

MASTEROPPGAVE

Emnekode: MKI 210

Navn: Mathias Flak

Nike Vaporfly vs. Normale sko: Effekten på arbeidsøkonomi og biomekaniske forhold i løpssteget blant Norske mellom- og langdistanseløpere på høyt nasjonalt nivå

Dato: 15.05.2023

Totalt antall sider: 36



NORD
universitet

www.nord.no

Innholdsfortegnelse

Innhold

.....	0
Innholdsfortegnelse	1
Forord	2
Abstrakt	3
1. Innledning.....	4
1.1 Tidligere forskning på området	5
1.2 Problemstilling og hypoteser.....	7
1.3 Argumentering for denne studien/nyhetsverdi	7
2. Teori	9
2.1 Prestasjonsbestemmende faktorer i utholdenhetsidrett – langdistanseløping	9
2.1.1 VO_{2max} (ml/kg/min).....	10
2.1.2 <i>Utnyttingsgrad (arbeidsøkonomi/løpsøkonomi)</i>	11
2.1.3 <i>Aerob utholdenhet</i>	12
3. Metode.....	13
3.1 Testpersoner (TP).....	13
3.2 Tilvenning og pilottest	14
3.3 Gjennomføring av testing.....	15
3.4 Utstyr til innsamling av data	18
3.5 Databehandling og analyser:	22
4. Resultater.....	23
4.1 VO_2 (ml/kg/min) forbruk tabeller	23
4.2 RPE (rating of perceived exertion) opplevd anstrengelse 20,5 km/t.....	24
4.3 Kinematiske analyser (biomekanikk).....	25
5. Diskusjon.....	27
5.2 Energiforbruket og RPE	27
5.3 Metodiske vurderinger	31
6. Konklusjon	33
Referanseliste	34

Forord

Det er med stor glede jeg kan presentere min masteroppgave i kroppsøving- og idrettsvitenskap som komplett. Masteroppgaven sitt tema bestemte jeg meg tidlig for, da jeg er aktiv innen langdistanseløping på høyt nivå (løpt internasjonalt for Norge flere ganger og har løpt 5000m på bane under 14 minutter, 13:58 som er kretsrekord i Nord-Trøndelag) og har en stor egen interesse for temaet og idretten. Prosessen med masteroppgaven har til tider vært krevende med egen idrettssatsing å verne om, men også svært givende og lærerik. Det har vært fem fine år som student ved Nord universitet, Levanger.

Videre vil jeg takke min veileder førsteamanuensis Tore Kristian Aune for kyndig veiledning, for at han har vært svært tilgjengelig gjennom hele prosessen med min masteroppgave, og min assistent på laben under all testing Andrea Bao Fredriksen, masterstudent. Jeg vil også takke utøverne som fikk til å delta i studien som testpersoner, uten deres bidrag hadde ikke studien kunne vært representativ for mellom- og langdistanseløpere på høyt nasjonalt nivå. Deltagelse i studien krevde også litt reise og en del logistiske tilrettelegginger.

Jeg vil også takke mine medstudenter ved Nord universitetet Levanger for gode diskusjoner og et godt samarbeid gjennom mine fem år, først som bachelorstudent, for så som masterstudent ved Nord universitetet, Levanger.

Mathias Flak

Mai 2023

Levanger

Abstrakt

Innenfor langdistanseløping har bruken av karbonsko blitt svært utbredt i løpet av de senere årene. I lengre gateløpskonkurranser er det ofte karbonsko, og da svært ofte Nike Vaporfly, som brukes av løperne. Nike Vaporfly er en sko med karbonplate i sålene og et mellomlag med en lett og responsiv "foam-såle". I det siste har bruken av karbonsko i lengre gateløpskonkurranser blitt et aktuelt team da mange har satt både personlige rekorder og verdensrekorder med skoen. Problemområdet med karbonsko har da også blitt et veldig aktuelt team i forskningssammenheng. Hensikten med dette studiet var å se nærmere på hvordan Nike Vaporfly sine egenskaper påvirker løpsøkonomi, gjennom å måle løpernes VO_2 (ml/kg/min) forbruk på tre hastigheter (16, 18 og 20 km/t), samt opplevd anstrengelse (RPE). Testpersonene ble også spurt om RPE (opplevd anstrengelse) etter draget på 20,5 km/t med begge sko kondisjonene. I tillegg ble kinematiske analyser av løpssteget til testpersonene (TP) også gjort på de ulike hastighetene. **Metode:** 9 mannlige mellom- og langdistanseløpere på et høyt nasjonalt nivå ble rekruttert til studien (5000m PB bane: 14m:20s \pm 29s) (10 000m PB bane: 30m:05s \pm 41s) (Alder år: 22 \pm 6) (Vekt kg: 67 \pm 6,6) (Høyde cm: 181 \pm 8,8). Det ble gjennomført 3*5 minutters intervaller på tredemølle med begge typer sko, Nike vaporfly og normale sko uten karbon i sålen. Rekkefølgen i testing av type sko ble randomisert. Det var to minutter pause mellom hvert drag og 20 minutter seriepause mellom de to intervallsettene. Det ble målt VO_2 forbruk under arbeid på alle de tre hastighetene (16,18 og 20,5 km/t), som mål på energiforbruk under arbeid. Det ble også brukt en Xsens (motion capture suit) for innsamlinga av kinematiske data, som ble innhentet for å kunne si noe om hva en lavere eller ikke lavere VO_2 -kostnad kunne skyldes. Det ble målt vinkelhastighet (deg/s) i ankelleddet ved dorsalfleksjon i løpssteget, der det ble også ble målt tiden (s) fra dorsalfleksjon til plantarfleksjon i ankelleddet under avviklingen av løpssteget på alle de tre hastighetene. **Resultater:** Det var statistisk signifikante forskjeller i VO_2 -kostnad på alle de tre hastighetene når man sammenliknet Nike Vaporfly-skoen med normal sko ($p=0.001^*$), og det var ingen forskjeller i den differansen på de tre hastighetene. Opplevd anstrengelse som ble målt ved hjelp av Borgs skala (6-20), viste også en statistisk signifikant lavere RPE til fordel for Nike Vaporfly versus normal sko ($p=0.009$). Det var ingen statistisk signifikante forskjeller i de kinematiske analysene, hverken på tiden mellom dorsalfleksjon til plantarfleksjon ($p=0.43$) eller i vinkelhastigheten i ankelleddet ved dorsalfleksjon ($p=0.39$), når man sammenliknet Nike Vaporfly-skoen med de normale skoene uten karbon i sålen.

1. Innledning

I toppidretten er det ofte marginer som skiller mellom første- og fjerdeplass i en konkurranse. Som utøver eller trener er man derfor hele tiden på søken etter faktorer og steder man kan forbedre seg for å prestere noen % bedre sammenliknet med sine konkurrenter. I en idrett som langdistanseløping har utstyret man bruker i konkurranser alltid vært en singlet, shorts og et par løpesko. I 2016 kom Nike med skoen Nike Vaporfly Next (NVF) – en sko som inneholdt en karbonplate i sålen og et mellomlag med foam-såle (Hoogkamer et al., 2018). Mange av verdens beste utøvere, særlig på gateløp på distansene 10km, halvmaraton og maraton ble bruken av Nike Vaporfly eller lignende sko med karbon i sålen veldig utbredt (Dustin et al, 2022).

Dette ble særlig aktuelt da Kenyaneren Eliud Kipchoge i oktober 2019 i Wien som første menneske noensinne klarte å løpe en maraton (42,2 km) på under 2 timer (1:59:45). Sluttiden 1:59:45 tilsvarer en fart på cirka 2:50 pr kilometer som gir en gjennomsnittshastighet på 21 km/t. På gateløp, som Kipchoge sitt barriereløp i Wien var, er grensen på såletykkelse på løpesko satt til 40mm, og Nike Vaporfly skoen er derfor lovlig å bruke på gateløp siden såletykkelsen til skoen er på 38mm (millimeter) (World athletics, 2022). På baneløp har det imidlertid kommet regler fra det internasjonale friidrettsforbundet (World Athletics), som sier at det ikke kan benyttes sko over 25mm i såletykkelse (World Athletics, 2022), noe som gjør at Nike Vaporfly ikke kan brukes på baneløp og bare på løp utenfor tartanbanen.

