

## KIF350 1 Bacheloroppgave

# Kandidat 48

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	01.09.2016 13:40
Vurderingsform	KIF350	Opprettet av	Hilde Lyster
Starttidspunkt:	11.05.2016 08:45	Antall sider	28
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-5946718_5224938
Filtype	pdf
Filstørrelse	3616.462 KB
Opplastingstid	26.05.2016 11:08:30



Neste side  
**Besvarelse**  
vedlagt

# BACHELOROPPGAVE

Emnekode: KIF350

Navn: Wenche Snildalsli

---

## Overskrift eller tittel på norsk og engelsk

Hurtig reposisjonering og styrke i staking ved prologfart på rullleski.

Fast repositioning and strenght in double poling at prologue speed in roller skiing.

---

Dato: 2016-05-26

Totalt antall sider: 20

## Hurtig reposisjonering og styrke i staking ved prologfart på rulleski.

WENCHE SNILDALSLI

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

### Sammendrag:

Snildalsli W. Hurtig reposisjonering og styrke i staking ved prologfart på rulleski. **Problemstilling:** Korrelerer en hurtig reposisjonering i staking med styrke i stakingens reposisjoneringsmuskulatur ved prologfart? **Hensikt:** Undersøke om styrke i reposisjoneringsmuskulaturen i staking korrelerte med hurtig reposisjonering og/eller hurtighet i staking ved prologfart. **Metode:** Ti godt trente mannlige langrennsløpere deltok i studien som inneholdt tre ulike styrketester for reposisjoneringsmuskulaturen i staking (1RM i bein, 1RM i overkropp samt eksplosiv styrke i overkropp), og en videoanalyse av en prestasjonstest på 3,5 min ved 2% stigning med utgangshastighet på 26km/h på rulleski, med stigende hastighet siste minuttet. Sykluslengde, syklusfrekvens, reposisjoneringstid samt staketid i respektiv uthvilt og sliten tilstand ble analysert. **Resultat:** Eksplosiv styrke i overkroppen korrelerer bedre ( $r=0,513$ ) med hurtig reposisjonering enn 1RM. 1RM korrelerer bedre ( $r=0,561$  og  $r=0,588$ ) med hurtighet i staking enn eksplosiv styrke. Total sykluslengde og syklusfrekvens i uthvilt tilstand korrelerer bedre ( $r=0,761$  og  $r=0,637$ ) med maksimal stakinghastighet enn i sliten tilstand. **Konklusjon:** Eksplosiv styrke i stakingens reposisjoneringsmuskulatur ser ut til å være viktigere enn maksimal styrke for hurtig reposisjonering i staking ved prologfart. Maksimal styrke ser ut til å være viktigere for maksimal hastighet i staking. **Nøkkelord:** langrenn, rulleski, styrke, reposisjonering, sprint, staking, hurtighet

### Teori

#### Introduksjon

Så mange som 9 av 10 sprintkonkurranser i klassisk stil under WC de senere årene har inneholdt utøvere som kun har valgt staking gjennom hele konkurransen. Vinneren på herresiden under WC-sprinten i Drammen senest i 2016 valgte

blanke ski og staking, og ble belønnet med seier. Staking sin voksende dominans i klassisk moderne langrenn skyldes høyere konkurransehastighet som følge av bedre og raskere utstyr, preparering av spor, samt nye disipliner som sprint og

fellesstart (1, 2, 3). De nye disiplinene og utviklingen for øvrig viser til at konkurransene oftere avgjøres i spurt enn tidligere (1), og har også medført at egenskapene styrke og hurtighet har blitt viktigere for prestasjonen (1, 3).

Høyhastighetsteknikken staking består av en stakfase og en reposisjoneringsfase, hvor reposisjoneringsfasen utgjør størst andel av syklusen (4), men i denne fasen skapes det ingen fremdrift! Forskningen på området reposisjonering i staking er liten, og med hensyn til utviklingen innen klassisk langrenn er det interessant å se nærmere på hva som kan påvirke, og eventuelt redusere tiden hvor det ikke skapes fremdrift i staking.

### **Fysiologiske faktorer**

Langrenn blir betegnet som en ekstrem utholdenhetsidrett uavhengig av distanse (5), hvor aerob utholdenhet, anaerob terskel og arbeidsøkonomi utgjør de tre viktigste fysiologiske faktorene for prestasjonen (6).

Aerob utholdenhet regnes for å ha størst betydning for prestasjonen, og begrenses av utøverens maksimale oksygenopptak ( $VO_{2\max}$ ) og utnyttingsgraden av denne (3). Langrennsløpere i verdensklasse har målt  $VO_{2\max}$  opp mot 90 og 80  $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  henholdsvis for menn og kvinner, som er blant de høyeste verdiene som er

rapportert i forhold til  $VO_{2\max}$  (1,7,-10).  $VO_{2\max}$  er den viktigste bestemmende faktoren for prestasjonen i langrenn (5). Aerob utholdenhet virker som en økende begrensning for prestasjonen ved økende arbeidstid (5), men også i sprintlangrenn med en konkurransetid på kun ca. 12 minutter (1) er dette en begrensende faktor for prestasjonen: Vesterein et al. (11) beskriver hvordan aerob utholdenhet korrelerer med prestasjonen i de avsluttende heatene, hvorav anaerob utholdenhet er viktigst i starten av konkurransen. Evnen til å eliminere melkesyre (laktat og  $H^+$ -ioner) er større dersom den aerobe utholdenheten er stor (6). Forskning på en simulert sprintkonkurranse viser at utøvere med høy aerob utholdenhet har større evne til å motstå utmattelse gjennomgående i løpet av en sprint (11), og Stöggl et al. (12) fant at laktatkonsentrasjonen i blodet og maksimal hastighet korrelerte sterkt med prestasjonen i sprint.  $VO_{2\max}$  er spesifikk i forhold til teknikk og idrett (6), og evnen til å oppnå denne avhenger av hvor stor muskelmasse som er engasjert samt arbeidsfordelingen mellom musklene i overkroppen og beina (13).

