme ble HFmaks. Laktatmåling ble gjort i etterkant av hvert drag. Prestasjonen til utøveren utgjør den tiden man klarer å holde seg i gang på rulleskimølla. Video ble analysert i iPhoto, med frekvensmåling over en 30 sek periode. Målingene ble gjort i tidsrommet 1:00 til 1:30 av draget til alle utøverne. Tallet som ble innhentet ble multiplisert med 2 for å få utøverens antall stavtak per minutt (målt i Hz).

### Behandling av data, statistikk

Alle data ble notert på egne testskjemaer (vedlegg 1) under testing og videre ble de behandlet i Microsoft Office 2015 Excel

for Mac (USA). Data i form av alle diagrammer, tabeller og utregninger ble gjort i Excel.

Data blir presentert som mean  $\pm$  SD om ikke annet er oppgitt. Gruppe A består av løpere som går med sin personlige stavlengde først, mens gruppe B startet med senkede staver.

Alle data ble analysert og sjekket for normalitet. Data konkludert som feildata ble ekskludert fra datamatriksen. For å finne ut om resultat var signifikant forskjellig ble data vurdert ved hjelp av en students t-test. Kravet for statistisk signifikans ble satt til å være  $p \leq 0,05$ .

## Resultater

Utøvernes personlige stavlengde var  $84,7 \pm 0,9$  % av kroppslengden.

Prestasjonen på mølletesten viste en nedgang i evne til å holde ut på  $18,8s \pm 11,4s$  ved senkningen av stavene ( $p \leq 0,05$ ), og er med det statistisk signifikant (*Figur 1*). Dette gir en negativ endring på 11 % ved senkning av stavlengde. Alle bortsett fra en utøver gikk kortere tid på rulleskimølla ved senkning av staver, denne utøveren hadde helt uendret tid på rulleskimølla begge drag. Uavhengig om det ble gått med senkning av staver på første sprintdraget eller på det andre sprintdraget gikk utøverne alt fra samme tid (0s) til 33 sek kortere mot personlig lengde. Med personlig valgt lengde holdt utøverne seg på rulleskimølla i  $173,0 \pm 23,0s$ , og med en senkning av stavene holdt utøverne seg på rulleskimølla  $153,0 \pm 24,0s$  ( $p \leq 0,05$ ).

Det ble registrert en endring i frekvens hos utøverne, hvor vanlige staver hadde en gjennomsnitt på 1,06 Hz og 3,61m i sykluslengde, mens senkningen av staver hadde en frekvens på 1,10 Hz og 3,53m i sykluslengde ( $p \leq 0,05$ ).

Hos utøverne ble det registrert en endring i laktat, hvor personlig lengde på stavene ga  $12,5 \pm 1,99 \text{ mmol/L}^{-1}$  og en senkning av stavene ga  $11,37 \pm 2,05 \text{ mmol/L}^{-1}$ .

Det ble ikke observert noen nevneverdig endring av HFmaks, men det ble registrert en forskjell i HFavg blant utøverne. Flertallet registrerte målinger med høyere HFavg under draget med senkning av staver på  $86,2 \pm 2,2 \%$  av HFmaks, mot  $85,0 \pm 3,5 \%$  av HFmaks med personlig valgt lengde på stavene ( $p = 0,09$ ). Hos samtlige av utøverne ble det målt HFmaks som var høyest på sitt først drag, dette uavhengig av hvilken stavlengde som ble benyttet først (*Tabell 2 og 3*). Flertallet av utøverne målte høyere laktat på sitt andre drag enn på sitt første drag, også dette uavhengig av hvilken stavlengde som ble benyttet først (*Tabell 2 og 3*). Gruppe A som benyttet senkning av stavene på sitt første drag senket prestasjonen med  $25,0 \pm 6,3\text{s}$ , og gruppe B som benyttet personlig valgt stavlengde sitt første drag senket prestasjonen med  $12,7 \pm 13,0\text{s}$ .



Figur 1: Prestasjonsforskjellen mellom personlig valgt lengde og senkning i lengde av staver.