Barriereløpet til Kipchoge og hans team, har gjort at oppmerksomheten rundt karbonsko har skutt i været, både blant forskere, mosjonistløpere og løpere på elitenivå (Dustin et al, 2022). I forskningssammenheng har derfor bruken av karbonsko blitt undersøkt i mange ulike kontekster, fra eliteløpere (Dustin et al, 2022) til mosjonister (Roderigo-Carranza et al, 2022). Det er bred enighet om at karbonskoene er gunstig for løpsøkonomi og prestasjon, både hos elite- og mosjonistløpere (Dustin et al, 2022). I forskning forsøker man å årsaksforklare denne forbedringen med empiriske data, og i hovedsak er det studier med mål på energiomsetning på en gitt hastighet og kvantitative data som blir gjennomført (Rodrigo-Carranza et al, 2022).

Temaet i den foreliggende masteroppgaven er «Nike Vaporfly versus vanlige løpesko uten karbon i sålen, testing av fysiologiske- og biomekaniske variabler».

1.1 Tidligere forskning på området

Tidligere forskning på området viser at man med sko med en karbonlate eller lignende som stiver av skoen kan man løpe med en lavere energiomsetning (arbeidsøkonomi), sammenliknet med sko uten karbon i sålen på skoen (Roy et al, 2006). Dette ble først belyst i studien til Roy et al., (2006). De belyste i sin studie hvordan en karbonplate i skoen kunne forbedre energiomsetningen ved løping (Roy et al, 2006). De rekrutterte 13 mannlige løpere som ble rekruttert til studien, der de måtte vise til en 10km under <40min. Alle bedrev langdistanseløping ukentlig. Under testingen løp de drag på 6 minutter intervaller med hver skokondisjon (Roy et al, 2006). Roy et al (2006) la selv inn plater i skoene de skulle teste for å stive av skoen og sammenlikne den med kontrollskoen uten en plate (Roy et al, 2006). Dette gjorde de fordi at det ikke fantes noen sko med karbonplater eller lignende i da studien ble gjennomført. Resultatene i studien viste at man løp med 1% lavere i VO_2 (ml/kg/min) kostnad på 14 km/t med karbonsko sammenliknet med kontrollskoene uten karbon i sålen ($p=0.05^*$) (Roy et al, 2006).

Forskningen som foreligger per nå på Nike vaporfly skoen, baserer seg i hovedsak på VO_2 (ml/kg/min) målinger av løpsøkonomi under arbeid på en gitt belastning (Hoogkamer et al., 2018). I Hoogkamer et al. (2018) sin studie undersøkte man løpsøkonomien til 18 mannlige langdistanseløpere med VO_2 (ml/kg/min) som mål på energibruket under arbeid på de ulike hastighetene (Hoogkamer et al., 2018). I studien til Barnes et al. (2019) ble også VO_2 (ml/kg/min) under arbeid på tre ulike hastigheter brukt som mål på løpsøkonomien under arbeid, der ble 12 mannlige og 12 kvinnelige løpere rekruttert til studien. De mannlige testpersonene holdt et nivå som tilsvarer <16 minutter på 5km og de kvinnelige testpersonene holdt et nivå på <19 minutter, da dette var et krav for å bli inkludert i studiene. Både i Hoogkamer et al., (2018) og Barnes et al., (2019) sine studier var det en statistisk signifikant forskjell i VO_2 (ml/kg/min) forbruk når man sammenliknet en normal løpesko uten karbon i sålen med Nike Vaporfly skoen ($p=0.001^*$).

I studiene til Barnes et al (2019) og Hoogkamer et al (2018) på Nike vaporfly var 14, 15 og 18km/t hastighetene det ble løpt på under testingen. Man så også likhetstrekk i Hoogkamer et

al (2018) og Barnes et al (2019) sine studier på Nike vaporfly skoen, da testpersonene løp intervaller med en varighet på 5 minutter i begge de to studiene (Hoogkamer et al, 2018; Barnes et al, 2019). I Hoogkamer et al (2018) sin studie så man en signifikant forskjell på VO_2 forbruket på 4% ($p=0.001$) sammenliknet med normale sko uten karbon i sålen (Hoogkamer et al, 2018). I studien til Barnes et al. (2019) løp testpersonene med 4,2% ($p=0.001$) lavere energiomsetning (målt i VO_2 forbruk under arbeid) med Nike vaporfly sammenliknet med normale sko uten karbon i sålen (Barnes et al, 2019).

Det har også blitt gjennomført studier som ser på forskjellen mellom de ulike skomerkene sine karbonsko-modeller. Den aktuelle studien ble gjennomført av Dustin et al., (2022) og sammenliknet sju ulike karbonsko fra sju merker, med blant annet Nike Vaporfly skoen inkludert i studien (Dustin et al, 2022). Dustin et al (2022) gjennomførte testing av VO_2 (ml/kg/min) på 16 km/t på tredemølle (Dustin et al, 2022). Testpersonene (TP) gjennomførte en 5 minutters intervall med pr sko som var inkludert i studien. Testpersonene som var 12 mannlige langdistanseløpere (26 ± 8 år) som holdt et visst nivå innen (5000m: 16.0 ± 0.7 min) langdistanseløping (Dustin et al, 2022). Resultatene i studien viste at laveste VO_2 på 5 minutters intervallene var med Nike vaporfly skoen sammenliknet med de andre skoene med karbonplate i sålen (1,48 % lavere VO_2 forbruk under arbeid sammenliknet med andre skomodeller) ($p=0.001$) (Dustin et al, 2022).

Healey og Hoogkamer (2022) har også gjennomført en studie der de eksperimenterte med å skjære ut karbonplaten i Nike vaporflyskoen og sammenlikne den med en Nike vaporfly skoen med platen i (Hoogkamer et al, 2022). De rekrutterte 14 mannlige på et nivå som tilsvarer 10km på 35 minutter. De gjennomførte intervaller på 14 km/t, der de sammenliknet kontakttiden med underlaget og stegfrekvensen til testpersonene. Resultatene viste en signifikant forskjell i kontakttiden (s) med underlaget når man sammenliknet to sko kondisjonene ($p=0.001^*$), det var imidlertid ingen signifikant forskjell i stegfrekvensen med de to sko kondisjonene ($p=0.909$) (Hoogkamer et al, 2022).

Temaet for dette studiet er å sammenlikne «Nike Vaporfly versus vanlige løpesko uten karbon i sålen, måling av fysiologiske- og biomekaniske variabler». Beskrivelsen av allerede foreliggende forskning viser at man med Nike vaporfly skoen løper med en lavere energiforbruket under arbeid, det er da interessant å utforske dette problemområde videre på høye hastigheter hos løpere på høyt nasjonalt nivå. I tillegg til ble det analysert ulike kinematiske analyser av løpssteget, hvordan løpssteget til mellom- og langdistanseløpere på et

godt nasjonalt nivå påvirkes av Nike vaporfly skoen sammenliknet med normale sko uten karbon i sålen, samt VO_2 /ml(kg/min) målinger under arbeid på tre ulike hastigheter som sier noe om energiforbruket under arbeid (Basset et al, 2000).

1.2 Problemstilling og hypoteser

Hensikten med den foreliggende masteroppgaven er å belyse det beskrevne problemområdet, og svare på følgende forskningsspørsmål:

.....

Hvordan påvirker Nike Vaporfly skoen sammenliknet med Normale sko uten karbon i sålen fysiologiske – og biomekaniske variabler som fremmer prestasjonen til mellom- og langdistanseløpere på et godt nasjonalt nivå?

H^0 : Nike vaporfly (VF) påvirker ikke fysiologiske- og biomekaniske variabler sammenliknet med normale løpesko uten karbon i sålen på mellom- og langdistanseløpere på et godt nasjonalt nivå?

H^1 : Nike vaporfly (VF) påvirker fysiologiske- og biomekaniske variabler sammenliknet med normale løpesko uten karbon i sålen på mellom- og langdistanseløpere på et godt nasjonalt nivå?