### **Styrke og sprintlangrenn**

Sprintlangrennsløpere skiller seg fra distanseløpere ved at de har en høyere anaerob utholdenhet og større

muskelmasse (1) en nødvendighet for å kunne utvikle maksimal hastighet (3): hastigheten over en kort distanse og maksimal styrke korrelerer sterkt med prestasjonen i sprint (1,12, 14). Overkroppsstyrke har hatt et økende fokus som følge av hastighetsøkningen innen langrenn, og bidratt til anvendelsen av staking i konkurranse de senere årene (15). Staking har lenge vært ansett som reint overkroppsarbeid (16,17,18), men Holmberg et al. (15) fant at staking er et resultat av både overkropp og beinarbeid, hvorav beina utgjør de største energiforbrukerne (19). Energien til muskellarbeid skaffes gjennom spalting av ATP (adenosintrifosfat) til ADP (adenosindifosfat). ATP dannes gjennom aerob og anaerob energiomsetning, men stort anaerobt arbeid tømmer energilagrene fortere enn aerobt muskellarbeid (20). Muskelfibertype- I er bedre representert i beina (21), og har større evne til aerob energiomsetning, men til gjengjeld er kontraksjonshastighet langsommere enn hos fibertype IIa og IIb (6). Fibertype IIa og IIb er kjent for å være raske til å kontrahere og har god evne til anaerob energiomsetning (5). Kraftutviklingen til en muskel begrenses blant annet av sentralnervesystemets (SNS) rekrutering av motoriske enheter samt fyringsfrekvensen av de motoriske enhetene (5). Maksimal styrketrening med 1-6 repetisjoner av 1RM

(1 repetisjon maksimum) bedrer rekruteringsevnen av motoriske enheter og gjør muskelen mer effektiv, hvorav eksplosiv styrketrening stimulerer SNS fyringsfrekvens og evnen til hurtig muskelkontraksjon (9). Eksplosiv styrke avhenger dermed av to forhold: muskelstyrken og hastigheten på muskelkontraksjonen (22). 1RM sier noe om hvor stor kraft muskelen kan utvikle (22).

### **Moderne høyhastighetsstaking, med fokus på reposisjoneringsfasen.**

Utøverens teknikk virker som en begrensning for arbeidsøkonomien, og er viktig for å utnytte den aerobe kapasiteten (23). Moderne høyhastighetsstaking karakteriseres ved stor kraftutvikling gjennom et eksplosivt stavgang, stort fall fremover, mindre leggvinkler etc. (4, 15, 24). Forskning viser at raskere utøvere utvikler større kraft i hvert stavgang, hvilket gir en relativt kortere stavgangsfase og lengre reposisjoneringsfase (4, 15). Lindinger et al. (31) viste at energieffektiviteten sank med høyere frekvens ved alle hastigheter.

Reposisjoneringsfasen sin hensikt i staking er å føre kroppen raskt tilbake i gunstig posisjon slik at kraftutviklingen kan bli størst mulig i den påfølgende stavgangsfasen. Bevegelsen er et resultat av en ekstensjon av hoftelrådet med uforandret vinkel i ankelleddet, samt et aktivt opptrekk med

armene som starter fra hofta i form av en ekstensjon i skulderleddet.

Reposisjoneringsmuskulaturen har i tillegg til å reposisjonere kroppen en funksjon i den påfølgende stakefasen gjennom å stabilisere og posisjonere kroppen, som er en viktig faktor for kraftoverføringen (3, 15).

Holmberg et al. (15) fant at reposisjoneringsfasen i staking gjennom sin eksentriske innledning bidrar til økt kraftutviklingen i den påfølgende stakefasen. Reposisjoneringsfasen bidrar også til blodgjennomstrømning i muskulaturen som i følge Sheppard et al. (25) er viktig for O<sub>2</sub>-transporten til musklene. Zory et al. (26) fant at utøvere i en utmattet tilstand under en simulert sprintkonkurranse viste FP mindre evne til ekstensjon av hofta og mage, som tidligere nevnt bidrar til økt kraftutvikling under stakefasen (15).

Økt sykluslengde som følge av høyere hastighet (27) har ført til at reposisjoneringsfasen i moderne høyhastighetsstaking har blitt lengre (4). Ved staking i motbakke derimot er reposisjoneringsfasen kortere og syklusfrekvensen høyere (28), og i følge Rusko (5) handler god teknikk i motbakke om å redusere tiden for reposisjonering, da energikostnaden ved start og stoppbevegelser er stor.

Betydningen av en hurtig reposisjonering i sprint er lite undersøkt, og forskning på reposisjoneringsfasen i staking er begrenset. Stöggl et al. (29) fant en korrelasjon mellom økt syklushastighet på armene med en uforandret sykluslengde, og maksimal hastighet i staking.

Som følge av at lengden på reposisjoneringsfasen ved høy hastighet har økt i moderne langrenn, kravet til hurtighet har blitt større, hyppigere anvendelse av staking i sprint, samt at konkurransene ofte avgjøres i spurt, er det interessant å se nærmere på hva som begrenser en hurtig reposisjonering, da denne fasen ikke skaper fremdrift i staking. Samt betydningen av hurtig reposisjonering for prestasjonen.

### **Problemstilling:**

Korrelerer en hurtig reposisjonering i staking med styrke i stakingens reposisjoneringsmuskulatur ved prologfart?

### **Metode**

#### **Eksperimentel tilnærming til problemstillinga**

Ti godt trente mannlige langrennsløpere deltok frivillig i denne studien, som inneholdt tre ulike styrketester for reposisjoneringsmuskulaturen i staking



(1RM bein, 1RM overkropp samt eksplosiv styrke i overkropp), og en videoanalyse av en prestasjonstest på rulleski. Ut i fra videoanalysen ble sykluslengde, syklusfrekvens, reposisjoneringstid samt staketid i respektiv uthvilt og sliten tilstand analysert. Testene ble gjennomført i etterkant av sesong slik at oppdatert FIS poenglister reflekterte utøverens nivå denne sesongen. Utøverne ble instruert i å ikke utføre utmattende trening eller styrketrening siste to dager før testing. En standard prosedyre tilsvarende opplading til konkurranse samt standard oppvarming ble brukt. Siden alle forsøkspersonene (FP) i denne studien var aktive langrennsløpere var motivasjonen for testing god da utøverne kunne lære noe om egen utvikling ved å delta i studien. Alle FP ble informert om testen på forhånd og gjennomgikk en kort spørreundersøkelse før start for å forsikre om at de var friske, godt ernært og motivert på testdagen. Alle FP ble informert på nytt om at de deltok frivillig og kunne trekke seg fra studien uten å måtte forklare hvorfor. Data fra undersøkelsen ble behandlet statistisk og konfidensielt. Forsøket var godkjent av veileder ved UiN.

#### **Forsøkspersoner (FP)**

I denne studien deltok ti frivillige godt trente mannlige langrennsløpere. FP var

alle studenter ved UiN og bachelorstudiet i idrett avdeling Meråker. FP var i gjennomsnitt 22 år, og hadde VO<sub>2</sub>max i løping på 77 mL · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup>, og FIS-punkt i sprint 180 (internasjonal rankingliste oppdatert 2016/2017). Deltagerne fikk muntlig beskjed om rettigheten til å trekke seg fra forskningen uten å måtte forklare hvorfor, dette i henhold til Helsinki deklarasjonen (2008) der mennesker er forsøkspersoner i vitenskapelige forsøk.