	Maks HF	Maks HF	Maks HF (%)	Maks HF (%)	Gj.snitt puls	Gj.snitt puls	Gj.snitt puls (%)	Gj.snitt puls (%)	Laktat mmol/L <sup>-1</sup>	Laktat mmol/L <sup>-1</sup>
<b>Gr. A</b>	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Mean	185,3	184,7	91,7	91,3	170,0	172,3	84,1	85,2	11,0	11,20
SD	1,53	4,93	3,58	2,24	2,00	4,51	3,60	3,11	1,00	2,23
P-value		0,81		0,81		0,40		0,40		0,85

Tabell 2: Tabellen viser detaljerte verdier for gjennomsnitt, SD og P-verdi for de fysiologiske faktorer som ble registrert for gruppe A. Gruppe A hadde senkning av stavlengde som post-test.

	Maks HF	Maks HF	Maks HF (%)	Maks HF (%)	Gj.snitt puls	Gj.snitt puls	Gj.snitt puls (%)	Gj.snitt puls (%)	Laktat mmol/L <sup>-1</sup>	Laktat mmol/L <sup>-1</sup>
<b>Gr. B</b>	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Mean	186,3	184,6	92,7	91,3	174,0	175,7	86,6	87,4	11,5	14,0
SD	3,21	2,52	1,88	2,61	5,29	6,11	0,59	3,15	2,35	1,35
P-value		0,19		0,19		0,62		0,62		0,13

Tabell 3: Tabellen viser detaljerte verdier for gjennomsnitt, SD og P-verdi for de fysiologiske faktorer som ble registrert for gruppe B. Gruppe B hadde senkning av stavlengde som pre-test.

## Diskusjon

Hensikten med denne studien var å registrere endring i prestasjonen i sprintlangrenn ved en forholdsvis dramatisk senkning av stavlengden under et kontinuerlig stakedrag i motbakke. I denne studien ble hovedfunnet at utøverne ikke klarte å holde seg like lenge på rulleskimølla på draget med 7,5cm senkning av personlig stavlengde, som på draget med personlig valgt stavlengde. Dette ga oss en endring i prestasjon, da endring i prestasjon er definert som den tiden utøveren klarer å holde seg på rulleskimølla. Av Currell et. al. (2008) er det blitt understreket at det mellom seier og andreplassen i ulike idretter skiller det kun under 1 % i tidsdifferanse (<1 %), og av det vil det være viktig å finne små forandringer som gir noe forbedring av prestasjon. I denne studien så ga prestasjonen en nedgang på 11 %. Dette er ganske mye på en så kort arbeidstid og vil da kunne være avgjørende for å endre utfallet i en konkurransesituasjon. I en typisk stakesprint som i Stockholm, så vi at det i 2016 skilte 7,89s fra 1. til 30.plass i prologen (fis-ski.com (a)). Dette tilsvarer ca. 4,8 % i tidsdifferanse. Men denne studien gir kun et resultat gitt i en enkelt terrengtype, og under et normalt skirenn vil en konkurransen inneha mange flere grader

av terrengtyper. Så å tro at en senkning på akkurat 11 % vil være tilstede i en prolog vil det ikke være mulig å konkludere med.

Funnet på økning i frekvens fra 1,06 Hz til 1,10 Hz var av signifikant endring. Man vet at løpere på verdenscupnivå har bedre arbeidsøkonomi, antatt lavere frekvens og større sykluslengder enn det løpere som konkurrerer nasjonalt har, og de har en større evne til skape høyere maksimal hastighet enn nasjonalt konkurrerende løpere. Dette antas ifølge Sandbakk, et. al. (2010 (b)) å være som følge av frekvens og sykluslengde, altså tekniske løsninger, og stor kraftutvikling i bevegelser som er teknikkspesifikke. Holmberg et. al. (2009) underbygger også dette med at utøvere med gode tekniske løsninger skaper høy kontraksjonshastighet i muskulaturen, som igjen skaper større akselerasjon. Utøverne skaper stor kraftutvikling og har lavere leddvinkler. Bernsteins (1967) fiksering av frihetsgrader som grunnlag for en god og effektiv teknikk, hvor storparten av kreftene virker i riktig retning, stemmer godt overens med Sandbakk et. al. (2010 (b)) og Holmberg et. al. (2009) sine funn. Disse funnene understreker at frekvens og sykluslengde er avgjørende for god arbeidsøkonomi, og av den grunn kan forskjellen i denne studien være betydningsfull. Det ble registrert at alle løperne gikk opp i frekvens og ned i