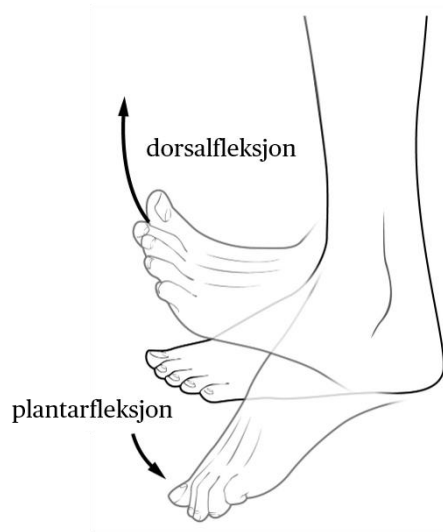
1.3 Argumentering for denne studien/nyhetsverdi

Basert på hvilken forskning som er gjort tidligere på området, har den foreliggende studien som formål å forsøke og årsaksforklare hva en eventuell lavere VO_2 -måling (ml/kg/min) med Nike vaporfly (VF) sammenliknet med normale løpesko (N) uten karbon i sålen skyldes. Denne studien vil i tillegg se nærmere på de kinematiske variablene ved løpssteget, med righthfoot angular velocity (deg/s) og forholdet (tiden) mellom dorsalfleksjon til plantarfleksjon av høyrefoten ved løpssteget. Xsens (MVN analyze pro 2021.1) som er et digitalt verktøy som brukes til analyse av kinematikken ved løpssteget under arbeid på de gitte belastningene. VO_2 (ml/kg/min) blir også målt i denne studien får å kunne si noe om energiomsetningen under arbeid for testpersonene (TP).

I motsetning til studiene til Barnes et al., (2019) og Hoogkamer et al., (2018), der hastighetene løperne ble testet i var 14, 15 og 16 km/t, vil forsøkspersonene i den foreliggende studien bli testet i hastighetene 16, 18 og 20.5km/t. Grunnen til at hastigheten er høyere i denne studien er at utøverne som er rekruttert til studien holder et betydelig høyere nivå basert på inklusjonskriteriene til studien, og kunne derfor holde et godt og automatisert løpssteg på alle de tre hastighetene uten å akkumulere tretthet i muskulaturen (fatigue) i samme grad (Basset et al, 2000). Dette kontra en gruppe med lavere nivå, da ville man måtte tilpasse hastighetene (belastningen) man løper på etter det.

Videre er det godt dokumentert at Nike vaporfly forbereder løpsøkonomien under arbeid over en gitt distanse på en gitt hastighet (Hoogkamer et al, 2020). De biomekaniske variablene til skoen (NVF) er det imidlertid lite eller ingen tilgjengelig empirisk forskning som har belyst (Hata et al, 2022). Selv om tykkere såle og karbonplaten inne i skoen forklares som de sentrale faktorene for skoen egenskaper når man løper med dem, er ennå påvirkningen på organismen ikke belyst godt nok med empiriske data på området (Hata et al, 2022). På bakgrunn av dette, vil denne studien derfor også se nærmere på kinematiske analyser (biomekanikk) av løpssteget med vinkelhastigheten i ankelleddet (deg/s) og tiden (s) mellom dorsalfleksjon til plantarfleksjon i ankelleddet med hjelp av Xsens (Xsens motion capture suit) drakten. For da å sammenlikne vinkelhastigheten (deg/s) og fleksjonstiden (s) med Nike vaporfly og normal sko (N) uten karbon i sålen. Samt VO_2 (ml/kg/min) under arbeid som mål på energiomsetninga til testpersonene med de to ulike sko kondisjonene

Selv om man, gjennom flere studier på området, har sett at man løper med en lavere VO_2 (ml/kg/min) med Nike vaporfly sammenliknet med vanlige løpesko uten karbon i sålen (Barnes et al, 2019; Hoogkamer et al, 2018), er problemområdet fortsatt åpent for forskning og studier med empiriske data på Nike vaporfly-skoen eller lignende sko. Dette er for å avdekke skoens eventuelle effekt på prestasjonen når man løper med dem. Som f.eks. analyser av hvordan Nike vaporfly-skoen påvirker biomekanikken ved løpssteget sammenliknet med en normal sko uten karbon i sålen og en eventuell forbedring ved energiomsetninga under arbeid (Hoogkamer et al, 2018).



Figur 1; *Illustrasjon av dorsalfleksjon til plantarfleksjon av ankelleddet i frontallplanet, det er tiden (S) som sees på i de kinematiske analysene av løpssteget med Nike vaporfly og de normale skoene uten karbon i sålen.*

Dorsalfleksjon; stramming av de dorsale leggmusklene eller collum tali støter mot leddflaten på tibia (Dahl et al, 2010). Plantarfleksjon/strekking av fot: stanses av: fremre leggmuskler som strammes/strekkes) (Dahl et al, 2010).

2. Teori

2.1 Prestasjonsbestemmende faktorer i utholdenhetsidrett – langdistanseløping

Mellom- og langdistanseløping er en individuell idrett hvor målet med konkurransen er å løpe en gitt distanse på høyest mulige gjennomsnittshastighet ($m \cdot s$) (Basset et al, 2000). Enten man konkurrerer for å oppnå en best mulig tid over en gitt distanse, eller komme først i mål blant et gitt antall deltagere, er det felles at prestasjonen bestemmes av noen sentrale fysiologiske faktorer (Basset et al, 2000): **1**) Den anaerobe kapasiteten under arbeid på en gitt hastighet, **2**) det maksimale oksygen opptaket (vo_{2max} ml/kg/min), og **3**) løpsøkonomien - som bestemmes av mengden O_2 (oksygengass) man kan ta opp og omsette til de arbeidende musklene under arbeid over en gitt distanse (Basset et al, 2000).

$$\text{Hastighet (m} \cdot \text{s}^{-1}) = \frac{\text{Energiomsetjing (J} \cdot \text{s}^{-1})}{\text{Arbeidsøkonomi (J} \cdot \text{m}^{-1})}$$

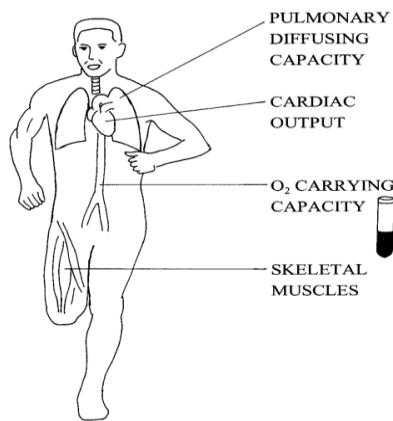
Figur 2; *Organismens energiomsetning bestemmes av dens evne til å ta opp og omsette oksygen (VO_2 ml/kg/min) under en gitt belastning (hastighet), hvordan organismen utnytter dette ved en viss varighet og distanse, dette påvirkes da av utnyttingsgraden (Losnegard, 2013).*

2.1.1 VO_{2max} (ml/kg/min)

Det maksimale oksygenopptaket (VO_{2max}) er et sentralt begrep innenfor utholdenhetsidretter, deriblant mellom- og langdistanseløping. Det maksimale oksygenopptaket kan defineres som den maksimale raten oksygen (VO_2 ml/kg/min) organismen kan ta opp og omsette til de arbeidene musklene over en gitt distanse på en gitt hastighet (belastning) (Basset et al., 2000). Måling av VO_{2max} (ml/kg/min) på utholdenhetsutøvere har lenge vært en anerkjent metode for å måle en eventuell treningseffekt, og for å kartlegge den anaerobe kapasiteten til en utholdenhetsidrett utøver (Basset et al., 2000). VO_{2max} er kjent som et godt mål for en treningseffekt i store heterogene grupper, som for eksempel en stor populasjon med mosjonister (Basset et al, 2000). Det kan være variasjoner i prestasjonsnivået til en gruppe mellom- og langdistanseløpere til tross for at alle utøverne har samme VO_{2max} , noe som blant annet kan forklares gjennom forskjell i andre faktorer som utnyttingsgrad (utnyttelse av VO_2) og arbeidsøkonomi (den tekniske utførelsen) under arbeidet (Sharkey et al, 2006). VO_{2max} begrenses også av noen sentrale fysiologiske faktorer, som er mulig og påvirke med utholdenhetstrening (Basset et al, 2000).