#### **Instrumenter**

For å teste FPs styrke ble følgende utstyr benyttet: håndmanualer på 3kg hver, en olympisk tricepsstang på 10kg, ulike vektskiver, samt et opptrekkapparat (se bilde 2).

Staketesten ble gjennomført på RoodbyRL3500E og Rodby RL2500E rulleskimølle fra Sverige, produsert av Rodby Innovation AB, Hagby, Vänge, Sverige. FP brukte laboratoriets egne klassiske rulleski fra Swenor med toerhjul, og NNN binding fra Rottfella eller SNSbinding fra Salomon. Staver fra Swix av typen Star CT1 Composite med stavspisser beregnet for rulleskimølle, samt stavlengde tilpasset FP kroppslengde i henhold til anbefalinger fra swix om stavlengde lik 82,5% av kroppshøyde. Det ble brukt klatresele rundt bein og hofter for

sikring under testing på mølla. Staketesten ble filmet med iPad og analysert i appen coach's eye med tidtakersystem. Resultatene ble registrert i egne skjemaer i Microsoft Excel (versjon nn 2014).

### Testprosedyre

Alle 10 utøverne gjennomførte tre ulike styrketester, og en staketest på rullskimølle med noen minutters mellomrom. Alle FP var godt kjent med staking på rullskimølle. Testprosedyren foregikk ved en såkalt krysstest, hvor gruppa ble delt i to hvorav halve gruppa gjennomførte styrketest først etterfulgt av staketest og motsatt. Utøverne gjennomførte kun en oppvarming, og denne var lik for alle uavhengig av den påfølgende testen. Alle gikk 1 minutt staking på en Rodby 2500E før staketesten for tilvenning.

Standard oppvarming: Utøverne gjennomførte en progressiv 10 min oppvarming i løping på 3D- mølle bestående av Intensitet-1 i 5 min (60-70% av max HF), etterfulgt av et drag i I3 i 5 min (80-85 % av max HF).

### Styrketest:

Utøverne gjennomførte først en eksplosiv styrketest, etterfulgt av to forskjellige 1RM tester med en pause på ca. 2 minutter.

Eksplosive styrketesten foregikk med to manualer i hver hånd på 3kg hver. Manualene ble løftet fra hofteposisjon og opp foran kroppen slik som ved staking på langrenn. I det manualene ble løftet flyttet ene foten bak den andre ved en rask hoppebevegelse, og tilbake til utgangsstillingen som var med føttene ved siden av hverandre i det manualene ble senket igjen mot hoftene. Manualene ble holdt vertikalt for å simulere skistaver. Utførelsen ble kun godkjent dersom manualene rørte en matte som ble holdt i tilpasset høyde slik at skulderleddet holdt ca. 90\*. Dette tilsvarte ca. den høyden stavene har i slutten av reposisjoneringsfasen i staking. Manualene måtte også helt ned til hofteposisjon for at utførelsen ble godkjent.

Øvelsen ble repetert 6 ganger, og video av utførelsen ble gjennomført for innhenting av data.



6 *Bilde 1 viser eksplosiv styrkeøvelse for overkroppen*

Første 1RM- øvelse foregikk ved hjelp av en stang som var fastmontert til et apparat i den ene enden, og med vekter nærmest den frie delen av stanga. Utøverne løftet stanga opp ved å ta tak i enden av den frie delen. To vektskiver var plassert under hælen på hver fot slik at det ble skapt et fall fremover i det stanga ble løftet. Tåspissen var på linje med den nærmeste vektskiva på stanga. Øvelsen startet fra en posisjon hvor kneleddet hadde 90°, og ble avsluttet med strake bein. Hovedsaken var at beina utførte løftet og at hendene var strake under hele øvelsen.



*Bilde 2 viser 1RM- øvelse for reposisjoneringsmuskulaturen i beina*

Andre 1RM- øvelse foregikk ved bruk av en olympisk tricepsstang på 10kg med vektskiver. Utøverne sto vendt mot en ribbevegg med en avstand på ca. tre fotlengder, og med den ene foten litt foran den andre. Ei styrkematte ble montert i ribbeveggen hvor det var avmerket med kritt hvor høyt vekten måtte løftes for at øvelsen skulle bli godkjent. Den nederste delen av stanga måtte være over streken for godkjent løft. Krittstreken var i lik høyde med utøverens munn. Øvelsen startet med vektstanga foran kroppen med armene hengene ned, og med en liten svikt i beina. Vektstanga ble løftet opp og frem samtidig som beina strektes. Vektstanga ble holdt i ro mot vegg i slutten av løftet, samt at føttene var på samme plass under hele løftet. Det var lov å løfte hælen så lenge føttene ikke flyttet seg.



*Bilde 3 viser 1RM- øvelse for reposisjoneringsmuskulaturen i overkroppen*

### Staketest

Staketesten ble gjennomført som et 3,5 minutters sammenhengende drag hvor farten ble satt til 26 km/t og en stigning på 2% for alle FP. Stigningen var konstant under hele draget, hvorav farten ble økt siste minuttet avhengig av FP utmattelse for å fremprovosere et bilde av teknikk-løsningen ved en sliten tilstand. Videosnutter på ca. 15 sekunder hver ble filmet i løpet av de 30 første sekundene av draget, og i løpet av de 30 siste sekundene av draget når FP nærmet seg utmattelse for innhenting av data.

### Data

Resultater fra styrke- og staketest ble dokumentert i egne skjemaer i Microsoft Excel. Resultatene fra staketesten ble innhentet i løpet av de første 30 sekundene av draget og i løpet av de 30 siste sekundene av draget når FP nærmet seg

