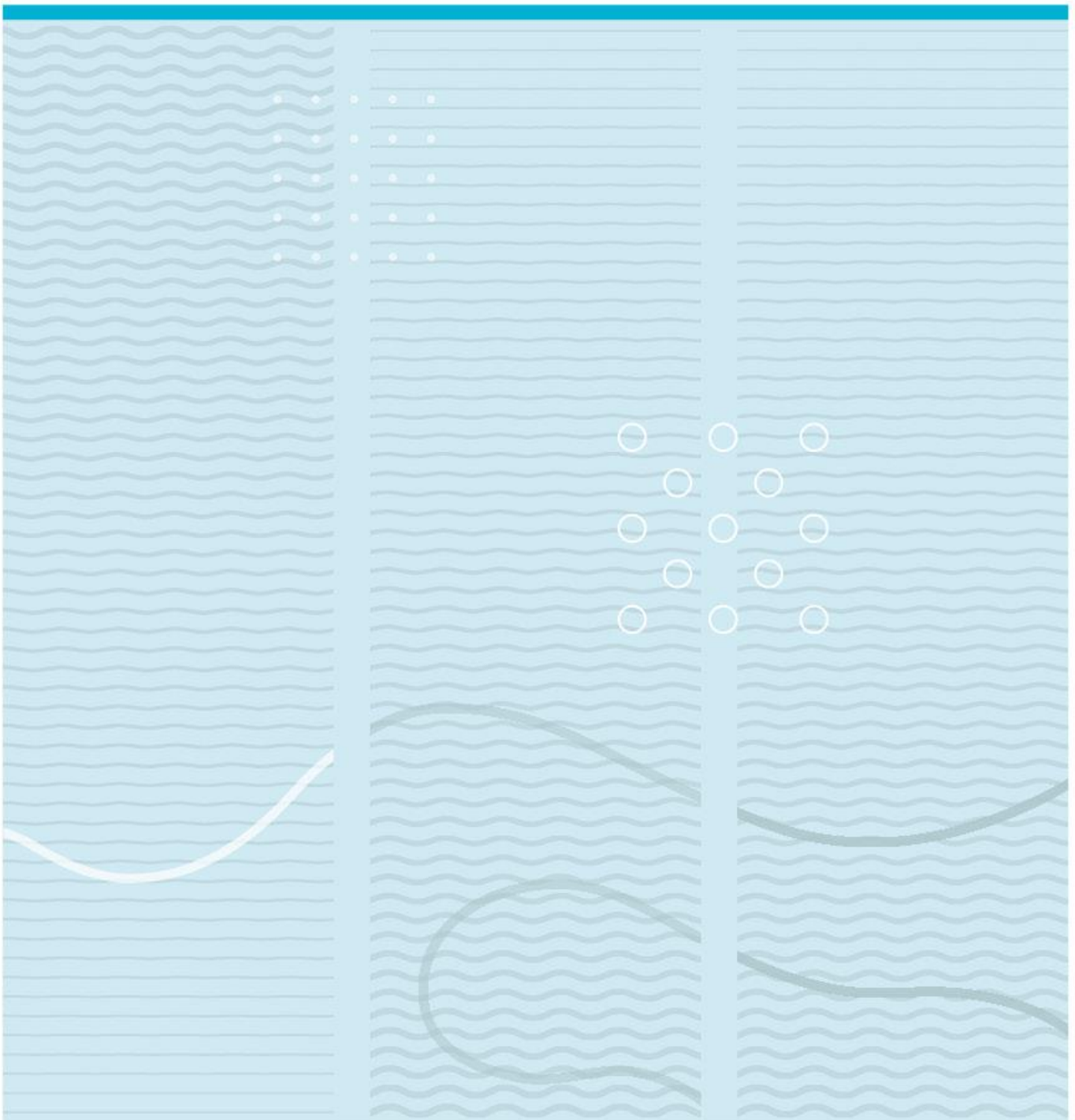


Thomas Straumstein

# Effekter av anaerob sprintreserve i mellomdistanseløp



Universitetet i Sørøst-Norge  
Fakultet for humaniora, idretts- og utdanningsvitenskap (HiU)  
Institutt for idrett- og friluftslivfag  
Postboks 235  
3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2022 Thomas Straumstein

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

## Forord

To innholdsrike og spennende år ved USN Campus Bø i Telemark er nå tilbakelagt. Jeg vil med dette takke for muligheten til å delta i et større forskningsprosjekt som sannsynligvis vil kunne videreutvikles til å bli en del av et godt treningsverktøy for trenere og friidrettsutøvere. Takk til alle deltakere som har stilt opp på tester og treninger.

Jeg vil rette en spesiell takk til mine veiledere Eva Maria Støa og Øyvind Støren for nyttig og konstruktiv veiledning under skriveprosessen og ikke minst evnen til å se muligheter i en tid som har gjort det krevende med rekruttering og testing av deltakere (covid -19).

Jeg vil også rette en stor takk til mine medstudenter Eivind Pauw, Henrik Hjortland, Malin Ivarsson Jørgensen, Rosita Janisionyte, Torhild Skagestad og stipendiat Lars Erik Gjerløw for samarbeidet rundt testing og rekruttering av deltakere. Og takk til Arnstein Sunde som har stilt opp på kort varsel ved tekniske utfordringer på testlaboratoriet.

Til slutt vil jeg takke min kone for motivasjon og støtte i skriveprosessen.

---

Lesning av denne mastergradsoppgaven krever generell fysiologisk kompetanse.

Kolvereid, 04.05.2022

Thomas Straumstein

## Sammendrag

**Formål:** Formålet med denne studien var å undersøke hvilken betydning maksimal anaerob sprintreserve (ASR) har for tidsprestasjonen på 800-meter og tid til utmattelse (TTU) på 130% av maksimal aerob hastighet (MAS). Et annet formål med studien var å se på effekter av en 6 ukers treningsintervensjon for å øke maksimal anaerob hastighet (MANS).

**Metode:** Denne studien består av en kartleggingsdel (N=28) og en treningsintervensjon (N=6). Deltakerne fra begge studiene ble testet i maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2max}$ ), løpsøkonomi ( $C_r$ ), 100-meter, 800-meter og tid til utmattelse ved arbeid på 130% av MAS (TTU).

Maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2max}$ ) og løpsøkonomi ( $C_r$ ) ble brukt for å regne ut deltakernes maksimale aerobe hastighet (MAS). Gjennomsnittshastigheten på en 100-metertest ble brukt som et mål på maksimal anaerob hastighet (MANS). 800-metertesten ble brukt for å kartlegge effekten av ASR. Til slutt ble også deltakerne testet på hvor lenge de klarte holde ut på en hastighet tilsvarende 130% av MAS som mål på anaerob utholdenhet.

**Resultater:** Hovedfunnene i denne oppgaven viser en positiv korrelasjon mellom ASR i % av MAS og 800m prestasjonstid ( $r = 0.588$ ,  $p < 0.05$ ). Hovedfunn nr. 2 viser en positiv korrelasjon ( $r = 0.911$ ,  $p < 0.05$ ) mellom TTU 130%MAS og ASR%MAS. Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom endring i ASR (m/s) og endring i 800m (s) prestasjonstid hos intervensjonsdeltakerne. Det var heller ingen signifikant korrelasjon mellom endring i ASR og endring i TTU 130% av MAS hos intervensjonsdeltakerne.

**Konklusjon:** Det ble funnet en positiv korrelasjon mellom TTU 130% MAS og ASR%MAS. Deltakerne med størst anaerob sprintreserve holdt lengst ut på TTU-test. En høy ASR kan se ut til å være positivt for 800m prestasjon, gitt at den skyldes en høy MANS og ikke en lav MAS. Intervensjonsstudiet viste ingen signifikante endringer, men resultatene på individnivå indikerte at en økning i ASR%MAS førte til bedre resultater på 800m og TTU 130% MAS.

## Forkortelser

1RM: 1 repetisjon maksimum

ASR: Anaerob sprintreserve

ATP: Adenosintrifosfat

$C_r$ : Arbeidsøkonomi (“cost of running”)

CMJ: Høydehopp med svikt (“counter movement jump”)

CO<sub>2</sub>: Karbondioksid

Hf: Hjerterefrekvens (slag/min)

Hf<sub>-max</sub>: Maksimal hjerterefrekvens (slag/min)

MAS: Maksimal aerob hastighet (“maximal aerobic speed”)

MANS: Maksimal anaerob hastighet (“maximal anaerobic speed”)

NSD: Norsk senter for forskningsdata

O<sub>2</sub>: Oksygen

RER: Respiratorisk utvekslingskvotient (“respiratory exchange ratio”)

RIR: Repetisjoner i reserve

USN: Universitetet i Sørøst-Norge

VO<sub>2-max</sub>: Maksimalt oksygenopptak

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>4</b>
<b>Forkortelser</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Introduksjon</b> .....	<b>7</b>
1.1 Problemstillinger .....	8
<b>2 Teorikapittel</b> .....	<b>9</b>
2.1 Aerob utholdenhet.....	9
2.1.1 Maksimalt oksygenopptak .....	9
2.1.2 Arbeidsøkonomi.....	10
2.1.3 Maksimal aerob hastighet (MAS).....	11
2.2 Anaerob kapasitet.....	11
2.2.1 Maksimal anaerob hastighet (MANS) .....	11
2.2.2 Trening for å øke MANS .....	13
2.2.3 Anaerob sprintreserve (ASR).....	14
2.2.4 Tid til utmattelse 130% MAS (TTU).....	15
<b>3 Metode</b> .....	<b>17</b>
3.1 Utvalg.....	17
3.2 Fysiske tester.....	17
3.3 Intervensjonsstudiet .....	20
<b>4 Resultater</b> .....	<b>22</b>
<b>5 Diskusjon</b> .....	<b>27</b>
5.1 Korrelasjon mellom ASR%MAS og 800m prestasjonstid.....	27
5.2 Korrelasjon mellom TTU 130% MAS og ASR%MAS .....	27
5.3 Korrelasjon mellom endring i ASR og endring i 800m prestasjonstid .....	28
5.4 Korrelasjon mellom endring i ASR og endring i TTU 130% MAS .....	30
5.5 Svakheter og feilkilder ved studien.....	30
5.6 Praktiske implikasjoner.....	31
<b>6 Konklusjon</b> .....	<b>32</b>
<b>Referanser</b> .....	<b>33</b>
<b>Vedlegg 1</b> .....	<b>40</b>
<b>Vedlegg 2</b> .....	<b>43</b>

## 1 Introduksjon

For å prestere på et høyt nivå på mellomdistansen 800-meter kreves det en god aerob kapasitet og en god anaerob kapasitet (Nevill et al., 2008; Sandford et al., 2019b; Støren et al., 2021). Flere studier viser også at forholdet mellom aerobt og anaerobt bidrag i et 800m løp varierer avhengig av hvor lang tid man bruker på distansen (Duffield et al., 2005; Medbo & Tabata, 1989; Nevill et al., 2008; Støren et al., 2021). Med en sluttid på 120 sekunder er den prosentvise fordelingen mellom aerob/anaerob energiomsetning på omtrent 60/40%. Med en sluttid på 150 sekunder eller mer, er den prosentvise fordelingen på omtrent 70/30% (Duffield et al., 2005; Nevill et al., 2008; Støren et al., 2021). Vi ser at jo kortere tid man bruker, desto større blir det anaerobe bidraget. Det prosentvise anaerobe bidraget er med andre ord størst hos dem som presterer best på 800m løp. Dette impliserer at mellomdistanseutøvere ikke bare bør vie mye tid på å forbedre aerob kapasitet, men at de også bør fokusere på trening som forbedrer den anaerobe kapasiteten (Sandford et al., 2019b; Støren et al., 2021)

Aerob kapasitet er i all hovedsak et produkt av maksimalt oksygenopptak og arbeidsøkonomi, og kan uttrykkes som maksimal aerob hastighet (maximal aerobic speed, MAS) (Helgerud et al., 2010; Støren et al., 2013, 2014, 2021). MAS defineres som den laveste hastigheten man kan holde, hvor maksimalt oksygenopptak samtidig oppnås (Bellenger et al., 2015). Den tilsvarende hastigheten for anaerob kapasitet er maksimal anaerob hastighet (MANS) (Støren et al., 2021). Siden toppfart i en kort sprint gjennomføres med bortimot 100% anaerob energiomsetning, vil toppfart kunne betegnes som maksimal anaerob hastighet (Støren et al., 2021). Få studier har fokusert på sammenhengen mellom maksimal anaerob hastighet (maximal anaerobic speed, MANS) og 800m prestasjon (Støren et al., 2021). Men resultater fra Nevill et al., (2008), Bachero-Mena et al., (2017), Sandford et al., (2019a) og Støren et al., (2021) tyder på at både MAS og MANS er av betydning for prestasjon på 800m.