Ifølge Basset et al., (2000) vil utholdenhetstrening øke det totale blodvolumet i kroppen, samt kunne stimulere til økt produksjon av røde blodceller. Dette er gunstig for utholdenhetsprestasjon fordi det gjør at man kan ta opp økt mengde O_2 , da diffusjons \arealet i lungene blir mer effektivt og vil omsette det til de arbeidene musklene i organismen (Basset et al., 2000). Man kan også øke hjertets minuttvolum (slagvolum), siden hjerte også er en muskel som vil kunne adaptere etter treningsstimuli og dermed vokse i størrelse og få et forhøyet slagvolum enn tidligere (Basset et al, 2000). Dette medfører da at hjertekamrene blir større og vil kunne pumpe ut mere oksygenrikt blod (O_2) pr tidsenhet enn før en eventuell

treningseffekt har forekommet (Sharkey et al, 2006). Ved utholdenhetstrening øker man også kapilærtettheten i kroppen. Kapillærer er små blodårer som gir de arbeidene musklene oksygenrikt blod O_2 . Ved utholdenhetstrening øker da behovet for oksygen og kroppen danner nye kapillærer rundt musklene (Gjerset et al, 20015). I denne studien blir det ikke målt VO_{2max} på testpersonene (TP), men det relative VO_2 (ml/kg/min)-forbruket under arbeid på de tre ulike hastighetene.



Figur 3; Viser fysiologiske faktorer som påvirker VO_{2max} (ml/kg/min) og prestasjonen i utholdenhetssidretter, som mellom- og langdistanseløping (Basset et al, 2000).

2.1.2 Utnyttingsgrad (arbeidsøkonomi/løpsøkonomi)

Et løpssteg består av en rekke sammensatte komponenter som skal bruke så lite krefter (VO_2) over en gitt distanse på en gitt hastighet (Gjerset et al., 2015). Løpssteget avhenger av hvilket miljø man befinner seg i, og man må tilpasse sin teknikk opp imot hva det aktuelle miljøet krever ut ifra underlaget. Eksempelvis kreves forskjellig løpsteknikk når det er flatt og kupert. Ser man på en utøver sin VO_{2max} vil ikke den være enerådig for prestasjonen, men vil kunne påvirkes av arbeidsøkonomien til vedkommende (Basset et al, 2000). En godt trent utholdenhetsutøver vil kunne løpe på sin aerobe terskel nærme sin VO_{2max} , sammenliknet med en person som ikke er like godt trent, den aerobe terskel defineres som arbeid på ~85% av VO_{2max} (Sharkey et al, 2006). En metode som er svært utbredt er laktat målinger, de kan måles ved laktat (stoffskefiteprodukt i blodet) målinger av blodet for å måle melkesyrenivået i blodet i millimol pr liter (mmol/l), det er en anerkjent metode for å kontrollere intensiteten under utholdenhetstrening (Tjelta et al, 2013).

Det vil også gagne seg å løpe på en høyere hastighet uten å oppbygge overstadig trøtthet (fatigue) i muskeltuten, dette mad tanke på den mekaniske utførselen av løpssteget og at man

løper nærmere en konkurranse fart og skaper da en bedre arbeidsøkonomi i høyere hastigheter (Basset et al, 2000).

Ser man til tidligere forskning på Nike Vaporfly skoene har den vist at man løper på en lavere VO_2 med Nike Vaporfly kontra normale sko uten karbonplate i sålen (Hoogkamer et al., 2018). Utnyttingsgraden er evnen utøverne har til å arbeide ved utnyttning av sin VO_{2max} over en gitt periode på en gitt hastighet ut ifra hvilket nivå utøveren holder (Basset et al., 2000).

Mindre trente utøvere har som regel en dårligere utnyttingsgrad enn godt trente utøvere, da arbeidet krever mere O_2 pr tidsenhet (Basset et al., 2000). Nike Vaporfly - skoene vil kunne ha en reell effekt på løpsøkonomien siden man vil kunne løpe på en lavere VO_2 over en gitt distanse sammenliknet med normale løpesko uten karbonsåle (Barnes et al., 2019). Utøverne som er rekruttert til denne studien har et automatisert løpssteg som kommer av en hyppig løpstrening over en lengre periode, der hovedfokus er løping på lave og høye hastigheter, etter om man trener intervaller eller rolig trening. De vil da ha en lavere energiomsetning (VO_2 forbruk under arbeid) kontra en som ikke har et automatisert løpssteg og bruker mere energi per tidsenhet over en gitt distanse (Basset et al., 2000).

2.1.3 Aerob utholdenhet

Den aerobe utholdenheten blir sett på som svært viktig i en idrett som mellom- og langdistanseløping. Den aerobe kapasiteten stimuleres blant annet av høy intensiv intervalltrening på ~85-90% av HF_{maks} (maks hjertefrekvens) (Gjerset et al., 2015). For godt trente utholdenhetsutøvere kan man være på den aerobe terskelen i 60 minutter, noe som tilsvarer cirka en halvmaraton for løpere på et høyt nivå (Hoogkamer et al., 2018). De arbeidende musklene får tilført oksygenrik luft (O_2) samtidig som man eliminerer melkesyre omgående under arbeid på den anaerobe terskelen. Man puster da ut like mye CO_2 som O_2 , og muskelturen klarer å eliminere melkesyren (muskeltørrhet) (Basset et al, 2000). Dette kan man se ved hjelp av RER-verdien (den respiratoriske utvekslingskvotienten) som viser forholdet mellom CO_2 og VO_2 man puster ut under arbeidet, fordi når RER - verdien passerer 1.0 puster man ut overvekt av CO_2 kontra O_2 (Basset et al, 2000).

I motsetning til den anaerobe kapasiteten som ved hjelp av anaerobe energiprosesser frigjør energi over et kort tidsrom (mellom 2-4 minutter) (Sharkey et al, 2006). Under den anaerobe

energiomsetninga resyntetiserer kroppen ATP (adenosintrifosfat), siden man ikke får tilstrekkelig tilgang på O₂ til de arbeidene musklene da det bygges opp trøtthet i muskulaturen (melkesyre) (Sharkey et al, 2006). ATP blir dannet i kroppen ved spalting av glukose, det bestemmes av intensiteten og varigheten på muskelarbeidet (Sharkey et al, 2006). Den anaerobe utholdenheten er da mere sentral for en mellomdistanseløper en i motsetning til en langdistanseløper på en halv-maraton eller maraton der men arbeider med tilstrekkelig tilgang på O₂ (ml/kg/min) under arbeidet til de arbeidene musklene (Basset et al, 2000).

3. Metode

3.1 Testpersoner (TP)

9 mannlige idrettsutøvere på godt nasjonalt nivå innen mellom- og langdistanseløping i Norge ble rekruttert til studien basert på noen sentrale inklusjonskriterier (N=9). Testprotokollen til studien krever at man som testperson (TP) er i god fysisk form, og at man holder et nasjonalt nivå innen mellom- og langdistanseløping, for å kunne gjennomføre testen på en hensiktsmessig måte (Thomas et al, 2015). Median ± standardavvik (5000m PB bane: 14m:20s ± 29s) (10 000m PB bane: 30m:05s ± 41s) (Alder år: 22 ± 6) (Vekt kg: 67 ± 6,6) (Høyde cm: 181 ± 8,8).

Tabell: (N=10) Beskrivelse av testpersoner (TP) og personlige bestetider (PB) på 5000m og 10 000m baneløp. IAAF score (poengsum på personlige rekorder), trenings hyppighet.

	Median ± SD
Alder (år)	22 ± 6
Høyde (cm)	181 ± 8,8
Vekt (cm)	67 ± 6,6
5000m PB	14:20 ± 29s
10 000m PB	30:05 ± 41s
IAAF score	1007 ± 48
Løpe KM pr uke	120 ± 30

3.2 Tilvenning og pilottest

Hensikten med tilvenning og pilottesten var å gjøre TP godt kjent med utstyret som skulle bli brukt i testen og testprotokollen. En tilvenning før et eksperiment av denne typen er gunstig og er med på å ivareta validiteten og reliabiliteten til studien (Kvaale et al, 2021). Man vil kunne få mere presise og riktige data ved en slik metode, når TP har prøvd utstyret og er kjent med testprotokollen før selve testen og data innsamlingen skal begynne (Kvaale et al, 2021).