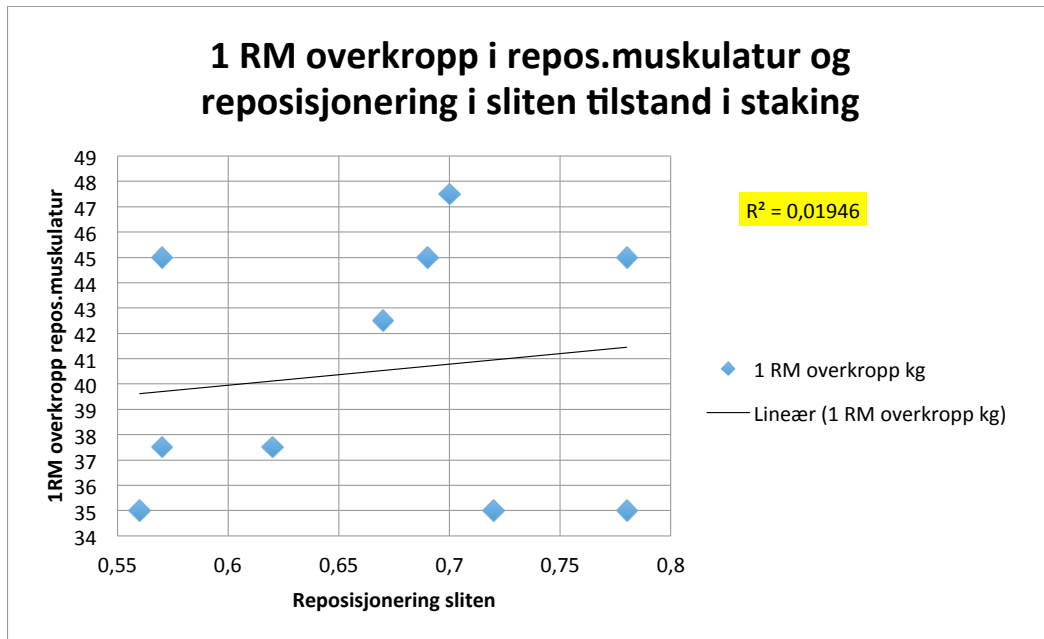
utmattelse. Begge videoene tilsvarte ca. 15 sekunder. Reposisjoningsfasen regnes som tiden fra stavene forlater underlaget til de settes i bakken igjen. Ved hjelp av videomaterialet tok vi snittet av hvor lang tid FP brukte på reposisjoningsfasen gjennom 3 sykluser i løpet av de 30 første og siste sekundene av testen.

### Statistikk:

Data er analysert ved hjelp av standard statistiske metoder og er fremstilt som gjennomsnitt, standard avvik (SD), og spredning (minimum og maksimum verdier). Alle data ble kontrollert for normalitet, og data som hadde unormale verdier eller feil ble ekskludert fra datamatriksen. Korrelasjonsanalyser ble gjort med Pearssons produktmoment ( $r$ ) med styrke og gjennomsnittlig reposisjoneringstid som variabler. Sterke korrelasjoner ( $r > 0,70$ ), ble regnet som statistisk signifikant ( $P < 0,05$ ) (30).

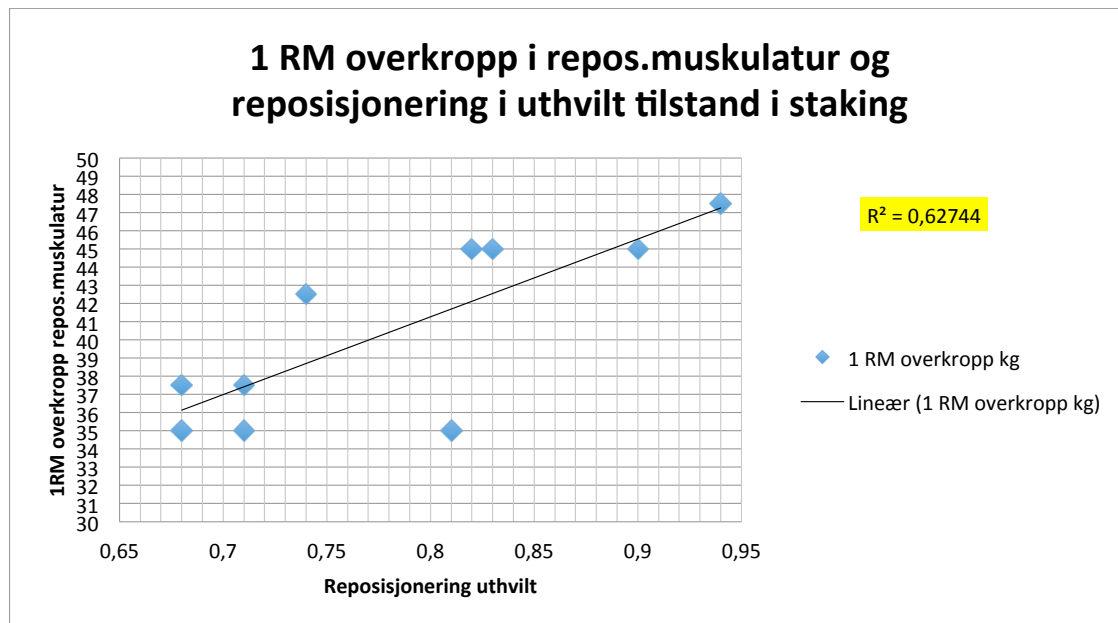
## Resultatkapittel

Resultatene i denne undersøkelsen viser sammenheng mellom styrke i stakingens reposisjoningsmuskulatur og hurtig reposisjonering i staking, prestasjon ved staking i uthvilt- og sliten tilstand og maksimal stakelastighet, samt sammenhengen mellom styrke i reposisjoningsmuskulaturen og maksimal stakelastighet. Alle resultatene ble målt ved staking på rullskimølle med lik helling på 2 %, men med ulik hastighet mellom start og slutt på et sammenhengende drag på totalt 3,5 minutt. Styrkeresultatene ble målt ved tre ulike spesifikke styrketester for reposisjoningsmuskulatur i staking i styrkerom: 1RM overkropp, 1RM bein, samt eksplosiv styrkeøvelse for overkropp.



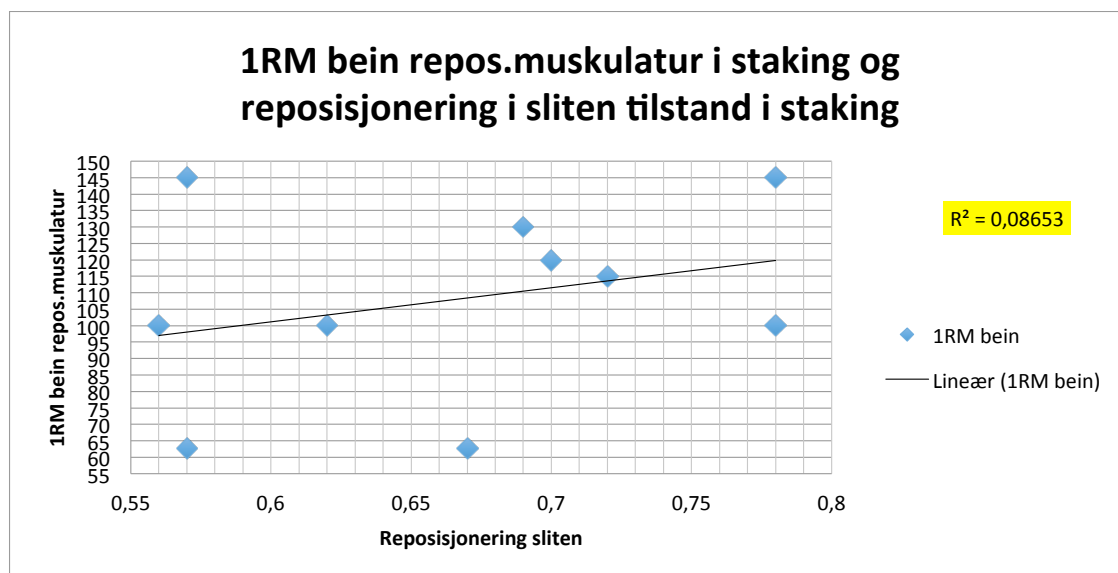
Figur 1 viser sammenheng mellom 1RM overkroppsstyrke i reposisjoneringsmuskulaturen i staking og tid for reposisjonering i sliten tilstand i staking på rulleskimølle.