sykluslengde med en reduksjon fra 3,61m til 3,53m ved bruk av kortere staver. Denne forandringen kan skyldes endring i teknisk løsning. Alle utøverne svarte med å sette opp frekvensen for å holde seg oppe på rulleskimølla da de fikk tildelt de senkende stavene. Siden nesten samtlige endret prestasjonen i negativ retning vil det antyde at arbeidsøkonomien ble dårligere ved at utøverne økte frekvensen med de senkede stavene slik Sandbakks et. al. (2010 (b)) funn påpeker. Når utøverne antas å ha senket arbeidsøkonomien kan det resultere i en endring i biomekaniske forhold, kraftfordelingen mellom musklene i overkroppen vil ved en endring i stavlengde kunne forandre seg. En senkning i stavlengde kan gjøre at man ikke maksimalt får utnyttet den styrken og kapasiteten dagens skiløpere har i overkroppen. En senkning av staver vil gjøre arbeidsvilkårene for m.Latissimus Dorsi (LD) dårligere, den vil oppnå en mindre ekstensjon siden man setter opp stavtaket i en lavere posisjon. Posisjoneringen av kroppen blir i en mindre elevert tilstand, som vil gjøre at m.LD får en kortere kontrakttil arbeidsvei med mindre kraftutvikling i muskelen (Dahl, 2005). Dette påvirker direkte det Rusko (2003) og Renstrøm (1997) forteller om mekanikk og langrenn. Når kraften til m.LD virker på stavene mot underlaget virker underlaget med motsatt rettet kraft,

dette av kraft er lik motkraft ( $F_a = -F_b$ ). Når underlaget virker på skiløperen i form av en lavere kraft pga. en kortere kontrakttil arbeidsvei i m.LD og en posisjonering i mindre elevert tilstand gjør det at akselerasjonen i retning av kraften på skiløperen vil være lavere, gitt av  $\Sigma F = m \cdot a$ .

Det ble under studien påvist en klar tendens i endring av HFavg blant utøverne avhengig av stavlengde. Målingene viste en HRavg på  $86,2 \pm 2,2$  % av HRmaks med senkede staver og en HRavg på  $85,0 \pm 3,5$  % av HR maks med personlig valgte staver. Selv om utøverne hadde svakere prestasjoner med senkede staver ser vi allikevel at HFavg er høyere. Dette kan tyde på en bedre arbeidsøkonomisk løsning med personlig valgt stavlengde siden gjennomsnittspulsen er lavere og prestasjonen er bedre med den lengden. Når frekvensen økte med senkede staver, øker HF, fordi reseptorer i ledd registrerer aktivitetsnivået og vil stimulere det autonome nervesystemet til å øke HF (Dahl, 2005). Energibehovet øker.

Laktatverdiene gikk i snitt opp fra første til andre draget hos utøverne uavhengig av stavlengde. Dette kan man tolke som at organismen har utført et nokså krevende anaerobt arbeid hvor det kun var en pause på 20 min før gjennomførelse av siste test,

noe som i vesentlig grad vil påvirke organismens evne til anaerob re-syntese av ATP (Spriet, 1995). Av den grunn kan man ikke legge alt for mye vekt på laktatmålingene gjort i studien.

De gjennomsnittlige laktatverdiene hos utøverne som samlet gruppe gikk ned med  $1,1 \text{ mmol/L}^{-1}$  fra pre- til post-test, noe som kan være et resultat av høyere frekvens, som igjen vil resultere i lavere relativ kraftinnsats for hvert tak, som gir mindre "avlåsning" av muskulatur og med det hindrer stor laktatoppbygging i musklene (Dahl, 2005).

Et tilleggsmoment for laktatverdiene er at gruppa A som gikk fra personlig valgt lengde til senkende staver, reagerte særdeles lite laktatmessig, kun  $0,2 \text{ mmol/L}^{-1}$  i økning mellom drag 1 og 2. Mens gruppe B som hadde motsatt rekkefølge på stavlengdene økte med  $2,5 \text{ mmol/L}^{-1}$  mellom dragene. Av det kan vi se at gruppe B, med sin stavrekkefølge fra senket til selvvalgt, reagerte med større produksjon av laktat enn det gruppe A gjorde. Sammen med den gjennomsnittlige nedgangen i laktat mellom pre- og post-test av hele gruppa kan det også se ut som senkede staver gir lavere laktat hvis man sammenligner gruppe A og gruppe B.

Mentalt sett er denne type test krevende siden den stiller krav av utøvernes evne til å tolerere mye smerte, siden testen krever

at utøverne går til utmattelse inntreffer.