Gitt at eliteutøvere har en høy MAS og MANS, kan det se ut til at det er anaerob sprintreserve (ASR) som skiller eliten fra sub-eliten (Jiménez-Reyes et al., 2022). ASR er differansen mellom MAS og MANS (Jiménez-Reyes et al., 2022; Støren et al., 2021). Med andre ord er det MANS som setter de øvre begrensningene for ASR, og MAS som setter de nedre. Sandford et al. (2019) har vist en god sammenheng mellom ASR og 800m prestasjon ( $r = -0,74$ ). Eliteutøvere som hadde en løpstid på 1:44/1:45 (min:ss)

hadde en høyere ASR en utøver med en løpsti på 1:47 (Sandford et al., 2019). Et fåtall tverrsnittstudier har også belyst viktigheten av ASR for utholdenhet på supramaksimale intensiteter i forhold til MAS (Blondel et al., 2001; Støren et al., 2021). Resultater fra disse studiene impliserer at man holder lenger ut på en gitt supramaksimal intensitet av MAS, desto høyere ASR man har (Blondel et al., 2001; Støren et al., 2021).

Denne studiens hovedformål var å kartlegge betydningen av anaerob sprintreserve for prestasjon på henholdsvis 800m sprint og tid til utmattelse på 130% MAS. I tillegg undersøkes hvordan en intervensjon (med hensikt å øke MANS) påvirker anaerob sprintreserve, prestasjon på 800m sprint og tid til utmattelse på 130% MAS for å kunne si noe om årsak/virkning når det gjelder effekter av MANS. Problemstillingen min lyder derfor slik:

### **1.1 Problemstillinger**

**Hvilken betydning har anaerob sprintreserve for prestasjon på henholdsvis 800m sprint og tid til utmattelse på 130% MAS?**

**Hvordan påvirker en 6 ukers treningsintervensjon (med hensikt å øke maksimal anaerob hastighet) anaerob sprintreserve, 800m prestasjon og tid til utmattelse på 130% MAS?**



## 2 Teorikapittel

### 2.1 Aerob utholdenhet

Aerob utholdenhet er av stor betydning for hvor stort arbeid som kan gjennomføres ved hjelp av aerob energifrigjøring (Katch et al., 2011; McArdle et al., 2015), og bestemmes hovedsakelig av maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2\text{-max}}$ ) og arbeidsøkonomi ( $C_r$ ) (Lauvstad & Tveiten, 2011; Raastad et al., 2010; Støren et al., 2014, 2021).

#### 2.1.1 Maksimalt oksygenopptak

$VO_{2\text{-max}}$  defineres som den maksimale mengden  $O_2$  en person kan ta opp fra atmosfæren og bruke per min ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ , eller  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) (Bassett & Howley, 2000).  $VO_{2\text{max}}$  uttrykt i  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  kalles også kondisjonstall. Maksimalt oksygenopptak er av stor betydning for prestasjon i utholdenhetsidretter (Støren et al., 2013, 2021). Hos friske mennesker befinner dette tallet seg vanligvis mellom 25 - 50  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  avhengig av alder, kjønn og kondisjonsnivå (Hagen et al., 2016; Loe et al., 2013; Myers et al., 2017). Hos en gruppe nasjonale og internasjonale 800m-utøvere kan vi av studien til Ingham et al. (2008) se at gjennomsnittet av utøvernes  $VO_{2\text{-max}}$  var henholdsvis  $72.4 \pm 6.1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  hos de 15 mannlige 800m-utøverne og  $61.6 \pm 4.7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  hos de 16 kvinnelige 800m-utøverne som deltok i studien.

$VO_{2\text{-max}}$  påvirkes hovedsakelig av fire fysiologiske faktorer. Lungenes diffusjonsevne, blodets evne til å ta opp oksygen, hjertets slagvolum, og musklernes evne til å ta opp oksygen (Bassett & Howley, 2000; Lauvstad & Tveiten, 2011). Normalt sett er lungene så effektive at de ikke vil være en begrensende faktor for oksygenopptaket (Bassett & Howley, 2000). Av de tre resterende faktorene så er det hjertets slagvolum som er den viktigste faktoren for  $VO_{2\text{-max}}$  (Bassett, 2000; Helgerud et al., 2007; Lauvstad & Tveiten, 2011; Støren et al., 2017). Ved å trene intervaller vil man effektivt kunne øke slagvolumet, slik at hjertet pumper ut en større mengde blod for hvert pulsslag. Slik intervalltrening bør foregå på en intensitet tilsvarende 85%-95% av  $Hf_{\text{-max}}$  (Helgerud et al., 2001, 2007; Lauvstad & Tveiten, 2011; Støren et al., 2012, 2017).

## 2.1.2 Arbeidsøkonomi

En utøvers arbeidsøkonomi forteller oss hvor mye oksygen som blir forbrukt på en gitt submaksimal belastning (McArdle et al., 2015; Støren, 2009). Under løp måles arbeidsøkonomi som oftest som oksygenkostnad per løpte meter ( $C_r$ ), og uttrykkes i  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$  (Helgerud, 1994). Sammen med  $\text{VO}_{2\text{-max}}$  er arbeidsøkonomi en fysiologisk faktor som vil kunne gi oss en god forklaring av prestasjonsnivå innen mellomdistanseløp (Jiménez-Reyes et al., 2022; Støren et al., 2021). Arbeidsøkonomi kan forklares som kostnaden ved bevegelse målt direkte som energiforbruk eller indirekte som oksygenforbruk. Med god arbeidsøkonomi bruker man minst mulig energi og dermed også oksygen på å holde en høyest mulig fart (Lauvstad & Tveiten, 2011; P. U. Saunders et al., 2004; Støren, 2009).

Det er flere faktorer som påvirker arbeidsøkonomi. Ved aerobt arbeid er det hovedsakelig muskelfibre av type I som brukes. Arbeidsøkonomien til disse musklene påvirkes i stor grad av kapillærtettheten. Når kapillærtettheten rundt muskelfibrene økes vil muskelcellene få tilført mer næringsstoffer og mer oksygen på kortere tid (Lauvstad & Tveiten, 2011; P. U. Saunders et al., 2004; Støren, 2009). Det kan se ut til at denne effekten har stor sammenheng med antall timer og kilometer løpt pr. uke (Scrimgeour et al., 1986)

Flere studier har også vist at  $C_r$  kan forbedres ved maksimal styrketrening (Hoff et al., 2002; Støren et al., 2008; Vikmoen et al., 2016). Ved denne typen styrketrening trener man med få repetisjoner og tung belastning, ofte mellom 1-5 repetisjoner maksimum pr. sett (Christensen & Norum, 2017; Raastad et al., 2010). Ved å øke den maksimale styrken i fremdriftsmuskulaturen vil behovet for antall rekrutterte muskelfibre ved en gitt intensitet reduseres (Hoff et al., 2002; Støren et al., 2008). Ved en reduksjon i antall muskelfibre rekruttert vil også behovet for oksygen reduseres, som igjen fører til en bedre arbeidsøkonomi.

I tillegg kan løpsspesifikk teknikktrening være en avgjørende faktor for arbeidsøkonomi. Ved å hindre for mye vertikalbevegelse av kroppsmassen vil man minimere bremsekraftene som spiller inn (Støren, 2009).

### 2.1.3 Maksimal aerob hastighet (MAS)

Maksimal aerob hastighet (MAS) defineres som den laveste kontinuerlige løpshastigheten man kan holde hvor maksimalt oksygenopptak samtidig oppnås (Bellenger et al., 2015; Støren et al., 2008; Støren et al., 2021). Med andre ord er dette den høyeste hastigheten man kan holde før en ytterligere økt hastighet ikke medfører økt  $VO_2$ . Over MAS vil enhver hastighetsøkning kun dekkes av anaerob energiomsetning. MAS er et produkt av  $VO_{2-max}$  og  $C_r$ . Dersom man har tallfestet disse variablene kan man regne ut MAS ved hjelp av formelen  $\frac{VO_{2max}}{C_r}$  (Helgerud et al., 2010; Støren et al., 2013, 2014, 2021). MAS oppgis som en hastighet ( $m \cdot min^{-1}$ ) og vil naturligvis variere fra person til person avhengig av  $VO_{2-max}$  og  $C_r$ . Det er vist god sammenheng mellom MAS og prestasjon på maksimalt arbeid med varighet på 3 minutter eller mer (Ingham et al., 2008; Støren et al., 2013, 2014, 2021). MAS vil dermed kunne gi en god indikasjon på hvor lang tid man bruker på å løpe distanser fra og med 800m – ca. 3000m, gitt at man klarer å hente ut potensialet sitt. Rent teoretisk vil MAS kunne forklare 60-70% av prestasjon på 800m, siden det aerobe energibehovet i et 800m løp ligger i et sted i denne sonen (Duffield et al., 2005; Medbo & Tabata, 1989; Nevill et al., 2008; Støren et al., 2021).

## 2.2 Anaerob kapasitet

Om et arbeid gjennomføres uten tilstrekkelig mengde oksygen får vi det vi kaller for anaerob energiomsetning (Lauvstad & Tveiten, 2011; Raastad et al., 2010). Et mellomdistanseløp stiller store krav til anaerobe energiomsetningssystemer og derfor må en mellomdistanseutøver ha en høy anaerob kapasitet (Sandford et al., 2019, 2019a, 2019b; Støren et al., 2021). Anaerob sprintkapasitet kan testes ved å måle gjennomsnittlig hastighet ved 100m, ettersom maksimalt arbeid over så kort tid innebærer tett opp mot 100% anaerob energifrigjøring (Støren et al., 2021).

### 2.2.1 Maksimal anaerob hastighet (MANS)

Når vi snakker om maksimal anaerob hastighet (MANS), mener vi den hastigheten man har oppnådd på det tidspunktet man ikke lenger klarer akselerere i en sprint (Sandford et al., 2019a). Denne hastigheten kan på mange måter defineres som topphastighet. En 100m sprint på løpebane vil gi en god indikasjon på MANS (Støren et al., 2021). Den

vil likevel ikke gi et helt riktig bilde av toppfart, ettersom en 100m sprint inneholder både en akselerasjonsfase og en retardasjonsfase (Thompson, 2017), men vil til gjengjeld være en lett gjennomførbar test som gir et godt bilde av MANS.