Resultat viser at det er lite sammenheng ( $r = 0,139$ ) mellom 1RM overkroppsstyrke i reposisjoneringsmuskulaturen i staking, og tid for reposisjonering i staking på rulleski i sliten tilstand.



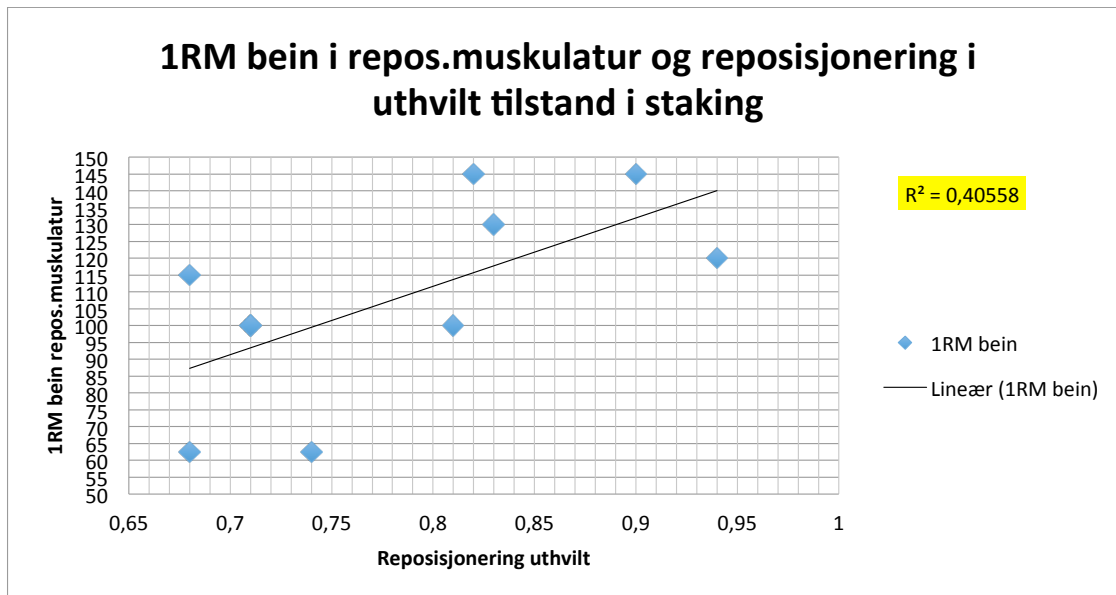
Figur 2 viser sammenheng mellom 1RM overkropsstyrke i reposisjoneringsmuskulaturen i staking og tid for reposisjonering i uthvilt tilstand i staking på rulleskimølle.

Resultatet viser at det er høy korrelasjon ( $r > 0,792$ ) mellom 1RM overkropsstyrke i reposisjoneringsmuskulaturen i staking og tid for reposisjonering i staking på rulleskimølle i uthvilt tilstand



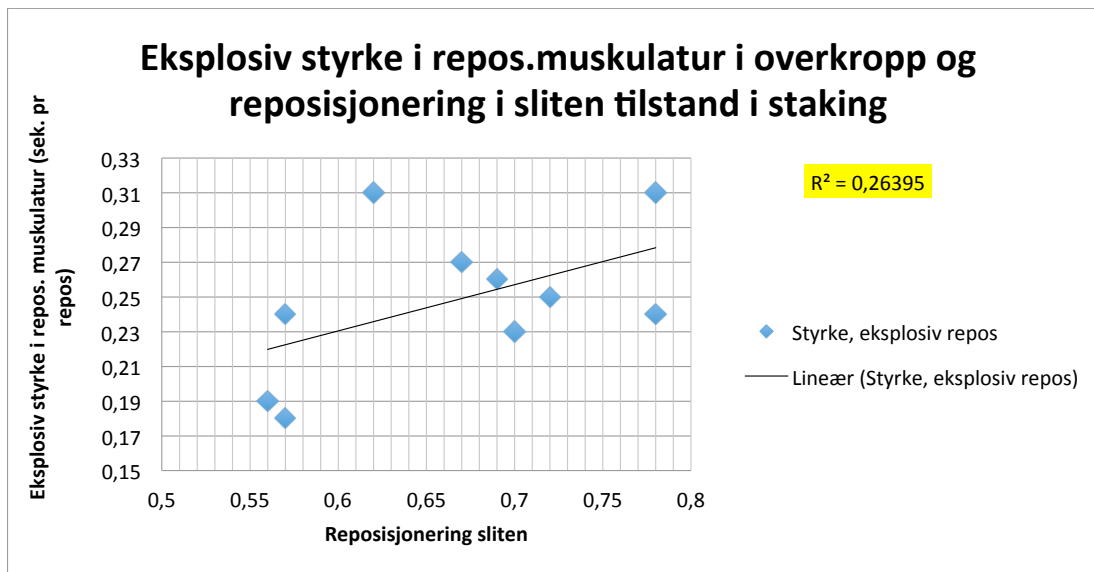
Figur 3 viser sammenheng mellom 1RM beinstyrke i reposisjoneringsmuskulaturen i staking og tid for reposisjonering i sliten tilstand i staking på rulleskimølle.

Resultatet viser at det er liten sammenheng ( $r= 0,294$ ) mellom 1RM benstyrke i reposisjoneringsmuskulaturen i staking og tid for reposisjonering i staking i sliten tilstand.