TP fikk også løpe på de ulike hastighetene på tredemøllen (16, 18 og 20,5 km/t), for å bli kjent med hastighetene og være forberedt på hva som møter dem i selve testen. TP fikk å prøve å løpe med VO₂ testing utstyret med masken man puster med, det var også hensiktsmessig med tanke på å finne den ideelle måten å feste masken for hvert enkelt individ, da det er små forskjeller i hva hver enkelt foretrekker. Masken skal sitte godt så det ikke leker ut noe luft på sidene, da dette kan forstyrre VO₂ (ml/kg/min) dataene til studien, da de i verste fall ikke blir valide og kan ikke anvendes i analysene (Thomas et al, 2015).

Det ble også utprøvd hva som var de ideelle plasseringspunktene for Xsens (kinematikk) drakten på testpersonene (TP) sin kropp, det var for å kartlegge hvor stor drakt hver enkelt TP skulle ha og hvor sensorene skal være når selve testingen skulle gjennomføres. Drakten kunne ikke være for trang på kroppen, da dette kunne påvirke ledutslaget og prestasjonene på testen til TP. Det var også viktig at plasseringen av Xsens drakten til de kinematiske dataene var tilpasset på hver testperson (TP), siden det styrket grunnlaget for å sammenlikne resultatene og validiteten i dataene som ble samlet inn (Thomas et al, 2015). Det var å sentralt med en pilottest for testleder (meg selv) for å bli godt kjent med testprosedyrene og testutstyret som ble tatt i bruk i testen. Dette var svært viktig for å legge til rette for en god og sikker gjennomføring av data innsamlingen, med valide og reliable data som kunne inkluderes i studien (Thomas et al, 2015).

3.3 Gjennomføring av testing

Før den standardiserte oppvarmingen begynte ble testpersonene sin høyde (cm) og vekt (kg) målt. Målingen av høyde og vekt ble gjennomført uten sko. I tillegg så ble vekten til TP ble målt både uten og med testkomponentene på kroppen, da dette utgjorde cirka 1,5-2 kg i variasjon med og uten test utsyr på kroppen. Etter de nødvendige målingene ble gjennomført kunne TP begynne den standardiserte oppvarmingen som besto av 10 minutter løping på tredemøllen på 60% av HF_{maks} noe som tilsvarte hastigheter mellom 13-14 km/t. Man sto fritt til å velge hvilke sko man benyttet seg av under oppvarmingen. I forkant av oppstart for testen ble VO_2 (ml/kg/min) apparatet kalibrert (Jaeger oxygen pro) og klargjort for testen. En prosess som tar cirka 30 minutter fra oppstart til man er ferdig.

Etter oppvarmingen ble alt av testutstyr montert (VO_2 og Xsens) og kalibrert før man kunne begynne selve testen og data innsamlingen på en best mulig måte. Alle Xsens punktene med drakten (Xsens motion capture) (10 stykk) ble plassert på de aktuelle koblingspunkt over hele kroppen som drakten dekker over, det var en standardisert protokoll for plassering og rekkefølge på plasseringen av de ulike Xsens sensorene. Som hjelpemiddel for å finne de konkrete plassene på hver testperson der hvor Xsens drakten skulle kobles sammen ble nettstedet Movella.com benyttet, der får man illustrasjoner over Xsens drakten og hvordan den skal monteres og riktig plassering av alle punktene.

Hvilken type sko man startet testingen med var randomisert i forkant av testingen for alle testpersonene.

Etter den 10 minutters lange oppvarmingen på tredemøllen kunne man begynne med selve testen, den besto av 3*5 minutters intervaller på tre ulike hastigheter (16 km/t, 18 km/t og 20,5 km/t) med flat mølle (0% stigning på tredemøllen), med to minutters pause mellom hvert intervall. Testpersonene gjennomførte da først en serie med enten den vanlige (V) skoen uten karbon i sålen eller Nike Vaporfly (VF) så en serie med intervaller til. Det var 20 minutters seriepause mellom hver serie med intervaller, da hadde TP mulighet til å innta drikke og bytte sko. TP ble spurt om hvor mye man anstrengte seg på 20,5 km/t med de to ulike skoene, med hjelp av borgs-skala som mål på opplevd anstrengelse. Uten at dette nødvendigvis skal inkluderes i studien sine data analyser.

Beskrivelse av testpersonene sine antropometriske karakteristiker, personlige rekorder (PB) og utvalgsriterier til denne studien. Testpersonene (N=9) til studien ble utvalgt etter noen sentrale inklusjonskriterier som skulle forsikre at de kunne gjennomføre testingen på en hensiktsmessig måte, samt være kapable til å kunne gi reliable og valide data med sin gjennomføring av testen.

Ut ifra inklusjonskriteriene ble 9 mannlige mellom- og langdistanseløpere på et godt nasjonalt nivå inkludert i studien. Inklusjonskriteriene omhandlet at **1)** Man måtte ha løpt under gjeldene NM krav (Norgesmesterskap) i friidrett for menn senior på mellom- eller langdistanser på bane (Fra 1500m til 10 000m) i eller etter sesongen 2022 (Norsk friidrett, 2022) **2)** Man måtte også vise til en eller flere topp 10 plasseringer i hoved NM friidrett på de nevnte distansene, eller på halv-maraton eller maraton. **3)** Man måtte også ha en viss hyppighet med regelmessig løpstrening i løpet av uken, med minimum sju treningsøkter pr uke.

Studien krevde totalt to oppmøter på laben pr testperson, en for tilvenning til utstyret som skulle anvendes og pilot test der TP fikk bli kjent med utstyret som ble brukt og miljøet for testen. Og en for selve gjennomføring av testen med alle komponentene og gjennomføring av hele testprotokollen.

Testpersonene sin treningsstatus var god, dette med tanke på deres fysiske form når testingen ble gjennomført. Alle testpersonene som ble rekruttert til studien trener løping regelmessig og lever en tilnærmet tilpasset hverdag som en toppidrettsutøver. I forkant (tre dager) av testingen skulle TP ikke gjennomføre høy intensiv trening, dette for å ikke være påvirket av det når testen skulle gjennomføres.

TP ble også bedt om å ha et normalt kosthold, som ikke vil kunne påvirke testingen og deres fysiske tilstand når testingen skulle gjennomføres. Dette kan da påvirke reliabiliteten til dataene som blir innhentet i studien (Thomas et al, 2015).

Gjennomføring av test:

10 minutters oppvarming på valgfri hastighet på tredemølle etterfulgt av fem minutter med tøying og bevegelighet. I valgfrie sko.

Montering av testutstyr før selve testen kan begynne og innsamlingen av data.

Hoveddel besto av 3*5min på 16, 18 og 20,5 km/t med to-minutters pause mellom hvert drag, dette ble gjennomført med begge sko kondisjonene, altså to ganger pr testperson. Det var 20 minutter serie pause mellom de to ulike skoene, med randomisering med hvilke sko man løp med først.

Etter dragene på 20,5 km/t med begge de to sko kondisjonene ble TP spurt om RPE (opplevd anstrengelse) ved hjelp av Borg`s skala (Borg, 1982). Det ble målt VO₂ (ml/kg/min) under arbeid på alle de tre hastighetene. Xsens-drakten for de kinematiske analysene ble tatt på og koblet sammen på kroppen til testpersonene. Xsens drakten måtte også kalibreres til hver testperson, en prosess som tok fem minutter fra start til slutt. Hele testen start til slutt hadde testen en varighet på 65min med pauser beregnet.

Etter selve testen fikk TP mulighet til nedjogg på tredemøllen.

Figur 4; Eksperimentell design på gjennomføring av testingen og innsamlingen av data til studien.