MANS bestemmes hovedsakelig av steglengde- og frekvens (Arnold, 1992; R. Saunders, 2004). Fra et fysiologisk perspektiv avhenger dette i stor grad av evnen til maksimal kraftutvikling (Seitz et al., 2014). Med det mener vi hvor mye kraft som kan utvikles i en muskel eller over et eller flere ledd samtidig (Christensen & Norum, 2017; Raastad et al., 2010). Evnen til maksimal kraftutvikling avhenger av muskulære forhold som muskeltverrsnitt og fibertypefordeling, samt nevralt forhold som fyringsfrekvens, rekruttering av motoriske enheter og koordinasjon av arbeidet til agonistene, antagonistene og synergistene (D. Behm, 1995; D. G. Behm & Sale, 1993; Raastad et al., 2010).

Muskeltverrsnittet er i stor grad proporsjonal med potensialet for kraftutvikling (D. Behm, 1995; D. G. Behm & Sale, 1993; Raastad et al., 2010).

Vi skiller på type I-, IIa- og IIx-muskelfibre. Type I-fibre har svært god utholdenhet, men ofte lavt muskeltverrsnitt og en forholdsvis lav kontraksjonshastighet. Type IIa- og IIx-fibre har mindre utholdenhet, men har til gjengjeld større muskeltverrsnitt og svært høy kontraksjonshastighet og kan derfor skape mye mer kraft en type I (Christensen & Norum, 2017; Lauvstad & Tveiten, 2011; Raastad et al., 2010). Sprintere har derfor ofte en større andel av type II-fibre, mens langdistanseløpere har en større andel av type I (Thompson, 2017). Et 800m løp krever en god andel av både type I- og type II-fibre, men sannsynligvis en overvekt av type II-fibre, ettersom denne distansen innebærer fraspark med høy kraftutvikling og høy kontraksjonshastighet gjennom hele løpet (Costill et al., 1976; Seitz et al., 2014)

I tillegg til muskelfibertype avhenger kraftutviklingspotensialet av et samspill mellom kalsiumfrigjøring og ATP-produksjon (Raastad et al., 2010). Jo flere motoriske enheter rekruttert og jo høyere fyringsfrekvens man har, desto mer kalsium vil frigjøres fra sarkoplasmatiske retikulum, slik at flere myosinhoder vil feste seg til aktintrådene i muskelen (Katch et al., 2011; Kenney et al., 2015; McArdle et al., 2015). For at det skal skje en kontraksjon må myosinhodene i tillegg skyve på aktintrådene, og denne prosessen krever energi fra ATP-molekylet (Raastad et al., 2010).

### 2.2.2 Trening for å øke MANS

Spesifisitet er sentralt for å øke MANS. Med det menes at man trener på det man vil bli god i (Christensen & Norum, 2017). På samme måten som en skiløper trener i skisporet for å bli god på ski, bør en som vil øke toppfart trene sprint.

Gjentatte sprinter med maksimal innsats i hver sprint vil være en effektiv metode å forbedre MANS på (Arnold, 1992; R. Saunders, 2004). Dette setter store krav til de anaerobe energiomsetningssystemene og vil stimulere til nevralt tilpasninger i form av blant annet økt fyringsfrekvens og bedre utnyttning av løpsmuskulaturen i form av en økning i antall rekrutterte motoriske enheter (Raastad et al., 2010). For å kunne mobilisere maksimalt for hver sprint bør pausene være så lange at musklene får bygget opp igjen de tømte energilagrene (Raastad et al., 2010).

Spenstegenskaper har også vist seg å korrelere med MANS. Flere studier har vist positiv korrelasjon mellom counter movement jump (CMJ) og sprints hastighet (Bachero-Mena et al., 2017; Jiménez-Reyes et al., 2022; Vescovi & Mcguigan, 2008).

Plyometrisk trening (spensttrening) vil dermed være en alternativ treningsmetode for å øke MANS. Denne formen for trening kjennetegnes ved at musklene utsettes for en kort strekk gjennom en eksentrisk fase før de utsettes for en svært høy belastning gjennom en konsentrisk fase (Tucker et al., 2009; Zhang, 2013). Vi kan tenke oss at muskelen og muskelseneapparatet fungerer som en strikk. Ved flere spenstopp på rad vil 1) musklene kontraheres og skape en motkraft mot underlaget 2) ved landing vil musklene bremse bevegelsen gjennom en eksentrisk fase, som setter strekk på muskelseneapparatet 3) ved neste kontraksjon får man ved hjelp av elastisk energi fra muskelseneapparatet til å skape enda større kraft. (Tucker et al., 2009; Zhang, 2013). Gjennom plyometrisk trening blir disse elastiske egenskapene forbedret, som bidrar til at man kan skape enda mer kraft i hvert fraspark, som igjen vil resultere i raskere fremdrift (Zhang, 2013)

Maksimal styrketrening vil være en svært effektiv treningsmetode for å øke potensialet for kraftutvikling (Raastad et al., 2010). Siden MANS i stor grad avhenger av potensiale for kraftutvikling vil maksimal styrketrening også være effektivt for å forbedre MANS. Flere studier har vist god korrelasjon mellom maksimal styrketrening og

sprinthastighet (Hoff et al., 2002; Hoff & Helgerud, 2004; Seitz et al., 2014). Det er også vist god sammenheng mellom 1RM knebøy og sprinthastighet (McBride et al., 2009). Maksimal styrketrening omfatter trening med svært høy belastning for både muskler og nervesystem (Christensen & Norum, 2017; Raastad et al., 2010). Ved slik type trening er målet å rekruttere så mange muskelfibre som mulig, med høyest mulig fyringsfrekvens og størst mulig mekanisk belastning i hvert løft (Christensen & Norum, 2017; Raastad et al., 2010). Dette oppnår man ved å trene med så tung belastning at man ikke klarer mer enn 1-5 repetisjoner (Christensen & Norum, 2017; Raastad et al., 2010).

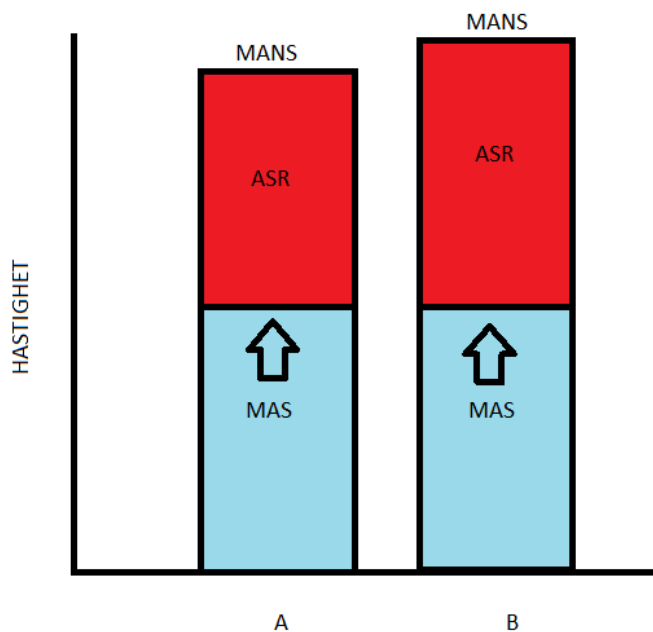
Felles for sprint- spenst- og styrketrening er at disse treningsformene innebærer maksimal mobilisering, som igjen kan bidra til økt fyringsfrekvens og økt antall rekrutterte motoriske enheter (Enoka, 1988; Raastad et al., 2010; Škarabot et al., 2021). Allerede etter 2-4 uker vil man kunne oppnå en merkbar økning i kraftutvikling, som følge av nevralt tilpasninger (Enoka, 1988; Škarabot et al., 2021). Muskeltversnittet vil også kunne økes med tilstrekkelig belastning, men i motsetning til nevralt tilpasninger tar dette noe lengre tid. Først etter 6-8 uker kan man regne med å se merkbare resultater (Christensen & Norum, 2017; Enoka, 1988; Raastad et al., 2010). Hvor stor økning man kan forvente avhenger også av hvilket treningsnivå man er på, og hvor lenge man har trent. En person som har trent styrke jevnlig i 2-3 år kan ikke forvente en like stor økning som en person som nettopp har startet å trene (Christensen & Norum, 2017; Raastad et al., 2010).

### **2.2.3 Anaerob sprintreserve (ASR)**

For de fleste vil gjennomsnittshastigheten på et 800m løp være høyere enn MAS. Den «overskytende» hastigheten må dekkes anaerobt. Anaerob sprintreserve (ASR) er differansen mellom MAS og MANS, og det er tidligere vist en sammenheng mellom ASR og prestasjonsnivå på 800m mellomdistanse ( $r = -0,74$ ) (Sandford et al., 2019). Samtidig er det påpekt at en sammenheng mellom ASR og 800m prestasjon knyttes til en samtidig høy MAS og MANS og ikke en lav MAS (Sandford et al., 2019a, 2019b; Støren et al., 2021).

Under følger en illustrasjon (figur 1) av to mellomdistanseutøveres MAS, MANS og ASR som jeg har lagd for å illustrere betydningen av ASR i forhold til MAS. Av figuren kan vi se at utøver A og utøver B har lik hastighet ved MAS. Utøver B har

derimot en høyere MANS enn utøver A, som gir B en høyere ASR. Vi kunne derimot sett for oss at utøver B hadde en enda større ASR, ved at det blå feltet (MAS), var enda lavere. I et slikt tilfelle ville en høyere ASR ikke vært positivt for prestasjon, ettersom den skyldtes en lavere MAS.



Figur 1: Eksempel på to mellomdistanseutøvere

#### 2.2.4 Tid til utmattelse 130% MAS (TTU)

Tid til utmattelse (TTU) er en utholdenhetstest hvor målet er å opprettholde en gitt hastighet så lenge man klarer (Blondel et al., 2001). Løping til utmattelse på en relativ intensitet tilsvarende 130% av MAS har blitt foreslått som en relevant test for anaerob utholdenhetsskapasitet, ettersom all løping på hastigheter over MAS stiller store krav til anaerob energiomsetning (Blondel et al., 2001; Støren et al., 2021).

Studien til Blondel et al. (2001) viser en sterk korrelasjon mellom TTU 120 %, TTU 140% og ASR. Resultatene viser at deltakerne holder lengre ut på TTU desto større ASR er. Blondel et al. konkluderer med at en supramaksimal, prosentvis hastighet gitt av MAS ikke representerer den samme absolutte intensiteten for alle, og at en prosentvis hastighet gitt av ASR ville vært et bedre alternativ. I studien til Støren et al. (2021) påpekes det derimot med at utfallet av dette ville vært at deltakeren med den laveste hastigheten ut fra sin relative MANS ville holdt ut lengst. I tillegg påpekes det at deltakere med et lite gap mellom MAS og MANS vil måtte springe på en høyere andel

aerob energiomsetning, sammenlignet med en løper som har et stort gap mellom MAS og MANS. Støren et al. (2021) konkluderer med at alle deltakerne vil løpe på den samme intensiteten med hensyn til  $VO_2$ -forbruk ved samme supramaksimale prosent over MAS. TTU 130% MAS vil også være en enkel test å gjennomføre dersom man allerede har deltakerens MAS. Testen kan eksempelvis foregå på løpebane og gjennomføres ved at en syklist opprettholder riktig hastighet (130% MAS), inntil deltakeren ikke lenger klare å holde følge med syklisten.



## 3 Metode

### 3.1 Utvalg

Denne masteroppgaven har et todelt forskningsdesign. Den første delen har et tverrsnittsdesign med 22 deltakere og den andre er en intervensjonsstudie med 6(5) deltakere. Begge delene er en del av et større forskningsprosjekt vedrørende prestasjonsbestemmende faktorer for mellomdistanseløp ved USN. Intervensjonen er en del av et pågående prosjekt, hvor datainnsamling fremdeles pågår. Resultatene i denne masteroppgaven vil dermed kunne avvike fra det endelige resultatet.