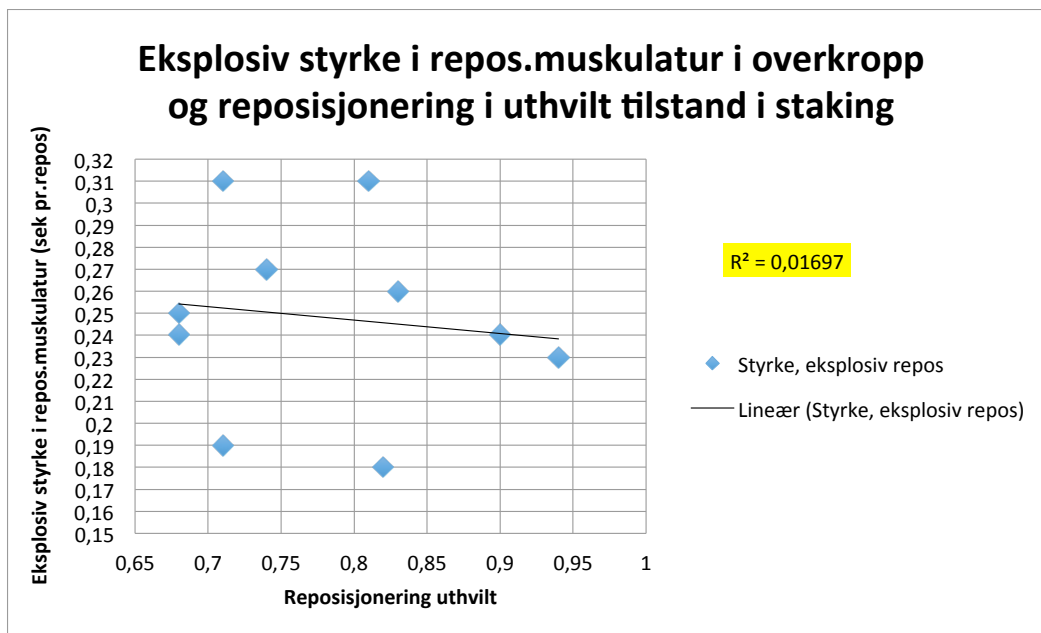
Figur 4 viser sammenheng mellom 1RM bein i reposisjoneringsmuskulaturen i staking og tid for reposisjonering i uthvilt tilstand i staking på rulleskimølle.

Resultatene viser god sammenheng ( $r= 0,636$ ) mellom 1RM benstyrke i reposisjoneringsmuskulatur i staking og tid for reposisjonering i staking i uthvilt tilstand.



Figur 5 viser sammenheng mellom eksplosiv styrke i reposisjoningsmuskulaturen i overkroppen ved staking og tid for reposisjonering i slitent tilstand i staking på rulleskimølle.

Resultatet viser god sammenheng ( $r = 0,513$ ) mellom eksplosiv styrke i reposisjoningsmuskulaturen i overkroppen i staking og tid for reposisjonering i sliten tilstand i staking.



Figur 6 viser sammenheng mellom eksplosiv styrke i reposisjoningsmuskulaturen i overkroppen ved staking og tid for reposisjonering i uthvilt tilstand i staking på rulleskimølle.



Resultatene viser at sammenhengen mellom eksplosiv styrke i reposisjoneringsmuskulaturen i overkroppen og tid for reposisjonering i uthvilt tilstand var lav ( $r= 0,130$ ).

	<b>Forklaring</b>
b	Reposisjoneringsfase uthvilt
c	Reposisjoneringsfase sliten
d	Stakefase uthvilt
e	Stakefase sliten
f	Total sykluslengde uthvilt (sek pr. syklus)
g	Total sykluslengde sliten (sek pr. syklus)
h	Total syklusfrekvens uthvilt (pr. minutt)
i	Total syklusfrekvens sliten (pr. minutt)
j	Total syklusfrekvens ved eksplosiv styrkeøvelse (pr. minutt)
k	Reposisjoneringsfase ved eksplosiv styrkeøvelse (sek pr. repos)
l	1RM bein i reposisjoneringsmuskulatur ved staking
m	1RM overkropp i reposisjoneringsmuskulatur ved staking
n	Maksimal stakehastighet

*Tabell 1 fungerer som forklaring for b-n.*

Funn	Sammenheng	Korrelasjon	Signifikantsnivå 0,01,* 0,05 el ** 0,10***
1	Sammenheng mellom b og n	0,655	god korrelasjon
2	Sammenheng mellom c og n	0,375	0,002* signifikant kortere repos.tid enn i uthvilt
3	Sammenheng mellom d og n	0,556	god korrelasjon
4	Sammenheng mellom e og n	0,202	0,01* Signifikant kortere kraftutviklings tid en i uthvilt
5	Sammenheng mellom f og n	0,761	<b>høy korrelasjon</b>
6	Sammenheng mellom g og n	0,326	0,001* Signifikant kortere syklus lengde en i uthvilt
7	Sammenheng mellom h og n	0,637	god korrelasjon
8	Sammenheng mellom I og n	0,376	0,002* Signifikant høyere frekvens i utslitt tilstand
9	Sammenheng mellom J og n	0,341	lav korrelasjon
10	Sammenheng mellom k og n	0,065	lav korrelasjon
11	Sammenheng mellom L og n	0,561	god korrelasjon
12	Sammenheng mellom m og n	0,588	god korrelasjon

Tabell 2 Viser sammenheng mellom prestasjon i staking i uthvilt tilstand (ved 26km/t) og maksimal stakehastighet, og prestasjon i staking ved sliten tilstand og maksimal stakehastighet, samt sammenheng mellom styrke og maksimal stakehastighet.

Resultatene viser at reposisjoneringsfasen i uthvilt tilstand og maksimal stakehastighet korrelerer bedre ( $r=0,655$ ), enn reposisjonering i sliten tilstand og maksimal stakehastighet ( $r=0,375$ ). Reposisjoneringstiden er signifikant kortere (0,05) i sliten tilstand enn i uthvilt tilstand. Stakefasen i uthvilt tilstand viser god sammenheng ( $r=0,556$ ) til maksimal stakehastighet, i motsetning til stakefasen i sliten tilstand og maksimal hastighet som hadde en lav korrelasjonsverdi ( $r=0,202$ ). Stakefasen og tiden for kraftutvikling var signifikant kortere (0,05) i sliten tilstand enn i uthvilt tilstand. Sykluslengden (sek pr. syklus) i uthvilt tilstand og maksimal stakehastighet viste signifikant ( $P<0,05$ ) korrelasjon ( $r=0,761$ ), i motsetning til sykluslengden (sek pr. syklus) i sliten tilstand og maksimal stakehastighet ( $r=0,326$ ). Sykluslengden i sliten tilstand var signifikant kortere (0,05) enn i uthvilt tilstand. Total syklusfrekvens (pr. minutt) i uthvilt tilstand viste god korrelasjon ( $r=0,637$ ) til maksimal stakehastighet, i motsetning til total syklusfrekvens (pr. minutt) i sliten tilstand og maksimal hastighet som viste lav korrelasjon ( $r=0,376$ ). Det var signifikant (0,05) høyere

syklusfrekvens i utslitt tilstand. Total syklusfrekvens (pr. minutt) ved eksplosiv styrkeøvelse i reposisjoneringsmuskulaturen i overkroppen viste lav korrelasjon ( $r= 0,341$ ) med maksimal hastighet i staking, reposisjoneringsfasen (sek pr. reposisjonering) i den samme øvelsen viste svært liten sammenheng ( $r= 0,065$ ) med maksimal hastighet i staking. 1RM i reposisjoneringsmuskulaturen i beina viste god korrelasjon ( $r= 0,561$ ) med maksimal stakehastighet, i likhet med 1RM i reposisjoneringsmuskulaturen i overkroppen ( $r=0,588$ ).