3.4 Utstyr til innsamling av data

Sentralt utstyr som ble brukt til innsamling av dataene til studien, med VO_2 (ml/kg/min) tetsing utstyret Jaeger oxygen pro og Xsens (MVN analyze pro 2021.1)

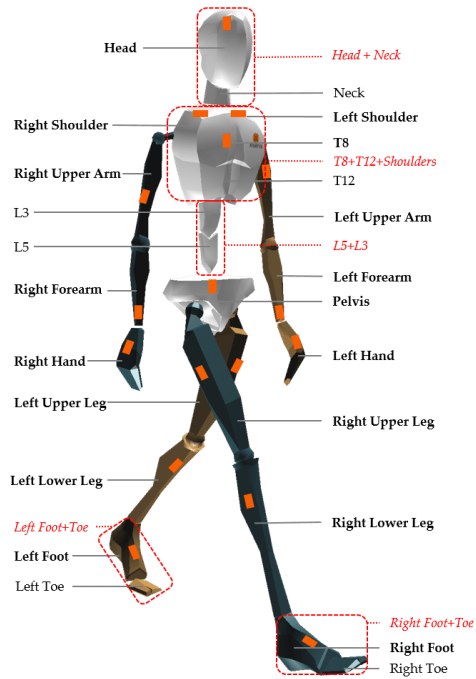


Tredemøllen som ble brukt i studien, h/p cosmos pulsar 3p (h/p cosmos sports & medical gmbh, Germany).

Til testingen av VO_2 (ml/kg/min) ble Jager oxygen pro brukt, da denne er lokalisert på laben til Nord universitet på Levanger.



Jaeger oxygen pro miksekammer (2008, Tyskland), som ble brukt under VO_2 (ml/kg/min) målingene under arbeid på de tre ulike hastighetene.



Bilde; *Illustrasjon av hvor punktene som samler in de kinematiske dataene (oransje punkter) til Xsens (motion capture suit) som er plassert på kroppen (Karatsidis et al, 2017).*

Alle testpersonene var godt kjente med Nike Vaporfly (NVF) og de vanlige skoene uten karbon i sålen før testingen skulle gjennomføres, og har løpt med skoene eller tidligere modeller av skoene før. Skoene som ble brukt var Nike Vaporfly next% (VF) med karbon i sålen og uten karbon i sålen var Nike infinity run, Nike streak fly* 2, Mizuno wave sonic 2, Nike streak 7, Nike zoom pegasus turbo 2, Adidas adizero adios 5* 2, Adidas takumi zen 3 og Nike pegasus turbo next nature. (Figur, 4).



Figur 4; *Skoene som er inkludert i studien. Nike Vaporfly next% (VF), Nike infinity run, Nike streak fly* 2, Mizuno wave sonic 2, Nike streak 7, Nike zoom pegasus turbo 2, Adidas adizero adios 5* 2, Adidas takumi zen 3 og Nike pegasus turbo next nature.*

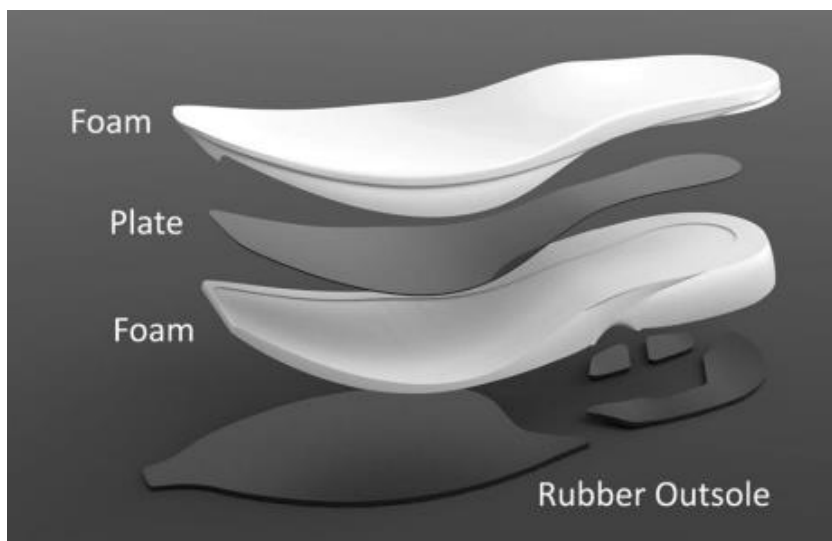
Testingen ble gjennomført på testlaben til Nord universitet på Levanger, i lokalene til Trønderhalen. Testingen ble gjennomført i tidsrommet Januar-februar 2023, og tilvenning og pilottesting ble gjennomført i desember 2022.

Testingen ble gjennomført på en tredemølle av typen h/p/Cosmos Pulsar 3p, med kalibrering av hastighet (h/p Cosmos ®). Det ble i forkant gjennomført en test av at hastighetene stemte overens med km/t vist på møllen. Ingen av skoene som ble brukt, verken de vanlige skoene uten karbon i sålen eller Nike Vaporfly overgikk 40mm i såletykkelse. Alle skoene som ble brukt under testingen måtte også være relativt nye, dette for at skoens egenskaper skal belyses på en best mulig måte, i motsetning til at skoen kan være slitt og ikke særlig representativ i mostening til en ubrukt sko, med nye materialer.

Testpersonene hadde en skostørrelse mellom 41- 45 EU. Alle testpersonene hadde ett par med Nike Vaporfly (NVF) som var relativt nye og lite brukt, skoen kunne da inkluderes som sko i studien. På bakgrunn av at de var lite brukt og relativt nye. Det samme gjaldt også den normale skoen uten karbon i sålen.



Bilde 1, 2 og 3; TP utfører test på tredemøllen med VO_2 (ml/kg/min) målinger under arbeid, xsens drakten er på for analyse av biomekanikken sin effekt på løpsøkonomien. Xsens drakten sitter godt på kroppen, men hindrer ikke ledutslaget til TP da den er meget tøyelig. Det ble også brukt sportsteip rund Xsens drakten på skoene så den skulle sitte godt gjennom hele testen.



Bilde; Framstilling av hvordan Nike Vaporfly skoene er konstruert for å kunne forstå hvordan karbonplaten er plassert i skoene. Man ser at den er plassert mellom lag med lett og responsiv foam såle, karbonplaten streker seg helt fra hælen og fram til forfoten (tærne) (Hoogkamer et al, 2018).



Bilde; Eksempel på xsens drakten som ble brukt for å samle inn de kinematiske dataene til studien. Dette bilde illustrerer drakten og hvordan den er utformet med sensorer til innhenting av data på kinematiske forholdene på kroppen under arbeid.

3.5 Databehandling og analyser:

Dataene til studien ble behandlet og analysert i Microsoft Office EXCEL 2016 (Microsoft, Redmond, USA) og IBM SPSS (IBM SPSS statistics 27, New York, USA). Statistisk signifikantnivå ble satt til $P = < 0,05 *$, som da definerte statistiske signifikante resultater (Thomas et al, 2015). Da er det over <95% sannsynlighet for at resultatene ikke er tilfeldige ($p=0.05*$) (Thomas et al, 2015). Den uavhengige variabelen i studien er da de to ulike sko kondisjonene, for det er virkningen av de man ser på (Thomas et al, 2015). Den avhengige variabelen i studien er testpersonene (TP), som da eventuelt kan kunne påvirkes av den uavhengige variabelen (sko kondisjonene) (Thomas et al, 2015).