Deltakerne var aktive idrettsstudenter rekruttert fra USN. Ingen av dem konkurrerte i mellomdistanseløp, men alle hadde løping som en del av total ukentlig treningsbelastning. Informasjonsskriv (vedlegg 1) om studien ble oversendt på e-post og videreformidlet til potensielle deltakere. Deltakelsen var frivillig og deltakerne kunne når som helst trekke seg, uten å måtte oppgi noen grunn. Dette stod også nøyaktig beskrevet i informasjonsskrivet.

Inklusjonskriterier for studien var at deltakerne måtte være over 18 år og fylle ut et egenerklæringsskjema om egen helse (vedlegg 2). Eksklusjonskriterier var at deltakerne ikke skulle ha underliggende sykdommer som kontraindikerer fysisk testing. Studien er gjennomført i tråd med Helsinkideklarasjonen, og forskningsprosjektet i sin helhet er godkjent av Norsk Senter for Forskningsdata, «NSD» (refnr. 183455).

### 3.2 Fysiske tester

De samme testene ble gjennomført i begge deler av studien, og ble gjennomført i følgende rekkefølge: arbeidsøkonomitest i løping ( $C_r$ ),  $VO_{2max}$ , 100-meter sprint, 800-meter sprint og tid til utmattelse på 130% av MAS (TTU). For å kunne prestere best mulig på hver enkelt test ble studien delt opp i 3 testdager.  $VO_{2max}$  og arbeidsøkonomitest ble gjennomført den første testdagen, etterfulgt av 100- og 800-meter sprint på testdag nr. 2. TTU 130% MAS ble gjennomført på en tredje testdag. Alle testene ble gjennomført på henholdsvis idrettsbanen og fysiologisk testlaboratorium ved Universitetet i Sørøst-Norge, avdeling Bø i Telemark.

#### **Testing av $VO_{2max}$ og arbeidsøkonomi ( $C_r$ )**

Før testing ble deltakernes høyde og vekt målt. Deretter fikk de hjelp med tilkobling av maske, maskestropper og pulsbelte. Deltakerne ble også forklart hvordan testen skulle gjennomføres. Arbeidsøkonomi og  $VO_{2max}$  ble deretter testet i nevnt rekkefølge, i tråd med testlaboratoriets egne testprotokoll.

Før selve testen startet gjennomførte deltakerne 10 minutter rolig oppvarming. Deretter ble det gjennomført to arbeidsøkonomidrag à 5 minutter på en intensitet tilsvarende 70-80% av estimert  $VO_{2max}$  (farten ble etterkontrollert etter at  $VO_{2max}$ -test var gjennomført). Siden det tar litt tid før  $VO_2$  stabiliserer seg etter en fartsendring ble de første  $VO_2$ -målingene gjort etter 3 minutter og 30 sekunder. Fra og med 3.30 ble det gjort målinger hvert 20. sekund frem til 5.00 i hvert drag. Gjennomsnittlig  $VO_2$ -verdi for disse målingene ble registrert som arbeidsøkonomi.

Etter arbeidsøkonomitesten fikk deltakerne en aktiv pause på 5 minutter.  $VO_{2max}$ -testen ble gjennomført med 5% stigning. For hvert 30. sekund ble farten økt med 0.5 km/t, helt til deltaker ga tegn til utmattelse. I tillegg til frivillig utmattelse ble følgende tre kriterier brukt for å vurdere om  $VO_{2max}$  var oppnådd; respiratorisk utvekslingskvotient (RER)  $\geq 1.05$ , avflatning i  $VO_2$ -kurven og hjertefrekvens på 0-3 slag under  $HF_{max}$ . Etter test ble MAS regnet ut ved hjelp av formelen  $\frac{VO_{2max} (ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1})}{Cr (ml \cdot kg^{-1} \cdot m^{-1})}$  som gir oss en hastighet i meter per minutt ( $m \cdot min^{-1}$ ).

### **Testing av 100m og 800m**

Testing av 100m og 800m ble gjennomført i nevnte rekkefølge på idrettsbanen ved USN avdeling Bø i Telemark, under følgende kriterier; testing etter minst 48 timer restitusjon, vind og vindkast på  $< 2$  sekundmeter og testing på langside med medvind.

Før test ble deltakerne instruert til å gjennomføre en generell oppvarming i ca. 15 minutter, etterfulgt av 3-4 progressive stigningsdrag. Deretter ble 100-metertest gjennomført i heat med to og to deltakere.

Under testing ble det benyttet 4 testledere, der to ble brukt til manuell tidtaking med stoppeklokke, en ga verbalt og visuelt startsignal og den siste ble brukt som medkonkurrent dersom det ikke var nok deltakere til at det gikk opp med to og to deltakere.

Etter 100-metertesten fikk deltakerne 10-15 minutter aktiv pause før 800-metertest ble gjennomført. På 800-metertesten sprang deltakerne i heat på 3-6 personer. Testlederne hadde samme ansvarsområder på 800-metertesten, med unntak av testlederen som ble brukt til å springe på 100-metertesten. Under 800-metertesten ble denne testlederen brukt som motivator, sammen med testleder som stod for startsignal. Tidtakingen ble gjennomført manuelt også under denne testen.

Utøvernes resultater på 100m-testen ble brukt til kalkulering av MANS ved hjelp av formelen  $\frac{100m \cdot 3,6}{tid (s)}$ .

### **Testing av tid til utmattelse ved 130% MAS (TTU)**

TTU ble gjennomført under samme kriterier som 100- og 800-metertesten. Samme oppvarming ble også benyttet. Testen ble gjennomført individuelt, siden hver deltaker fikk hastigheten sin kalkulert på bakgrunn av sin individuelle MAS. Hastigheten til hver enkelt deltaker fant vi ved å gange deres MAS med 1.3. Eksempelvis vil en MAS på 16 km/t gi en 130% MAS på  $1.3 \cdot 16 \text{ km/t} = 20.8 \text{ km/t}$ .

Vi kontrollerte at deltakerne opprettholdt riktig fart ved at en av testlederne syklet foran hver deltaker på den kalkulerte hastigheten, ved hjelp av en sykkelcomputer.

Sykkelcomputeren som ble brukt var kalibrert på en Woodway PPS55-mølle, som allerede var kalibrert, for å sikre at farten ble så lik 130% MAS som mulig. I tillegg syklet testlederen et par runder på hver enkelt deltakers kalkulerte tid, for å tilpasse seg hastigheten så godt som mulig.

Testen startet ved at en testleder ga startsignal, og stoppeklokka ble starta straks ønsket hastighet var oppnådd. Testen ble avsluttet straks deltakeren havnet mer enn 2 meter bak sykkelen. Dette var enkelt å registrere, siden hvert rekkverkelement på utsiden av løpebanen målte nøyaktig 2 meter fra stolpe til stolpe. Etter start fordelte testlederne seg ut på banen, og siktet seg inn på disse stolpene når deltakeren ga antydning til å gi opp.

Tabell 1: Oversikt over utstyr brukt under de fysiske testene

Type test	Type utstyr	Modell
VO <sub>2</sub> -max og C <sub>r</sub>	Tredemølle	Woodway PPS55 (Waukesha, WI, USA)

	O <sub>2</sub> -analysator	Cortex Metalyzer II (CORTEX Biophysik GmbH, Leipzig, Tyskland)
	Pulsklokke(r) og pulsbelte	Polar RS 100, Polar WearLink® 31
	Baderomsvekt	Marquant (Art.no: 820-188, Sverige)
100m og 800m	Stoppeklokke	KEEPER
TTU 130% MAS	Stoppeklokke	KEEPER
	Sykkel og sykkeldekk	White (Street Comfort, Norge), White Cross Speed 700x40c
	Sykkelcomputer	SIGMA (BC 05.16, Tyskland)

Tabell 1: Oversikt over utstyr brukt under fysiske tester

### 3.3 Intervensjonsstudiet

Intervensjonsstudiet bestod av 6 friske deltakere. Deltakerne ble rekruttert fra skoler, idrettslag og toppidrettsgymnas i Telemark. De fleste deltakerne var studenter ved Universitetet i Sørøst-Norge. I rekrutteringsprosessen benyttet vi de samme skjemaene og prosedyrene som i tversnittstudiet, men med oppdaterte beskrivelser for treningsintervensjonen. I tillegg fikk deltakerne utsendt treningsprogram med tilhørende beskrivelse (se vedlegg 4).

Treningsintervensjonen bestod av totalt 18 økter, fordelt over 6 uker (3 økter/uke).

Hensikten med treningsprogrammet var å forbedre deltakernes anaerobe hastighet (MANS), målt som prestasjonstid på 100m. Treningsprogrammet bestod av 3 forskjellige typer økter: sprint, spenst og maksimal styrke.

Sprintøktene bestod av 2-4 sprinter på 40m med fokus på akselerasjon (2 min settpause) og 2-3 sprinter på 60m med fokus på topphastighet (4 min settpause). Spenstøktene bestod av 3 · 3 vertikale spensthopp over hekker, med fokus på maksimal høyde i hvert hopp og 3 · 3 horisontale spensthopp over hekker, med fokus på maksimal avstand mellom hvert hopp. Settpausene var på 3 minutter for begge øvelsene. Styrkeøktene bestod av 5 · 5 repetisjoner på 80% av 1 RM i knebøy (4 min settpause) og 3 · 8 repetisjoner (2-3 repetisjoner i reserve) rumenske markløft (2,5 min settpause).

Felles for alle øktene var at oppvarmingen bestod av en generell del og en spesiell del.

Deltakerne ble også instruerte til å øke belastningen på øktene i takt med progresjonen.

Alle deltakerne fikk tilgang til nødvendig utstyr ved USN, og det ble satt opp treningstider man kunne melde seg på for de deltakerne som ønsket veiledning under øktene. Deltakerne var selv ansvarlige for å logge treningsøktene, samt annen trening som ble gjort utenom intervensjonsøktene. Vi ønsket at deltakerne skulle logge all form for trening slik at vi i etterkant av intervensjonen hadde mulighet til å diskutere den totale treningsbelastningen hos deltakerne.

Deltakerne i treningsintervensjonen måtte gjennom de samme 5 fysiske testene som nevnt i kapitlet om tversnittstudiet, både før og etter treningsintervensjonen. Etter pretestene skulle deltakerne ha minst 48 timer restitusjon før de satte i gang med treningsopplegget. Samme prinsipp gjaldt mellom siste økt i treningsintervensjonen og posttester.

## 4 Resultater

Tabell 2: Gjennomsnittsverdier fra alle deltakere (n=28)

	VO <sub>2max</sub> (ml · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> )	C <sub>r</sub> (ml · kg <sup>-1</sup> · m <sup>-1</sup> )	MAS (m · min <sup>-1</sup> )	MANS (m · min <sup>-1</sup> )	130%MAS (m · min <sup>-1</sup> )	TTU 130%MAS (s)	ASR (m · min <sup>-1</sup> )	ASR%MAS (%)	100m (s)	800m (s)
Gj. snitt	53.72	0.217	249.39	444.71	324.20	100.60	195.32	178.32	13.58	171.40
STD.AV	± 7.18	± 0.02	± 36.00	± 37.53	± 46.80	± 45.31	± 36.68	± 23.03	± 1.17	± 22.92
VC (%)	13.36	9.22	14.44	8.44	14.44	45.04	18.78	12,91	8.62	13.37

VO<sub>2max</sub>: maksimalt oksygenopptak oppgitt i antall milliliter forbrukt pr. kg kroppsvekt pr. minutt. C<sub>r</sub>: Arbeidsøkonomi oppgitt i antall milliliter oksygen forbrukt pr. kg kroppsvekt pr. meter. MAS: maksimal aerob hastighet. MANS: maksimal anaerob hastighet. 130%MAS: 130% av MAS oppgitt i meter pr. sekund. TTU 130%MAS: tid-til-utmattelse ved løping på 130%MAS. ASR: anaerob sprintreserve. ASR%MAS: ASR oppgitt i prosent av MAS. 100m: tid på 100m sprint oppgitt i sekunder. 800m: tid på 800m sprint Gj.: gjennomsnitt. STD.AV: Standardavvik. VC: variasjonskoeffisient.