## Diskusjon

Hensikten med denne studien var å se om styrke i reposisjoneringsmuskulaturen i staking korrelerte med hurtig reposisjonering og/eller hurtighet i staking ved prologfart.

Hovedfunnene i denne studien var som følger: 1) Eksplosiv styrke i overkroppen korrelerer bedre ( $r= 0,513$ ) med hurtig reposisjonering enn 1RM.

2) 1RM korrelerer bedre ( $r=0,561$  og  $r=0,588$ ) med hurtighet i staking enn eksplosiv styrke.

3) Total sykluslengde og syklusfrekvens i uthvilt tilstand korrelerer bedre ( $r= 0,761$  og  $r= 0,637$ ) med maksimal stakehastighet enn i sliten tilstand.

### Eksplosiv styrke og reposisjonering i staking.

Det viser seg at hastigheten på utførelsen begrenser hurtig reposisjonering i staking i større grad ( $r= 0,513$ ) enn 1RM ( $r=0,294$  og  $r= 0,139$ ). En naturlig forklaring kan være at massen som skal flyttes; som i

dette tilfellet var armene og stavene, ikke utgjorde spesielt stor vekt. Evnen til å løfte tungt eller inneha stor maksimal styrke i reposisjoneringsmuskulaturen vil dermed ikke være nødvendig for å reposisjonere kroppen fra en lav til høy posisjon. Eksplosiv styrke er som kjent et samspill mellom maksimal styrke og kontraksjonshastighet til muskelen (21), og forholdet mellom disse vil naturlig variere som følge av det arbeidet som skal utføres.

Tidligere forskning innenfor styrke og staking i sprintlangrenn viser at hastigheten over en kort periode og maksimal styrke korrelerer sterkt med prestasjonen i sprint (1,12,14). Kravet til styrke virker altså å være forskjellig mellom de ulike fasene i en stakesyklus. Dette til tross for at tiden for kraftutvikling under stakefasen i følge Stöggl et al. er svært kort (4): 0,21- 0,60 sek. Eksplosiv styrke vil altså være svært viktig i stakefasen, men maksimal styrke vil i større grad begrense kraftutviklingen i stakefasen enn i reposisjoneringsfasen.

Hvor hurtig reposisjoneringen kan være vil avhenge av energitilgangen i form av ATP, til alaktadsid energiomsetning da denne energien kan brukes direkte uten å bearbeides. Energien holder derimot kun til maksimalt arbeid i noen få sekunder. Anaerobt arbeid tømmer energilagrene fortere jamfør aerobt muskellarbeid (20). Dersom arbeidet frem mot en eventuell spurt i sprint i stor grad har foregått anaerobt, vil tilgangen på energi til å spurte være liten og evnen til hurtig muskelkontraksjon da være dårlig. Denne teorien står i samsvar med Rusko et al. (5) som sier at aerob utholdenhet øker i begrensning i takt med økende konkurransetid.

### **1RM i overkroppen og beina og hurtighet i staking**

Maksimal styrke viser seg å begrenser hurtigheten i staking ( $r=0,561$  og  $r=0,588$ ) i større grad enn kontraksjonshastigheten til reposisjoneringsmuskulaturen ( $r=0,065$ ). En årsak til dette kan være at reposisjoneringsmuskulaturen i staking i følge Sandbakk et al. (3) og Holmberg et al. (15) arbeider med å stabilisere og posisjonere kroppen gjennom stakfasen. Og som følge av at moderne høyhastighetsstaking fordrer stort fall fremover (4,15,23) vil dette gi tyngdekraften gode arbeidsforhold, å trekke kroppen ned mot bakken. Jo større

kraftutviklingen i hvert stavgang, desto større krav stilles til styrken i reposisjoneringsmuskulaturen for å stå i mot og holde kroppen i gunstig posisjon.

Årsaken til at 1RM korrelerer med hurtighet i staking kan skyldes at stor styrke i reposisjoneringsmuskulaturen fører til at mest mulig av kraften som utvikles fører til fremdrift, og ikke bortgår gjennom ugunstige rotasjoner av kroppen etc. Denne teorien er i samsvar med hva Sandbakk et al. (3) skriver om hvordan stabiliserende muskulatur har en avgjørende funksjon i kraftoverføringen.

### **Total sykluslengde og syklusfrekvens og maksimal stakingshastighet**

Sykluslengden i sliten tilstand er signifikant kortere (0,05) enn i uthvilt tilstand. Det innebærer at syklusfrekvensen blir signifikant høyere (0,05). Det visser seg også at maksimal hastighet korrelerer bedre med sykluslengde og syklusfrekvens i uthvilt tilstand ( $r=0,761$  og  $r=0,637$ ) enn i sliten tilstand ( $r=0,326$  og  $r=0,376$ ).

En mulig årsak til dette kan være at i uthvilt tilstand er evnen til stor kraftutvikling god som følge av at energilagrene er fulle (20). Dette gir lengre tid til reposisjonering og restitusjon, hvilket gjør at sykluslengden kan være lengre (15). I sliten tilstand er

muskulaturen naturlig mer utmattet og tilgangen på energi dårligere slik at kraftutviklingen i hvert stavgang reduseres. Kraftimpulsen må derfor skapes oftere, hvilket innebærer at tiden for reposisjonering forkortes og frekvensen økes. Dette er i henhold til funnene som Lindinger et al. (31) viste. Forskningen til Zory et al. (26) viste at i utmattet tilstand var evnen til ekstensjon av hoftedårlige, hvilket tyder på at reposisjoneringsfasen forkortes. Dette er lignende funn som i denne artikkelen. Dette skaper også konsekvenser for O<sub>2</sub> transporten til beina (25), og fører til at muskelarbeidet i større grad må foregå anaerobt, som over tid også reduserer kraftutviklingen.

Årsaken til at lengre sykluslengde og lavere syklusfrekvens korrelerer med hastighet, kan skyldes at dette frigjør bedre

tid til å reposisjonere kroppen til en høy posisjon. I følge Holmberg et al. (15) er dette viktig for kraftutviklingen i den påfølgende stavefasen. Denne teorien står i samsvar med Stöggl et al. (4) forskning som viste at raskere utøvere hadde lengre sykluslengde med lengre tid for reposisjonering og stavgang, men kortere stavgang i forhold til reposisjonering.