VO_2 (ml/kg/min) data er framstilt med gjennomsnitt og standardavvik (SD). Beskrivelse av TP med både fysiske barometre og definert nivå beskrivelse på 5000m og 10 000m baneløp er framstilt med median og standardavvik (SD). TP ble også spurt om opplevd anstrengelse (RPE) ved hjelp av borgs skala, dette for å avdekke hvordan de selv opplevde å løpe med de to ulike sko kondisjonene. TP ble spurt om RPE etter intervall draget på 20,5 km/t. I tabell.. er RPE framstilt med gjennomsnitt \pm SD. RPE ble analysert i Execl ved paret t-tets som sjekket om det var statistiske signifikante forskjeller ($p = < 0.05$)

I statistikk programmet SPSS ble VO_2 (ml/kg/min) målingene på de tre ulike hastighetene analysert og sammenliknet ved hjelp av en GLM Repeated Measures (ANOVA), som brukes ved analyse av kvantitative datasett (Thomas et al, 2015). For å bergene variasjon innad i datasettet, bruker man «within subject effects» som man får analysert i repeated measures anova i SPSS, når man sammenlikner to uavhengige variabler (skoene) sin effekt på de tre ulike hastighetene

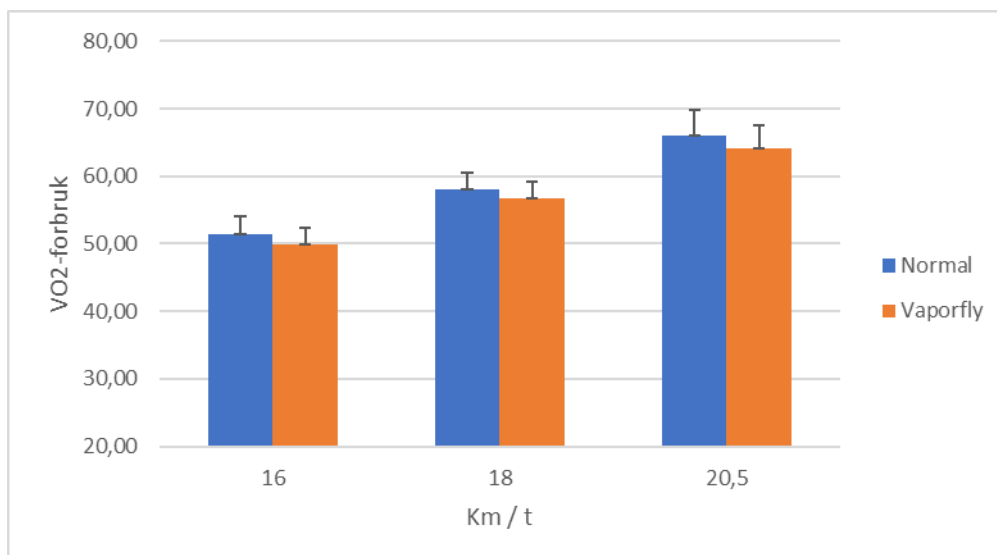
For å analysere vinkelhastigheten (deg/s) og dorsalfleksjon til plantarfleksjon (Sekund) i ankelleddet til testpersonene (TP) med de ulike sko kondisjonene ble Xsens (Xsens MVN analyze pro 2021.1) Data-programmet brukt, for å hente ut data materiale til Excel og SPSS for videre analyse av datamaterialet fra Xsens på de biomekaniske dataene i studien. For å bergene signifikansnivå mellom de kinematiske datasettene ble det kjørt en paret t-test i excel, med $p = < 0.05$ som statistisk signifikans nivå (Thomas et al, 2015).

4. Resultater

4.1 VO_2 (ml/kg/min) forbruk tabeller

Tabell 5: VO_2 (ml/kg/min) forbruk med de to ulike skoene Nike Vaporfly (VF) og vanlig sko (V) på 16, 18 og 20,5 km/t (N=9). Framstilt med gjennomsnitt \pm SD.

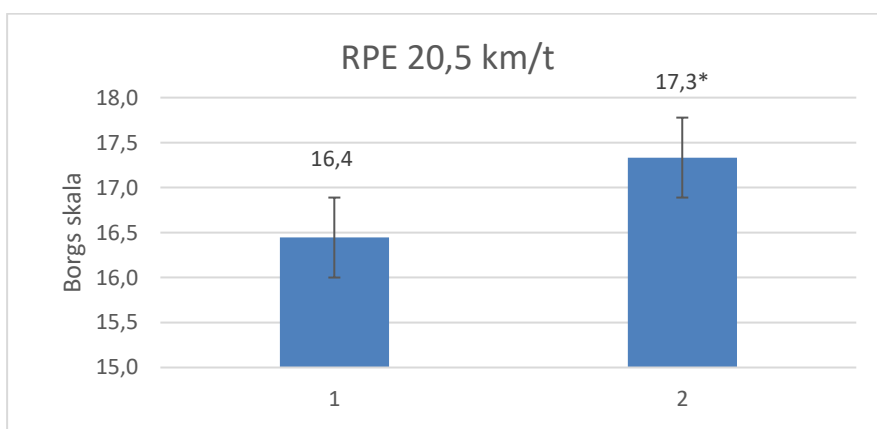
Hastighet (km/t)	Gjennomsnitt \pm SD (VO_2 ml/kg/min) ($p = < 0.05^*$)
16 km/t vanlig (V)	51,4 \pm 2,6
16 km/t Vaporfly (VF)	49,8 \pm 2,4 *
18 km/t vanlig (V)	57,9 \pm 2,6
18 km/t Vaporfly (VF)	56,7 \pm 2,5 *
20,5 km/t vanlig (V)	66,0 \pm 3,7
20,5 km/t Vaporfly (VF)	64,1 \pm 3,4 *



Figur 5; VO_2 (ml/kg/min) forbruk framstilt tabell med gjennomsnitt \pm standardavvik på de tre ulike hastighetene (16, 18 og 20,5 km/t) med de to ulike sko kondisjonene Nike Vaporfly og normal sko ($N=9$). VO_2 (ml/kg/min) forbruket er framstilt med blå søyle for normal sko og oransje søyle for Nike Vaporfly. ($n=9$) (16 km/t: 49,8 VF; 51,4 N) (18 km/t; 56,7 VF; 57,9 N) (20,5 km/t: 64,1 VF; 66,0 N) VO_2 (ml/kg/min). Det er statistisk signifikante resultater når man sammenlikner VF med N ($p=0.001^*$).

4.2 RPE (rating of perceived exertion) opplevd anstrengelse 20,5 km/t

TP ble spurt om RPE (opplevd anstrengelse) etter draget på 20,5 km/t med begge sko kondisjonene, ved hjelp av Borgs skala (6-20) (figur. 6)



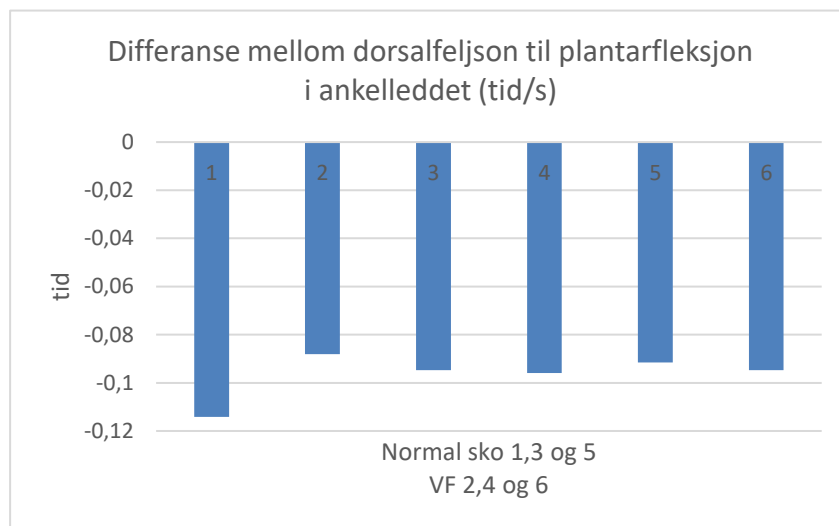
Figur 6; Borgs skala (opplevd anstrengelse) på 20,5 km/t med begge sko kondisjonen Gjennomsnitt \pm standardavvik, Nike vaporfly og de normale løpeskoene urten karbon i sålen

(Borg, 1982). Det er en statistisk signifikant forskjell mellom VF og N på 20,5 km/t ($p=0.009^*$) ($n=9$).

TP ble da spurt om RPE rett etter draget på 20,5 km/t med begge sko kondisjonene der det varierte fra 14 til 18 på Borgs skala (Gibson et al, 2019). Borgs skala er en anerkjent skala som brukes for å måle folks RPE under fysisk aktivitet, skalaen bruke ofte som veiledning i intensitet styring som et objektivt mål på opplevd anstrengelse (Borg, 1982; Gibson et al, 2019).