Deltakerne løp 800m på 171.4 ± 22.92 sekunder, med andre ord på gjennomsnittlige 2 min og 51 sekunder. Gjennomsnittsfarten lå dermed på 16.8 km/t. Gjennomsnittlig 100-meterfart var på 26.51 km/t. Det vil si at deltakerne i snitt løp 800m på 63 % av MANS. Med en gjennomsnittlig VO<sub>2max</sub> på 53.72 ± 7.18 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> og C<sub>r</sub> på 0.217 ± 0.02 ml·kg<sup>-1</sup>·m<sup>-1</sup> og dermed en gjennomsnittlig MAS på 15 ± 2,2 km/t vil det si at deltakerne sprang 800m på 112% MAS.

Snittverdien på ASR var 195.32 ± 36.68 meter/min, noe som tilsvarer en hastighet på 11.7 ± 2.2 km/t. ASR%MAS var på gjennomsnittlige 178 %. Gjennomsnittlig tid på TTU 130%MAS var 100.6 ± 45.31 sekunder. Snittfarten på TTU-testen var på 19,5 ± 2,9 km/t.

Tabell 3: Oversikt over intervensjonsdeltakernes karakteristika og resultater fra 100m, 800m og  $VO_{2max}$ .

Tabell 3: Individuelle karakteristika for intervensjonsdeltakerne (n=6)

FP	Kjønn	Vekt (kg)	Høyde (cm)	100m (s)	800m (s)	$VO_{2max}$ (ml · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> )
1	M	94.5	180	14.4	223	41.60
2	M	77.8	175	12.3	200	48.50
3	M	70.2	178	12.9	150	63.40
4	K	60.7	172	13.2	183	46.05
5	M	84.5	184	12.7	149	58.75
6	K	63.3	171	14.7	219	38.75
Gj. snitt		75.2	177	13.4	187	49.51
SD		± 11.9	± 5	± 1,0	± 33	± 9.69
VC (%)		15.8	2.8	7,5	17.7	19.57

FP: forsøksperson. M: mann. K: kvinne. 100m: tid på 100m sprint oppgitt i sekunder. 800m: tid på 800m sprint oppgitt i sekunder.  $VO_{2max}$ : maksimalt oksygenopptak oppgitt i antall milliliter forbrukt pr. kg kroppsvekt pr. minutt. Gj. snitt: gjennomsnitt. SD: Standardavvik. VC (%): variasjonskoeffisient oppgitt i prosent.

Gjennomsnittsresultatene for 800m var på  $187 \pm 33$  sekunder. Det tilsvarer 3 minutter og 7 sekunder og en snittfart på 15.4 km/t. Resultatet var veldig spredt, med en variasjonsbredde på 74 sekunder. Det vil med andre ord si at den raskeste deltakeren løp 6.4 km/t fortere enn den treigeste deltakeren.

For 100m var gjennomsnittet  $13.4 \pm 1$  sekunder. Det tilsvarer en gjennomsnittlig 100-meterfart på 26.9 km/t. Her var variasjonsbredden på 4.8 km/t. Raskeste og treigeste fart var på henholdsvis 29.3 km/t og 24.5 km/t.

Gjennomsnittlig  $VO_{2max}$  var  $49.5 \pm 9.69$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>. Her var det også forholdsvis stor spredning i resultatene, med en variasjonsbredde på 24.65 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>.

Tabell 4: Individuelle karakteristika og resultater for pre- og posttester (n=5)

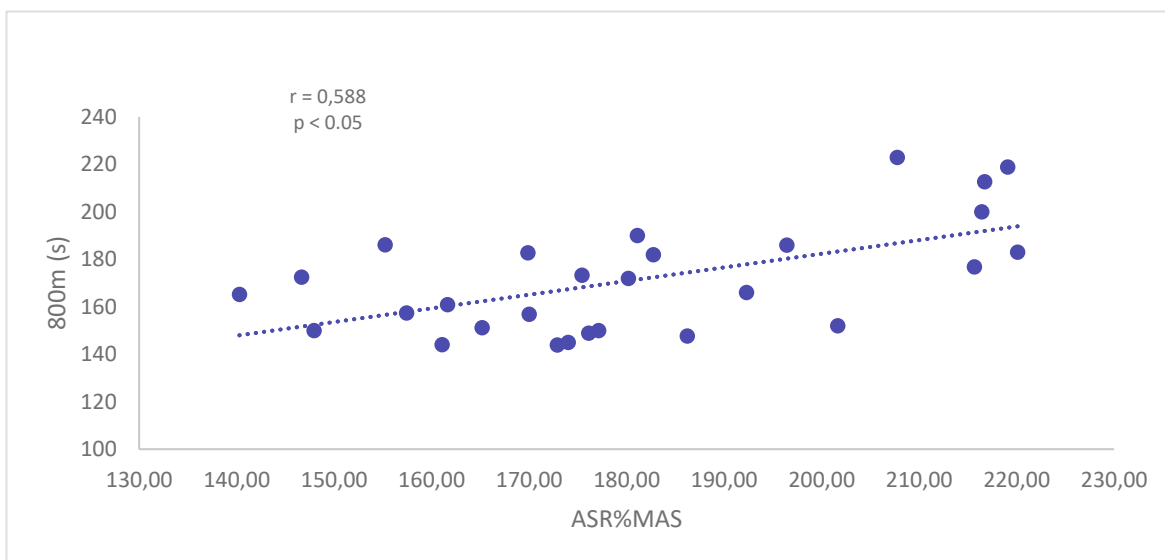
Faktor	Benevnelse	1	2	3	4	5	Gj. Snitt	SD	VC (%)	
PRE	VO <sub>2max</sub>	ml · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup>	41.60	48.50	63.40	58.75	38.75	50.20	± 10.67	21.25
POST	VO <sub>2max</sub>	ml · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup>	39.20	49.20	59.80	58.00	36.15	48.47	± 10.69	22.06
PRE	C <sub>r</sub>	ml · kg <sup>-1</sup> · m <sup>-1</sup>	0.208	0.215	0.203	0.219	0.208	0.210	± 0.01	3.01
POST	C <sub>r</sub>	ml · kg <sup>-1</sup> · m <sup>-1</sup>	0.203	0.217	0.199	0.220	0.189	0.210	± 0.01	6.26
PRE	MAS	m · min <sup>-1</sup>	200.00	225.58	312.32	268.26	186.30	238.49	± 51.74	21.70
POST	MAS	m · min <sup>-1</sup>	193.10	226.73	300.50	263.64	191.27	235.05	± 47.03	20.01
PRE	130%MAS	m · min <sup>-1</sup>	260.00	293.25	406.02	348.74	242.19	310.04	± 67.27	21.70
POST	130%MAS	m · min <sup>-1</sup>	251.03	294.75	390.65	342.73	248.65	305.56	± 61.14	20.01
PRE	TTU 130%MAS	s	123	136	65	120	164	121.60	± 36.10	29.69
POST	TTU 130%MAS	s	117	125	75	156	207	136.00	± 49.10	36.10
PRE	ASR	m · min <sup>-1</sup>	215.51	262.62	151.72	204.18	221.86	210.78	± 40.63	19.28
POST	ASR	m · min <sup>-1</sup>	221.26	265.88	150.63	212.55	228.31	215.73	± 41.69	19.33
PRE	ASR%MAS	%	207.76	216.42	147.94	176.11	219.09	193.46	± 27.43	14.18
POST	ASR%MAS	%	214.58	217.27	150.13	180.62	219.37	196.39	± 27.14	13.82
PRE	MANS	m · min <sup>-1</sup>	415.51	488.20	464.04	472.44	408.16	449.27	± 35.51	7.91
POST	MANS	m · min <sup>-1</sup>	414.36	492.61	451.13	476.19	419.58	450.77	± 34.26	7.60
PRE	100m	s	14.4	12.3	12.9	12.7	14.7	13.4	± 1.08	8.04
POST	100m	s	14.5	12.2	13.3	12.6	14.3	13.4	± 1.01	7.57
PRE	800m	s	223	200	150	149	219	188	± 31	16.5
POST	800m	s	214	187	151	141	212	181	± 28	15.5

VO<sub>2max</sub>: maksimalt oksygenopptak oppgitt i antall milliliter forbrukt pr. kg kroppsvekt pr. minutt. C<sub>r</sub>: Arbeidsøkonomi oppgitt i antall milliliter oksygen forbrukt pr. kg kroppsvekt pr. meter. MAS: maksimal aerob hastighet. 130%MAS: 130% av MAS oppgitt i meter pr. sekund. TTU 130%MAS: tid-til-utmattelse ved løping på 130%MAS. ASR: anaerob sprintreserve. ASR%MAS: ASR oppgitt i prosent av MAS. MANS: maksimal anaerob hastighet, 100m: tid på 100m sprint oppgitt i sekunder. 800m: tid på 800m sprint Gj. snitt: gjennomsnitt. SD: Standardavvik. VC: variasjonskoeffisient.



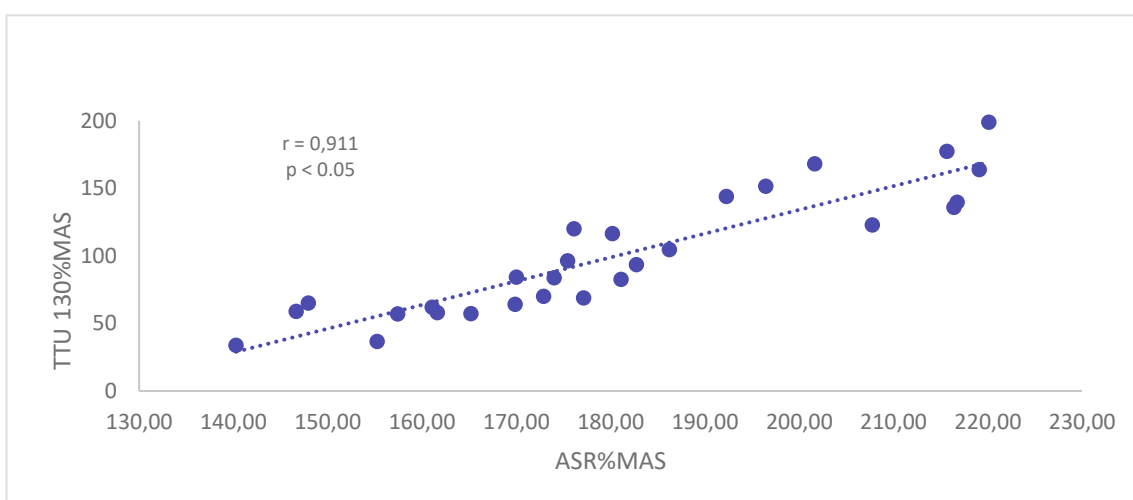
Det ble ikke funnet noen signifikante endringer i variablene. Fire av fem løpere hadde en liten reduksjon i  $VO_{2max}$ , mens tre av fem hadde en liten forbedring i  $C_r$ .

Figur 2 viser sammenhengen mellom ASR i % av MAS og 800m tid oppgitt i sekunder hos de 28 deltakerne. Vi ser en signifikant korrelasjon mellom ASR%MAS og 800m tid. De raskeste løperne hadde lavest ASR%MAS.