Med maksimal innsats betyr det at utøverne vil oppleve et høyt fysisk smertenivå. Normalt sett ser man på 2. draget som fysiologisk mer krevende med tanke på en større oppbygging av laktat. Men mentalt kan det ses på som mindre krevende siden man har vært gjennom samme type test en gang før. Utøveren får da mulighet til å refokusere slik Williams et. al. (1993) og Orlick et. al. (1988) har trukket fram som et suksesskriteriet som karakteriserer prestasjoner i verdensklasse. Mentalt vil utøveren være bedre rustet til å gjennomføre testen med sin nye plan etter nye erfaringer, noe som kan resultere i en bedre prestasjon. Det som er blitt observert i denne studien er at prestasjonen går ned på 2. draget, mot prinsippet om god refokusering. Ut i fra resultatet i denne studien kan dette forklares ved at senkningen i stavlengden og de biomekaniske og fysiologiske ulempene det fører til, sammenlignet med personlig lengde, vil være av viktigere grad enn den mentale muligheten til å refokusere. Det å gå med sin personlige stavlengde gir bedre mekaniske og fysiologiske forutsetninger for å prestere, sammenlignet med kortere staver, og dermed vil stavlengden som faktor i seg selv trumfe faktoren refokusering.

Om klassisk diagonalgang i 10 % stigning vil være mer effektivt enn staking på blanke ski ved denne senkningen av stavlengde vil være opp til en mer utvidet forskning å avgjøre. Så et totalresultat av om denne senkningen kan bidra til å beholde diagonalgang vil være vanskelig å avgjøre med denne studien.

## **Konklusjon**

Resultatene av denne studien viser at en senkning på 7,5cm av utøvernes foretrukne stavlengde, fører til en reduksjon i stakprestasjon, målt i tid. Målingene viste en signifikant endring i prestasjon som følge av endring i stavlengde, fra normal lengde til lavere lengde. Henholdsvis fra  $173,0 \pm 23,0$  sek til  $153,0 \pm 24,0$  sek, noe som tilsvarer en gjennomsnittlig reduksjon av prestasjon på 11% ( $18,8 \pm 11,4$  sek).

### Referanseliste

- Bernstein, N. A., (1967): *The Co-ordination an Regulation of Movements*.
- Carlsson, M., Carlsson, T., Knutsson, M., Malm, C. og Tonkonogi, M., (2014): *Oxygen uptake at different intensities and sub-techniques predicts sprint performance in elite male cross-country skiers*. Eur J Appl Physiol. Dec; 114(12): 2587-95
- Currell, K. og Jeukendrup, A.E., (2008): *Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance*. Sports Med 38:297–316
- Dahl, H. A., (2005): *Klar ferdig gå! Grunnbok i aktivitetsfysiologi*. J. W. Cappelen Forlag (1. utg)
- Dahl, H. A. og Rinvik, E., (2010): *Menneskets Funksjonelle Anatomi*. Cappelen Damm Forlag (3. utg)
- Gjerset, A., Hauger, K., Giske, R og Holmstad, P., (2010): *Treningslære*. Gyldendal Undervisning (1. utg)
- Hallen, J. og Losnegård, T., (2013): *Physiological differences between sprint- and distance specialized cross-country skiers*. Int J Sports Physiol Perform. Jan; 9(1):25-31.
- Hansen, E. A. og Losnegård, T., (2010): *Pole length affect cross country skiers' performance in an 80-m double poling trial performed on snow from standing start*. Sports Eng 12:171-178
- Holmberg, H. C., (2005): *Physiology of Cross-Country Skiing – with special emphasis on the role of the upper body* (Doktorgradsavhandling, Mid Sweden University) Hentet fra: <https://openarchive.ki.se/xmlui/handle/10616/43443>
- Holmberg H. C., Lindinger S. J., Stoggl T. og Muller E., (2009): *Control of speed during the double poling technique performed by elite cross-country skiers*. Med. Sci. Sports Exerc. 41:210–220.