### **Konklusjon:**

Eksplosiv styrke i stavingens reposisjoneringsmuskulatur ser ut til å være viktigere enn maksimal styrke for hurtig reposisjonering i staving ved prologffart. I sliten tilstand ble syklusfrekvensen høyere og sykluslengden kortere, noe som ser ut til å relatere til reposisjoneringsfasen og redusert kraftutvikling i stavefasen.

**Litteratur:**

1. Sandbakk, Ø., Holmberg, H.C. A reappraisal of success factors for olympic cross-country ckiing. *Int J of sport phys performance*. Jan;9(1):117-21. 2014
2. Saltinn, B. The physiology of competitive c.c skiing across a four decade perspective: with a note on training induced adaptations and role of training at medium altitude. *Science and Skiing*. Cambridge: E. & F. N. Spoon. 435-469.1997
3. Sandbakk, Ø., Tønnesen, E. *Den norske langrennsboka*. Oslo: Aschehoug & Co. 2012
4. Stöggl, T., Holmberg, H, C., Force interaction and 3D pole movement in double poling. *Scan J Med Sci Sports*. Dec;21(6):e393-404. 2011
5. Rusko, H. *Cross country skiing*. Massachusetts: Blackwell publishing. 2003
6. Tønnesen, E., Madsen, Ø., Wisnes, A., Frøyd, C., Aasen, S., Sæterdal, R. *Utholdenhet – trening som gir resultater*. Oslo: Akilles. 2005
7. Holmberg, H,C., Rosdahl, H., Svedenhaug, J. Lung function, arterial, saturation and oxygen uptake in elite cross country skiers: influence of exercise mode. *Scand J Med Sci Sports*. Aug;17(4):437-44. 2007
8. Ingjer, F. Maximal oxygen uptake as a predictor of performance ability in woman and man elite cross- country skiers. *Scand J Med Sci Sports*. 1:25-30. 1991
9. Rusko, H. *Physiology of cross country skiing*. Massachusetts: Blackwell publishing. 2002
10. Saltin, B., Åstrand, P,O. Maximal oxygen uptake in athletes. *J Appl Physiol*. Apr; 6(2):53–64. 1967
11. Vesterinen, V., Mikkola, J., Nummela, A., Hynynen, E., Häkkinen, K. Fatigue in a simulated cross-country skiing sprint competition. *J Sport Sci*. Aug;27(10):1069-77. 2009
12. Stöggl, T., Lindinger, S., Müller, E. Analysis of a simulated sprint competition in classical cross country skiing. *Scand J Med Sci Sports*. Aug;17(4):362-72. 2007.
13. Forsberg, A., Saltin, B. *Styrketrening*. Farstad: Folksam. 1984.

14. Stöggl, T., Müller, E., Ainegren, M., Holmberg, H.C. General strength and kinetics: fundamental to sprinting faster in cross country skiing? *Scand J Med Sci Sports*. Dec;21(6):791-803. 2011.
15. Holmberg, H.C., Lindinger, S., Stöggl, T., Eitzlmair, E., Müller, E. Biomechanical analysis of double poling in elite cross-country skiers. *Med Sci Sports*. May;37(5):807-18. 2005
16. Holmberg, H.C., Lindinger, S., Stöggl, T., Björklund, G., Müller, E. Contribution of the legs to double- poling performance in elite cross- country skiers. *Med Sci in Sport Exerc*. Oct;38(10):1853-60. 2006.
17. Gaskill, S., Serfass, R., Rundell, K. Upper body power comparison between groups of cross- country skiers and runners. *Int J Sports Med*. Jul;20(5):290-4. 1999.
18. Hoff, J., Helgerud, J., Wisloff, U. Maximal strength training improves work economy in trained female cross- country skiers. *Med Sci Sports Exerc*. Jun;31(6):870-7. 1999.
19. Hall, G.V., Jensen, M.U., Rosdahl, H., Holmberg, H.C., Saltin, B., Calbet, J.A. Leg and arm lactate and substrate kinetics during exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. Jan;284(1):E193-205. 2003.
20. Dahl, H, A. Klar, ferdig, gå! Cappelen akademiske forlag. 2013
21. Terzis, G., Stattin, B., Holmberg, H.C. Upper body training and the triceps brachii muscle of elite cross country skiers. *Scand J Med Sports*. 2006
22. Gjerset, A., Haugen, K., Holmstad, P. *Treningslære*. Gyldendal Norsk Forlag AS. 2012
23. Svedenhag, J. *Endurance Conditioning*. Endurance in sport II. 2000
24. Lindinger, S.J., Holmberg, H.C., Müller, E., Rapp, W. Changes in upper body muscle activity with increasing double poling velocities in elite cross- country skiing. *Eur J Appl Physiol*. 2009

25. Shephard, R.J. Test of maximal oxygen intake, a critical review. Sports med.1984
26. Zory, R., Vuillerme, N., Pellegrini, B., Schena, F., Rouard, A. Effect of fatigue on double pole kinematics in sprint cross- country skiing. Human Movement Science. 2009
27. Tveit, P. Bevegelselære. Oslo: Universitetsforlaget. 1977
28. Millet, G,Y., Hoffman, M,D., Candau, R,B., Clifford, P,S. Poling forces during roller skiing: effects of grade. Medicine and Science in Sports and Exercise. Nov;30(11):1637-44.1998
29. Stöggl, T,L., Müller, E. Kinematic determinants and physiological response of cross- country skiing at maximal speed. Jul;41(7):1476-87. Med Sci Sports Exerc. 2009
30. Calkins, K, G. Back to the Table of Contents. 2005
31. Lindinger, J, S., Holmberg, H, C. How do elite cross- country skiers adapt to different double poling frequencies at low to high speeds? Eur J Appl Physiol. Jun;111(6):1103-1911. 2011





# Opplasting av samtykkeskjema

Opplasting samtykkeskjema

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

BESVARELSE

## Filopplasting

Filnavn	5226410_cand-5946718_5224941
Filtype	pdf
Filstørrelse	22.387 KB
Opplastingstid	26.05.2016 11:10:05



Neste side  
**Besvarelse**  
vedlagt



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

**Forfatter(e):** Wenche Snildalsli

**Norsk tittel:** Hurtig reposisjonering og styrke i staking ved prologfart på rulleski

**Engelsk tittel:** Fast repositioning and strenght in double poling at prologue speed in roller skiing.

**Studieprogram:** Nord universitet Idrettsutdanningen i Meråker N- 7530 Meråker Norge

**Emnekode og navn:** KIF350

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:** 26.05.2016

Wenche A. Snildalsli  
underskrift

\_\_\_\_\_  
underskrift

\_\_\_\_\_  
underskrift

\_\_\_\_\_  
underskrift