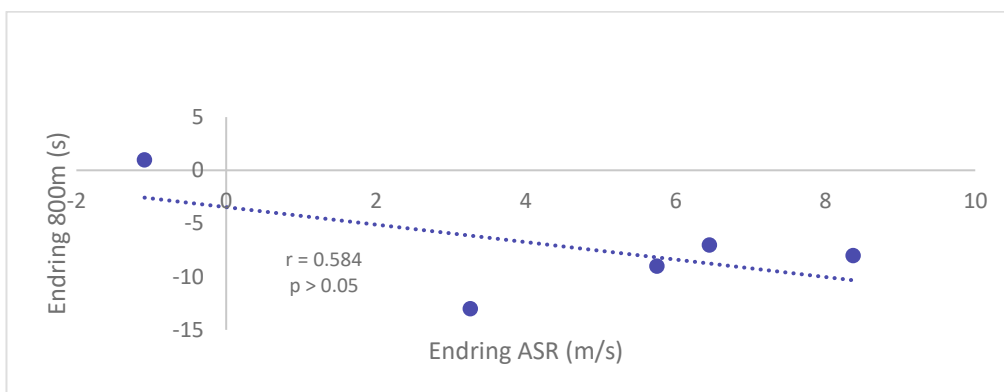
**Figur 2:** Forholdet mellom ASR%MAS og 800m sluttid ( $n=28$ ). x-aksen viser deltakernes ASR oppgitt i prosent av MAS, mens y-aksen viser deltakernes sluttid på 800m sprint.

Figur 3 viser sammenhengen mellom ASR i % av MAS og TTU ved 130% av MAS hos de 28 deltakerne. Vi kan se en signifikant korrelasjon mellom ASR%MAS og TTU 130% av MAS. Deltakerne med høyest ASR%MAS holdt ut lengst på TTU-test.



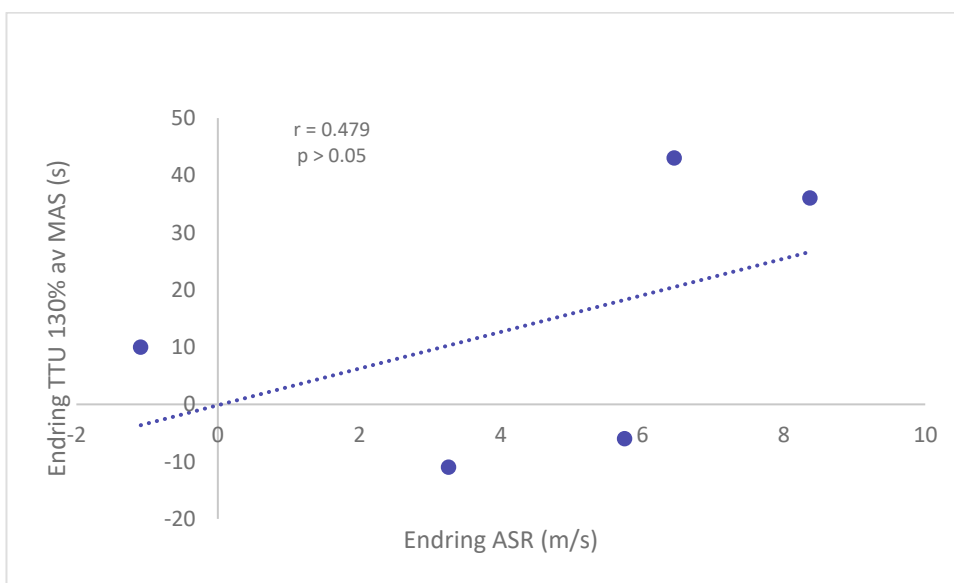
**Figur 3:** Forholdet mellom ASR%MAS og TTU 130% av MAS. x-aksen viser deltakernes ASR oppgitt i prosent av MAS, mens y-aksen viser deltakernes TTU 130% av MAS.

Figur 4 viser sammenhengen mellom endring i ASR og endring i 800m tid hos intervensjonsdeltakerne (N=5). Korrelasjonen er ikke signifikant.



**Figur 4:** Forholdet mellom endring i ASR og endring i 800m tid i intervensjonen. x-aksen viser deltakernes endring i ASR oppgitt i m/s, mens y-aksen viser deltakernes endring i 800m tid oppgitt i sekunder.

Figur 5 viser sammenhengen mellom endring i ASR og endring i TTU 130% av MAS hos intervensjonsdeltakerne (N=5). Korrelasjonen er ikke signifikant.



**Figur 5:** Forholdet mellom endring i ASR og endring i TTU 130% av MAS i intervensjonen. x-aksen viser deltakernes endring i ASR oppgitt i m/s, mens y-aksen viser deltakernes endring i TTU 130% av MAS tid oppgitt i sekunder.

## 5 Diskusjon

### 5.1 Korrelasjon mellom ASR%MAS og 800m prestasjonstid

Hovedfunnene i tverrsnittstudien viser en positiv korrelasjon mellom ASR i % av MAS og 800m prestasjonstid ( $r = 0.588$ ,  $p < 0.05$ ). En positiv korrelasjon mot 800m prestasjonstid vil i dette tilfellet bety en negativ sammenheng med prestasjon. Ut fra figur 2 kan vi se at sluttiden blir høyere på 800m, desto større prosentandel ASR står for.

Det kan diskuteres hvorvidt denne korrelasjonen vil være relevant i forhold til 800m løping. Hos deltakerne i tverrsnittstudien kommer den positive korrelasjonen av at MAS hos flere av deltakerne er ganske lav i utgangspunktet. En lav MAS gir en høy ASR dersom MANS er på et akseptabelt nivå. Eksempelvis vil en løper med en MAS på 16 km/t og en MANS på 28 km/t gi en ASR på 12 km/t. Tilsvarende vil en løper med en MAS på 20 km/t og en MANS på 32 km/t også ha en ASR på 12 km/t. I dette tilfellet vil sistnevnte sannsynligvis få en mye lavere sluttid på 800m en førstnevnte.

I overført betydning hjelper det ingen 800-meterløper å ha en høy ASR, dersom det skyldes en lav MAS. Om det derimot er slik at en høy ASR skyldes en høy topphastighet, finnes det studier som viser god korrelasjon mellom ASR og 800m prestasjonstid (Sandford et al., 2019b).

### 5.2 Korrelasjon mellom TTU 130% MAS og ASR%MAS

Hovedfunn nr. 2 i tverrsnittstudien viser en positiv korrelasjon ( $r = 0.911$ ,  $p < 0.05$ ) mellom TTU 130%MAS og ASR%MAS. Funnet viser oss at jo større prosentandel ASR, desto lengre holder deltakerne ut på TTU-testen.

Dette var et forventet funn. Ettersom deltakerne skulle springe denne testen på 130% av MAS er det en stor fordel at MANS er vesentlig høyere enn 130% av MAS. Jo høyere prosentandel ASR står for, desto lavere vil intensiteten i forhold til MANS bli for deltakerne på TTU-testen, siden de springer på en lavere prosentandel av topphastigheten sin. Med en lav intensitet vil deltakerne også holde ut lengre på testen. Dette funnet samsvarer også godt med studien til Blondel et al. (2001), som har funnet

en positiv korrelasjon mellom ASR og henholdsvis TTU 120%MAS og TTU 140% MAS (Blondel et al., 2001).

Dette funnet indikerer også at ASR vil ha en positiv innvirkning på 800m, dersom den skyldes en høy MANS. La meg forklare ved å bruke et eksempel:

*Løper 1 og løper 2 har samme MAS, men løper 1 har en høyere MANS. Dersom disse to holder samme relative intensitet gjennom løpet vil løper 1 holde en høyere hastighet enn løper 2, fordi den har mer i «reserve».*

### **5.3 Korrelasjon mellom endring i ASR og endring i 800m prestasjonstid**

Det ble ikke funnet noen signifikante sammenhenger mellom endring i ASR (m/s) og endring i 800m (s) prestasjonstid ( $r = 0.584$ ,  $p > 0.05$ ) hos intervensjonsdeltakerne.

Dette skyldes sannsynligvis at utvalget ( $n = 5$ ) var for lite. Tilsvarende typer kartleggingsstudier viser til at det trengs ca. 30 utøvere for å få en statistisk styrke større enn 0.8, gitt en p-verdi  $< 0.05$ . For korrelasjoner med  $R > 0.9$ , og altså en prediksjons- $R > 0.8$  trengs mellom 30 og 50 utøvere.

Om vi ser på resultatene er det likevel antydninger til at det kan finnes en sammenheng mellom endring i ASR og endring i 800m, men disse antydningene er ikke signifikante. Ved sammenligning av pre- og posttester kan vi se at deltakerne i gjennomsnitt løp 0.75 prosentpoeng fortere på 100m post-test, noe som tilsvarer en gjennomsnittlig fartsøkning på 0.2 km/t. Tilsvarende var forbedringen på 800m på 1.6 prosentpoeng, noe som tilsvarer en gjennomsnittlig fartsøkning på 0.6 km/t.  $VO_{2max}$ -verdiene har gått ned med 2.8 prosentpoeng, med andre ord  $1.41 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  i gjennomsnitt.

For å kunne si noe mer om funnene i intervensjonen må vi diskutere på individnivå. Av tabell 3 kan vi se at deltaker nr. 2, 4 og 5 har økt både MANS og ASR på posttest, samtidig som at MAS er ganske uendret med en gjennomsnittlig positiv endring på 0.2%. Disse deltakerne har forbedret 800m prestasjonstid med gjennomsnittlige 4.9%. De har forbedret ASR og samtidig fått en lavere sluttid på 800m. Dette resultatet samsvarer godt med studien til Sandford et al. 2019, som har vist en god korrelasjon mellom ASR og 800m prestasjonstid.

Deltaker 1 og 3 hadde en lavere MAS og MANS på posttesten. Til tross for dette har deltaker 1 sprunget bedre på 800m posttest. Det kan være flere grunner til dette. Mest trolig har deltakeren vært uheldig med 100m posttest. Ut fra testnotater kan vi se at banen var våt under deltaker 1 sin 100- og 800m posttest. Banen var tørr under pretest for deltaker 1. Sannsynligvis har dette ført til at deltaker 1 har fått en litt dårligere MANS på posttest enn det som var reelt. Foruten våt bane kan endringen også skyldes dårligere dagsform eller uheldig reaksjonstid (hos både deltaker og/eller tidtaker). Et annet alternativ kan være at deltakeren hadde en sterk læringseffekt av 800m pretest og dermed klarte å disponere kreftene bedre på 800m posttest.

Deltaker 3 har prestert 1 sekund dårligere på 800m ved posttest. Et sekund er ikke veldig mye på en så lang test, så her kan det være mye som har spilt inn. Dagsform, søvn, restitusjon, vindkast, nøyaktighet ved tidtaking, temperatur og bekledning er alle faktorer som potensielt kan utgjøre en slik forskjell. Deltakeren har en lavere ASR på posttest, men samtidig en høyere sluttid på 800m, noe som ville samsvart godt med en positiv korrelasjon mellom ASR og 800m prestasjon.

Samlet sett indikerer disse resultatene at en forbedring av ASR gir en lavere løpsti på 800m. Men utvalget i intervensjonen er som nevnt for lite. Med kun 5 deltakere får tilfeldighetene mye større spillerom. For det vi vet kan det være slik at alle de 5 deltakerne har hatt en dårlig dag på posttest og en god dag på pretest. Sannsynligheten for dette er liten, men den ville vært mye nærmere null dersom vi hadde hatt et utvalg på over 30 deltakere.