- Medbo, J. I. og Tabata, I., (1989): *Relative importance of aerobic and anaerobic energy release during short-lasting exhausting bicycle exercise*. J Appl Physiol. Nov; 67(5): 1881-1886
- Nilsson, J., Jakobsen, V., Tveit, P. og Eikrehagen, O., (2003): *Pole length and ground reaction forces during maximal double poling in skiing*. Sports Biomech. Jul;2(2):227-36.
- Orlick, T. og Partington, J., (1988): *Mental links to excellence*. The Sport Psychologist 5:322-334
- Renstrøm, R., (1997) *KRAFT OG BEVEGELSE, INNFORING I MEKANIKK*. Cappelen Damm (1.utg)
- Rusko, H., (2003): *Handbook of sports medicine an science cross country skiing*. Wiley Blackwell (1st ed)
- (a) Sandbakk, Ø., Ettema, G., Leirdal, S., Jakobsen, V. og Holmberg, H. C., (2010): *Analysis of a sprint ski race and associated laboratory determinants of world-class performance*. Eur. J. Appl. Physiol. 2011;111:947–957
- (b) Sandbakk, Ø., Holmberg, H. C., Leirdal, S. og Ettema, G., (2010): *Metabolic rate and gross efficiency at high work rates in world class and national level sprint skiers*. Eur J Appl Physiol. Jun; 109(3):473-81
- Sandbakk, Ø. og Tønnessen, E., (2012). *Den norske langrennsboka*. Aschehoug & Co (1.utg)
- Spriet, L. L., (1995): *Anaerobic Metabolism During High-Intensity Exercise*. I Hargreaves, M., (red): Exercise metabolism
- Vesterinen, V., Mikkola, J., Nummela, A., Hynynen, E. og Häkkinen, K., (2009): *Fatigue in simulated cross- country skiing sprint competition*. J Sports Sci 27:1069-77

Williams, J. M. og Krane, V., (1993): *Psychological characteristics of peak performance*.

I Williams J. M., (red): Applied sport psychology: personal growth to peak performance (2nd ed)

**Internett:**

(a) [http://www.fis-ski.com/cross-country/events-and-places/results/?season=2016&discipline=&gender=all&race\\_id=25812&sector=CC](http://www.fis-ski.com/cross-country/events-and-places/results/?season=2016&discipline=&gender=all&race_id=25812&sector=CC)

(Hentet: 20.05.2016)

(b) <http://data.fis-ski.com/dynamic/fis-points-details.html?sector=CC&listid=300122>

(Hentet: 24.05.2016)

## Vedlegg 1

## Fysisk test ved Meråker testlab

## Registrerings skjema

Dato: \_\_\_\_\_ 2016

Navn: \_\_\_\_\_

Fødselsdato: \_\_\_\_\_

Høyde: \_\_\_\_\_ cm

Vekt: \_\_\_\_\_ kg

HRmax: \_\_\_\_\_ b·min<sup>-1</sup>HF etter  
oppvarming: \_\_\_\_\_ b·min<sup>-1</sup>Borg etter  
oppvarm: \_\_\_\_\_Laktat etter  
oppvarming: \_\_\_\_\_ mmol·L<sup>-1</sup>

Hastighet	Tid	Stigning %	Laktat (mmol·L <sup>-1</sup> )	HF (b · min <sup>-1</sup> )	Borg (6-20)	O <sub>2</sub> (L·min)

Merknader

---



---



---



---



---



---





# Opplasting av samtykkeskjema

Opplasting samtykkeskjema

*Last opp pdf.-filen her. Maks én fil.*

BESVARELSE

## Filopplasting

Filnavn	5226410_cand-5734474_5224941
Filtype	pdf
Filstørrelse	62.124 KB
Opplastingstid	26.05.2016 10:56:29



Neste side  
**Besvarelse**  
vedlagt



**SAMTYKKE TIL BRUK AV PROSJEKT, KANDIDAT-, BACHELOR- OG MASTEROPPGAVER**

**Forfatter(e):** Kristian Johansen

**Norsk tittel:** Endres prestasjonen og de fysiologiske faktorene seg ved en senkning av stavlengde under et kontinuerlig stakedrag i motbakke

**Engelsk tittel:** Physiological and performance changes in double poling due to lowering of polelength in steep uphill terrain

**Studieprogram:** Kroppsøving, idrett og friluftsliv – bachelorfordypning

**Emnekode og navn:** KIF350\_1 Bacheloroppgave

Vi/jeg samtykker i at oppgaven kan publiseres på internett i fulltekst i Brage, Nords' åpne arkiv

Vår/min oppgave inneholder taushetsbelagte opplysninger og må derfor ikke gjøres tilgjengelig for andre

Kan frigis fra: \_\_\_\_\_

**Dato:** 23/5-2016

\_\_\_\_\_  
underskrift

\_\_\_\_\_  
underskrift

\_\_\_\_\_  
underskrift

\_\_\_\_\_  
underskrift