Resultatene samlet for hele gruppa ( $n=28$ ), viser en tendens til at en høy ASR kan gi en lavere 800m prestasjonstid, dersom den skyldes en høy MANS. Ser vi på MANS korrelert med 800m tid for hele utvalget ( $n=28$ ) er denne signifikant ( $r = -0.552$ ,  $p < 0.02$ ). Ut fra denne korrelasjonen må nødvendigvis en endring i ASR korrelere med endring i 800m prestasjonstid, gitt at endringen i ASR skyldes en forhøyet MANS og en uendret MAS. For som vi allerede vet er ASR gitt ved  $MANS - MAS$ . Dersom MANS øker med eksempelvis 0,5 km/t vil ASR også gjøre det så lenge MAS er uendret.

#### **5.4 Korrelasjon mellom endring i ASR og endring i TTU 130% MAS**

Ser vi på sammenhengen mellom endring i ASR og endring i TTU 130% av MAS hos intervensjonsdeltakerne finnes det ingen signifikant korrelasjon ( $r = 0.479$ ,  $p > 0.05$ ). Dette er trolig på grunn av det lave deltakerantallet ( $n=5$ ). Trendlinja peker uansett i den retningen vi hadde regnet med. Deltakerne holder lengre ut på TTU 130% MAS når ASR er forbedret. Dette kan forklares ved at intensiteten i forhold til MANS på TTU 130% MAS blir lavere når ASR blir høyere.

#### **5.5 Svakheter og feilkilder ved studien**

Det er flere forhold som har bydd på utfordringer og begrensninger rundt denne studien. Grunnet situasjonen med covid-19 har forholdene til tider vært svært lite forutsigbare. I tillegg har smittevernsrutiner kontinuerlig måttet oppdateres og revideres iht. de gjeldende retningslinjer fra NHI. Grunnet denne situasjonen har rekrutteringsprosessen rundt intervensjonsprosjektet vært krevende og gitt oss et mye lavere deltakerantall enn det vi hadde sett for oss. Statistisk sett er deltakerantallet i intervensjonsstudiet for lavt til å kunne gi noen signifikante korrelasjoner for forskningen på mellomdistanseløp.

Tidtaking ble gjort manuelt ved bruk av stoppeklokker. Under 800m løp og TTU-test har nok ikke manuell tidtaking ført til noen vesentlig feilkilde prosentuell sett, men under 100m test vil manuell tidtaking potensielt kunne være en feilkilde.

Under TTU-testen brukte vi en testleder som syklet med en sykkelcomputer for å holde hver enkelt deltakers kalkulerte hastighet (130% MAS). Sykkelcomputeren har nok ikke vært en stor feilkilde her, da den ble kalibrert mot en allerede kalibrert mølle som har en feilmargin på  $\pm 1\%$ , men testlederen på sykkel kan derimot ha bidratt til en større prosentuell feilkilde. Selv om testleder syklet et par runder på banen for å tilvende seg hver enkelt deltakers hastighet viste det seg vanskelig å holde farten 100% jevn.

I intervensjonsstudiet har tid vært en mangelvare. Vi startet opp intervensjonen våren 2021. De første testene ble gjennomført fra og med 28. april. For å få gjennomført intervensjonsprosjektet før deltakerne fikk sommerferie måtte vi gjøre noen justeringer. Vi ble enige om å forkorte treningsintervensjonen fra 8 til 6 uker. I tillegg forkortet vi restitusjonstiden mellom pretester og oppstart av treningsperiode fra 1 uke til 48 timer. Vi gjorde også en tilsvarende justering mellom siste økt i treningsintervensjonen og

posttester. Disse justeringene var selvsagt ikke ønskelig, men nødvendig. Selv om man kan se nevrale effekter allerede etter 2-4 uker med trening vil det at treningsintervensjonen ble forkortet med 2 uker sannsynligvis ha hatt en negativ innvirkning på den potensielle fremgangen. For de deltakerne som ikke hadde et solid treningsgrunnlag fra før kan det også tenkes at restitusjonstiden har vært for kort, både mellom hver økt, og mellom tester og treningsperiode.

En intervensjonsdeltaker ble ekskludert fra korrelasjonsberegningene i intervensjonsstudiet på grunn av ugyldig 800m posttest (tabell 4, figur 4 og figur 5). Deltakeren hadde derimot gyldig 800m pretest og er inkludert i korrelasjonsberegningene fra tverrsnittstudiet (tabell 2, tabell 3, figur 2 og figur 3).

Grunnet frafall av deltakere på vårparten ble intervensjonen gjennomført på nytt i høsthalvåret, med nye deltakere. På denne siden av sommerhalvåret var vi også presset på tid, for å rekke å gjennomføre intervensjonen før klimaet ble for kaldt og idrettsbanen ble snølagt igjen.

## **5.6 Praktiske implikasjoner**

Ved å bygge videre på testprosedyrer i denne studien gjennom videre studier med et større utvalg vil man trolig på sikt kunne utvikle et treningsverktøy som kan hjelpe trenere til å avdekke hvilke kvaliteter som bør arbeides videre med for aktuelle konkurranseutøvere. Målinger av MAS, MANS og 800m prestasjon vil sannsynligvis kunne gi en god pekepinn på hvilke fysiologiske faktorer man kan forbedre for å kunne hente ut mer av sitt potensiale.

Resultater fra intervensjonsstudiet viser også at et treningsprogram med fokus på å øke MANS vil kunne forbedre 800m prestasjonstid. Det vil likevel være nødvendig å gjennomføre det samme programmet med et større utvalg og helst deltakere som konkurrerer i mellomdistanseløp, for å kunne si noe om effekten av et slikt treningsprogram.

## 6 Konklusjon

Det ble vist en positiv korrelasjon mellom TTU 130% MAS og ASR%MAS. Deltakerne med størst anaerob sprintreserve holdt lengst ut på TTU-test, siden de sprang på en lavere relativ intensitet av MANS enn de med lav ASR.

ASR viste seg også å ha en signifikant sammenheng med 800m prestasjon, hvor en høy ASR indikerte en høyere prestasjonstid på 800m. Ved nærmere studie av data kan det se ut som at denne sammenhengen skyldes en lav MAS i utgangspunktet. Vi kan dermed slå fast at en høy ASR ikke vil være positivt så lenge det skyldes en lav MAS. Ved sammenligning på individnivå kan vi derimot se at en høy ASR som følge av en forhøyet MANS er positivt for prestasjonstid på 800m.

Intervensjonsstudiet ga oss ingen signifikante resultater, men resultatene på individnivå indikerte at en økning i ASR%MAS førte til bedre resultater på 800m og TTU 130% MAS. Det kan derfor se ut til at en 6-ukers treningsintervensjon med fokus på å øke MANS vil være positivt for prestasjonstid på 800m, så lenge den ikke går på bekostning av å opprettholde  $VO_{2-max}$ .



## Referanser

- Arnold, M. (1992). 100 Metres Men. *Athletics Coach*, 26(4), 11.
- Bachero-Mena, B., Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2017). Relationships between Sprint, Jumping and Strength Abilities, and 800 M Performance in Male Athletes of National and International Levels. *Journal of Human Kinetics*, 58, 187–195. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0076>
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(1), 70.
- Behm, D. (1995). Neuromuscular Implications and Applications of Resistance Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 9. <https://doi.org/10.1519/00124278-199511000-00014>
- Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 15(6), 374–388. <https://doi.org/10.2165/00007256-199315060-00003>
- Bellenger, C. R., Fuller, J. T., Nelson, M. J., Hartland, M., Buckley, J. D., & DeBenedictis, T. A. (2015). Predicting maximal aerobic speed through set distance time-trials. *European Journal of Applied Physiology*, 115(12), 2593–2598. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3233-6>
- Blondel, N., Berthoin, S., Billat, V., & Lensel, G. (2001). Relationship Between Run Times to Exhaustion at 90, 100, 120, and 140 % of  $v\dot{V}O_2\text{max}$  and Velocity Expressed Relatively to Critical Velocity and Maximal Velocity. *International Journal of Sports Medicine*, 22(1), 27–33. <https://doi.org/10.1055/s-2001-11357>
- Christensen, B., & Norum, M. (2017). *Sterkere fra trent til vel trent*. Gyldendal.

- Costill, D. L., Daniels, J., Evans, W., Fink, W., Krahenbuhl, G., & Saltin, B. (1976). Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. *Journal of Applied Physiology*, *40*(2), 149–154.  
<https://doi.org/10.1152/jappl.1976.40.2.149>
- Duffield, R., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. *Journal of Sports Sciences*, *23*(3), 299–307.  
<https://doi.org/10.1080/02640410410001730043>
- Enoka, R. M. (1988). Muscle Strength and Its Development. *Sports Medicine*, *6*(3), 146–168. <https://doi.org/10.2165/00007256-198806030-00003>
- Hagen, K., Wisløff, U., Ellingsen, Ø., Stovner, L. J., & Linde, M. (2016). Headache and peak oxygen uptake: The HUNT3 study. *Cephalalgia*, *36*(5), 437–444.  
<https://doi.org/10.1177/0333102415597528>
- Helgerud, J. (1994). Maximal oxygen uptake, anaerobic threshold and running economy in women and men with similar performances level in marathons. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *68*(2), 155–161.  
<https://doi.org/10.1007/BF00244029>
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *33*(11), 1925–1931. <https://doi.org/10.1097/00005768-200111000-00019>
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R., & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO<sub>2</sub>max more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *39*(4), 665–671.  
<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180304570>

- Helgerud, J., Støren, O., & Hoff, J. (2010). Are there differences in running economy at different velocities for well-trained distance runners? *European journal of applied physiology*, *108*, 1099–1105. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1218-z>
- Hoff, J., Gran, A., & Helgerud, J. (2002). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *12*(5), 288–295. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2002.01140.x>
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: Physiological considerations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *34*(3), 165–180. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434030-00003>
- Ingham, S. A., Whyte, G. P., Pedlar, C., Bailey, D. M., Dunman, N., & Nevill, A. M. (2008). Determinants of 800-m and 1500-m running performance using allometric models. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *40*(2), 345–350. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815a83dc>
- Jiménez-Reyes, P., Cuadrado-Peñafiel, V., Párraga-Montilla, J. A., Romero-Franco, N., & Casado, A. (2022). Anaerobic Speed Reserve, Sprint Force–Velocity Profile, Kinematic Characteristics, and Jump Ability among Elite Male Speed- and Endurance-Adapted Milers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(3), 1447. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031447>
- Katch, V. L., McArdle, W. D., Katch, F. I., & McArdle, W. D. (2011). *Essentials of exercise physiology* (4th ed). Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2015). *Physiology of sport and exercise* (Sixth edition). Human Kinetics.
- Lauvstad, H., & Tveiten, A. (2011). *Best i løping*. Gyldendal.

- Loe, H., Rognum, Ø., Saltin, B., & Wisløff, U. (2013). Aerobic capacity reference data in 3816 healthy men and women 20-90 years. *PloS One*, 8(5), e64319. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064319>
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (Eighth edition). Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M., & Triplett, N. T. (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1633–1636. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b2b8aa>
- Medbo, J. I., & Tabata, I. (1989). Relative importance of aerobic and anaerobic energy release during short-lasting exhausting bicycle exercise. *Journal of Applied Physiology*, 67(5), 1881–1886. <https://doi.org/10.1152/jappl.1989.67.5.1881>
- Myers, J., Kaminsky, L. A., Lima, R., Christle, J. W., Ashley, E., & Arena, R. (2017). A Reference Equation for Normal Standards for VO2 Max: Analysis from the Fitness Registry and the Importance of Exercise National Database (FRIEND Registry). *Progress in Cardiovascular Diseases*, 60(1), 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2017.03.002>
- Nevill, A. M., Ramsbottom, R., Nevill, M. E., Newport, S., & Williams, C. (2008). The relative contributions of anaerobic and aerobic energy supply during track 100-, 400- and 800-m performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(2), 138–142.
- Raastad, T., Refsnes, P. E., Rønnestad, B., & Wisnes, A. R. (2010). *Styrketrening: I teori og praksis*. Gyldendal Norsk forlag.

- Sandford, G. N., Allen, S. V., Kilding, A. E., Ross, A., & Laursen, P. B. (2019). Anaerobic Speed Reserve: A Key Component of Elite Male 800-m Running. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, *14*(4), 501–508.
- Sandford, G. N., Kilding, A. E., Ross, A., & Laursen, P. B. (2019a). Maximal Sprint Speed and the Anaerobic Speed Reserve Domain: The Untapped Tools that Differentiate the World's Best Male 800 m Runners. *Sports Medicine (Auckland)*, *49*(6), 843–852. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1010-5>
- Sandford, G. N., Rogers, S. A., Sharma, A. P., Kilding, A. E., Ross, A., & Laursen, P. B. (2019b). Implementing Anaerobic Speed Reserve Testing in the Field: Validation of vVO<sub>2</sub>max Prediction From 1500-m Race Performance in Elite Middle-Distance Runners. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *14*(8), 1147–1150. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0553>
- Saunders, P. U., Pyne, D. B., Telford, R. D., & Hawley, J. A. (2004). Factors Affecting Running Economy in Trained Distance Runners: *Sports Medicine*, *34*(7), 465–485. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434070-00005>
- Saunders, R. (2004). Five components of the 100m sprint. *Modern Athlete and Coach*, *42*(4), 23–24.
- Scrimgeour, A. G., Noakes, T. D., Adams, B., & Myburgh, K. (1986). The influence of weekly training distance on fractional utilization of maximum aerobic capacity in marathon and ultramarathon runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *55*(2), 202–209. <https://doi.org/10.1007/BF00715006>
- Seitz, L. B., Reyes, A., Tran, T. T., Saez de Villarreal, E., & Haff, G. G. (2014). Increases in lower-body strength transfer positively to sprint performance: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *44*(12), 1693–1702. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0227-1>

- Škarabot, J., Brownstein, C. G., Casolo, A., Del Vecchio, A., & Ansdell, P. (2021). The knowns and unknowns of neural adaptations to resistance training. *European Journal of Applied Physiology*, *121*(3), 675–685.  
<https://doi.org/10.1007/s00421-020-04567-3>
- Støren, Ø. (2009). *Running and cycling economy in athletes; determining factors, training interventions and testing* (Bd. 413). Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Medicine, Department of Circulation and Medical Imaging.
- Støren, Ø., Bratland-Sanda, S., Haave, M., & Helgerud, J. (2012). Improved VO<sub>2</sub>max and time trial performance with more high aerobic intensity interval training and reduced training volume: A case study on an elite national cyclist. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *26*(10), 2705–2711.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318241deec>
- Støren, Ø., Helgerud, J., Johansen, J.-M., Gjerløw, L.-E., Aamlid, A., & Støa, E. M. (2021). Aerobic and Anaerobic Speed Predicts 800-m Running Performance in Young Recreational Runners. *Frontiers in Physiology*, *12*.  
<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2021.672141>
- Støren, Ø., Helgerud, J., Støa, E. M., & Hoff, J. (2008). Maximal Strength Training Improves Running Economy in Distance Runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *40*(6), 1087–1092. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318168da2f>
- Støren, Ø., Helgerud, J., Sæbø, M., Støa, E. M., Bratland-Sanda, S., Unhjem, R. J., Hoff, J., & Wang, E. (2017). The Effect of Age on the V<sub>O</sub>2max Response to High-Intensity Interval Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *49*(1), 78–85. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001070>
- Støren, Ø., Rønnestad, B. R., Sunde, A., Hansen, J., Ellefsen, S., & Helgerud, J. (2014). A time-saving method to assess power output at lactate threshold in well-trained

- and elite cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(3), 622–629. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a73e70>
- Støren, Ø., Ulevåg, K., Larsen, M. H., Støa, E. M., & Helgerud, J. (2013). Physiological determinants of the cycling time trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2366–2373. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827f5427>
- Thompson, M. A. (2017). Physiological and Biomechanical Mechanisms of Distance Specific Human Running Performance. *Integrative and Comparative Biology*, 57(2), 293–300. <https://doi.org/10.1093/icb/icx069>
- Tucker, R., Dugas, J., Fitzgerald, M., & Maga, E. of R. W. (2009). *Runner's World The Runner's Body: How the Latest Exercise Science Can Help You Run Stronger, Longer, and Faster* (Illustrated edition). Rodale Books.
- Vescovi, J. D., & Mcguigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 97–107. <https://doi.org/10.1080/02640410701348644>
- Vikmoen, O., Raastad, T., Seynnes, O., Bergstrøm, K., Ellefsen, S., & Rønnestad, B. R. (2016). Effects of Heavy Strength Training on Running Performance and Determinants of Running Performance in Female Endurance Athletes. *PLOS ONE*, 11(3), e0150799. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150799>
- Zhang, X. (2013). Research of Jumping Ability and Explosive Power Based on Plyometric Training. I W. Du (Red.), *Informatics and Management Science III* (s. 427–433). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4790-9\\_55](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4790-9_55)

## **Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjekt *Formel for prestasjon på 800m løping.***

### **Bakgrunn og hensikt**

Dette er en forespørsel til deg om deltakelse i en treningsintervensjon som er en del av et forskningsprosjekt hvor vi utprøver en formel for prestasjon på 800m mellomdistanseløp. Hensikten med studiet er å utvikle et nyttig treningsverktøy for utøvere og trenere innenfor mellom- og langdistanseløp.

Deltakelse i prosjektet vil innebære fysiske tester av egenskaper sentrale for prestasjon i 800m samt en 6 ukers treningsperiode.

Det er Universitetet i Sørøst-Norge (USN), avdeling Bø i Telemark, som er ansvarlig for gjennomføringen av studiet.

Resultatene av studien vil bli søkt publisert i et internasjonalt tidsskrift. I tillegg har prosjektet tilknyttet bachelor- og masterstudenter ved USN som kan benytte resultatene i sine bachelor- og masteroppgaver.

### **Metode**

**Trening:** Målet med treningsintervensjonen er å øke den maksimale anaerobe hastigheten (MANS), målt ved prestasjonstid på 100m. Treningsperioden består av totalt 18 økter, fordelt over 6 uker (3 økter per uke). Treningsprogrammet består av tre forskjellige typer treningsøkter i uka over 6 uker: en sprintøkt, en spenstøkt og en økt med maksimal styrke. Det vil bli oppfordret til maksimal innsats for hver av repetisjonene under løp/hopp/løft. Øktene vil i hovedsak bestå av henholdsvis kortere sprinter, ulike versjoner av spensthopp og tunge knebøy.

### **Fysiske tester:**

Følgende tester vil bli gjennomført før og etter treningsperioden: maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2max}$ ), arbeidsøkonomi ( $C_r$ ), maksimal styrke knebøy (1RM), spensttest (counter movement jump med armsving, (CMJas)). I tillegg måles tid på 100m, 800m og tid på 130% av MAS.

Arbeidsøkonomi: etter ca 10 min oppvarming måles oksygenopptak i 5 min på moderat intensitet. Testen oppleves ikke som særlig anstrengende.

Maksimalt oksygenopptak: en anstrengende, men kortvarig test på mølle som varer maksimalt 10 min og hvor kun de to-tre siste minuttene av testen er anstrengende. Testen starter med moderat belastning, deretter økes hastigheten gradvis. Teststans er det vi kaller for "frivillig utmattelse". Det vil si at deltakeren avslutter når han/hun ikke orker mer. Man kan når som helst avbryte testen ved ubehag utover det som normalt kjennes som "ordentlig sliten".



Spentst; gjennomføres i testlaboratoriet. Man får 5 forsøk på å hoppe så høyt man klarer ved hjelp av armsving og svikt. Det høyeste av de 5 forsøkene blir lagret.

1RM Knebøy; Etter progressiv oppvarming gjennomføres maksløft i knebøy (90° i kneledd). Ved vellykket løft økes vekten med 5kg og man gjentar løftet etter 5 min pause (med mindre løftet går så treigt at det godkjennes som 1RM)

Tid på 130% av MAS; Testen gjennomføres på friidrettsbane, og deltaker løper så lenge som mulig på denne hastigheten. Farten styres av en syklist, og testen avsluttes når deltaker ikke lenger orker å holde følge med sykkelen.

100m test; Testen gjennomføres på tid på friidrettsbane. Testen brukes som et mål på topphastighet (maksimal anaerob hastighet, MANS). Stille start.

800m test; Testen gjennomføres på tid på friidrettsbane og gjennomføres etter 15min progressiv oppvarming. Man løper to runder på idrettsbanen så fort man orker (2x400m = 800m).

### Mulige fordeler ved deltakelse

Deltaker vil få oppgitt sine personlige testresultater, som kan være et verdifullt verktøy i eget treningsarbeid. Vi vil også tilby en re-test ved en senere anledning om dette er ønskelig. Disse nye testresultatene vil da ikke bli benyttet i studien. Deltaker får tett treningsoppfølging av kompetent personell, og får kartlagt fysisk form gjennom et antall tester uten økonomiske kostnader.

### Mulige ulemper ved deltakelse

Fysiske tester og hovedøvelser i treningsopplegg vil gjennomføres med maksimal mobilisering/innsats, og vil derfor innebære noe større skaderisiko enn ved testing og trening med lavere belastning. Samtidig blir deltakerne tett fulgt opp av erfarne test- og treningsledere, og vil også bli fulgt opp av prosjektets fysioterapeut hvis det skulle oppstå overbelastning som følge av test- eller trening. Deltakere får utdelt eget skriv om dette.

### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger?**

Vi vil kun bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Det er kun prosjektgruppa som har tilgang til opplysningene. Etter prosjektslutt vil data anonymiseres og koblingsnøkkel slettes.

Informasjonen som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med studien. Alle opplysningene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennende opplysninger. Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studien når disse publiseres.

### **Rett til innsyn og sletting av opplysninger**

Som deltaker har du rett til å få innsyn i personlige data som registreres, få korrigert eventuelle feil i de opplysningene vi har registrert, få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), samt å sende klage til personvernombudet eller datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger. Dersom du trekker deg fra

studien, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

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

### **Hvor kan jeg finne ut mer?**

Hvis du har spørsmål om studien eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med

Prosjektleder: Eva Maria Støa (prosjektleder, førsteamanuensis USN), tlf: 39952732/41632015, e-mail: eva.m.stoa@usn.no

Vårt personvernombud: Pål Are Solberg

Mine rettigheter:

NSD-Norsk Senter for forskningsdata AS (personverntjenester@NSD.no, tlf: 55582117)

### **Kontaktpersoner:**

Masterstudent Thomas Straumstein, tlf 41284997, tstraums@gmail.com

Universitetslektor Lars Erik Gjerløw, tlf 35 95 28 65, lars.e.gjerlow.usn.no

Bachelorstudent Henrik Hjortland, henrik.hjortland@hotmail.com

Bachelorstudent Eivind Paauw, eivind.paauw@gmail.com

Stipendiat Jan-Michael Johansen, tlf: 91748374, e-mail: jan-michael.johansen@usn.no

### **Ansvarlige for prosjektet:**

Førsteamanuensis Eva Maria Støa (prosjektleder), tlf 41632015 e-mail eva.m.stoa@usn.no

Førsteamanuensis Øyvind Støren, tlf 96045270, e-mail oyvind.storen@usn.no

Universitetslektor Lars Erik Gjerløw, tlf 35 95 28 65, lars.e.gjerlow.usn.no

Samtykke til deltakelse i studien «Formel for prestasjon på 800m løp».

Jeg er villig til å delta i studien

-----  
(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

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