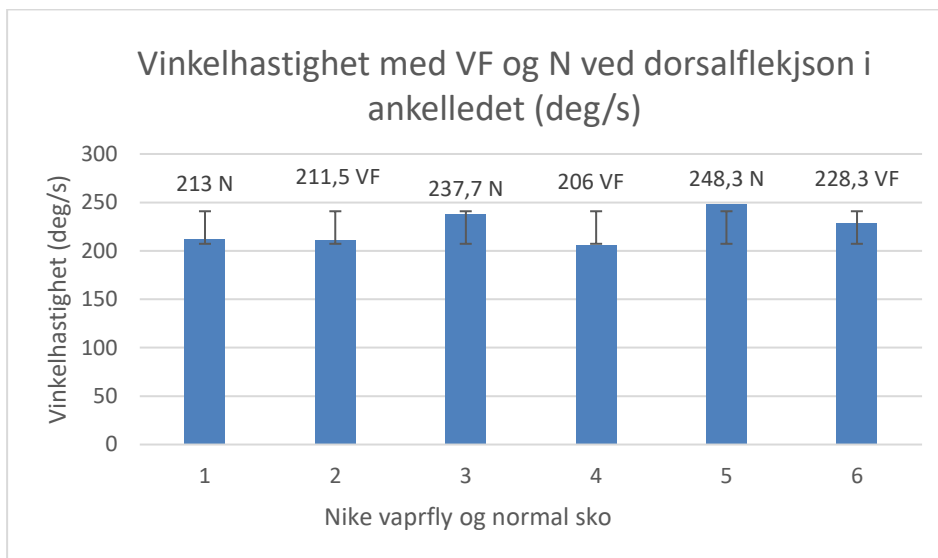
4.3 Kinematiske analyser (biomekanikk)

Differansen mellom dorsalfleksjon og plantarfleksjon i ankelleddet ble målt ved hjelp av Xsens drakten og analysert i data programmet Xsens MVN analyze pro 2021.1. Det var interessant å se på denne variabelen ved at den er sentral for avviklingen av et løpssteg og kan da være sentral for de kinematiske analysene. Statistisk signifikant nivå ble satt til ($p < 0.05$).



Figur 7; Differansen (s) mellom dorsalfleksjon (DF) til plantarfleksjon (PF) i ankelleddet med Nike vaporfly skoene og normale sko uten karbon i sålen. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i tiden mellom DF til PF med VF sammenliknet med N på alle de tre hastighetene (16, 18 og 20,4 km/t) 16 km/t ($p=0.36$) 18 km/t ($p=0.93$) 20,5 km/t ($p=0.43$).

Vinkelhastigheten (deg/s) i fotsegmentet i løpssteget ble innhentet og analysert for å se om det var noen forskjell eller ikke mellom Nike vaporfly skoene og normale sko uten karbon i sålen. Det ble utregnet gjennomsnitt og standardavvik for vinkelhastigheten, og gjennomført t-test i excel for å beregne p-verdi for signifikante eller ikke signifikante resultater i data materialet.



Figur 8; gjennomsnittsverdier \pm standardavvik for vinkelhastigheten grader pr sekund (deg/s) i fotsegmentet i (ankelleddet) med Nike vaporfly skoene og normal sko. Søyle 1, 3, 5 er normal sko, søyle 2, 4 og 6 er Nike vaporfly. Det var ingen statistiske signifikante resultater i vinkelhastighetene mellom VF og N ($p=0.39$) ($N=9$).

5. Diskusjon

Når man ser på VO_2 (ml/kg/min) -målingene under arbeid er det en statistisk signifikant forskjell mellom Nike vaporfly og normal sko på alle de tre hastighetene. Det viser resultatene fra repeated measures (ANOVA) -testen fra statistikkprogrammet SPSS på alle de tre hastighetene når man sammenlikner Nike vaporfly med normal sko uten karbon i sålen ($P=0.001^*$) ($N=9$).

Resultatene viste at det ikke var noen signifikant forskjell ved sammenlikning av Nike vaporfly (VF)skoen på tvers av de tre ulike hastighetene. Det vil si at differansen mellom VF og normalskoen er lik på tvers av 16, 18 og 20,5 km/t ($p=0.014$). Dette betyr at VO_2 -forbruket er likt på tvers av alle hastighetene når man sammenlikner VF med N. Man løper altså med lik differanse i oksygenforbruk på 16 km/t som på 20,5 km/t med Nike vaporflyskoen sammenliknet med normale sko uten karbon i sålen (N).

Resultatene fra de kinematiske dataene fra Xsens drakten ble analysert fra 2:30 til 2:40 under hvert femminutters drag med de to ulike sko kondisjonene ($N=9$), noe som ble sett på som hensiktsmessig med tanke på at dragene varte i fem minutter. Verdiene ble manuelt plottet inn i Excel for videre analyser i statistikk programmet SPSS (IBM SPSS statistics 27). Det ble plottet inn vinkelhastigheten i ankelleddet (deg/s) med Nike vaporfly kontra normale sko uten karbon i sålen og tiden (s) mellom dorsalfleksjon til plantarfleksjon i ankelleddet. Ingen av de målte kinematiske variablene var statistiske signifikante, når man sammenliknet mellom Nike vaporfly og normal skoen.

5.2 Energiforbruket og RPE

Tidligere studier viser til en lavere VO_2 (ml/kg/min)-måling med Nike vaporfly skoen sammenliknet med andre type sko (Hoogkamer et al, 2018; Barnes et al, 2019). Det gjør også denne studien da man ser en lavere VO_2 forbruk på alle de tre ulike hastighetene med Nike vaporfly kontra de normale skoene uten karbon i sålen. Resultatene er også statistisk signifikante når man sammenlikner de to ulike skokondisjonene, på tvers av alle de tre hastighetene ($p=0.001$). Ser man på studier som er gjennomført tidligere er det på et utvalg utøvere på et lavere nivå enn i denne studien (Hoogkamer et al, 2018; Barnes et al, 2019). Denne studien har utøvere på et høyt nasjonalt nivå, som er en forskjell fra tidligere studier på

området som også ser på energiforbruket under arbeid, da med særlig vekt på VO_2 (ml/kg/min) forbruk på noen gitte belastninger (hastigheter) under arbeid (Basset et al, 2000).

At målingene på VO_2 -forbruket viser seg å være statistiske signifikante resultater, er interessante funn som sier noe om energiforbruket under arbeid med Nike vaporfly kontra normale sko uten karbon i sålen, da vi vet at et lavere VO_2 (ml/kg/min) forbruk over en gitt distanse fremmer prestasjonen siden man bruker mindre oksygen (O_2), og dermed energi per tidsenhet (Basset et al, 2000). De arbeidene musklene vil kreve mindre energi på like belastninger (hastighet) med Nike vaporfly skoen sammenliknet med de normale skoene (Sharkey et al, 2006). Dette vil da føre til at den totale energiomsetninga under arbeid på en gitt hastighet blir lavere med Nike vaporfly skoen (Basset et al, 2000). Resultatene støtter også oppunder den første studien på området av Roy et al (2006), der de sammenliknet karbonsko og vanlige sko (Roy et al, 2006). Der løp man med 1% lavere energiomsetning (VO_2) med karbonsko kontra normale sko ($p < 0.05^*$) (Roy et al, 2006).

Resultatene i studien viser at det ikke var noen statistisk signifikant forskjell ($p < 0.05$) mellom de ulike hastighetene med Nike vaporflyskoen. Man løp med samme forskjell i VO_2 sammenliknet med normale sko på alle de tre hastighetene ($p = 0.014$). Det var en liten forskjell mellom 16 km/t og 20,5 km/t da man sammenliknet med normal sko: (49,8 VF; 51,4 N) 1,6 kontra 1,9 (64,1 VF; 66,0 N) VO_2 (ml/kg/min). Dette tyder da på at Nike vaporfly skoen sine egenskaper med karbonplaten er like gjeldende på hastigheter rundt 16 km/t som den er på 20,5 km/t. Dette belyser også Dustin et al (2022) i sin studie der de heller ikke så noen signifikant forskjell mellom de ulike hastighetene (Dustin et al, 2022).

Nike vaporflyskoen vil da kunne være like gjeldene for en ivrig mosjonist som løper maraton på tre timer som for en eliteløper som løper maraton på 2:10, da skoen gir en effekt på lave og høye hastigheter ved sammenlikning (Dustin et al, 2022). Det at det i denne studien er rekruttert utøvere på et høyt nasjonalt nivå inne mellom- og langdistanseløping vil det være en styrke hvis man vil si noe om denne populasjonen med løpere. Løperne i studien, løper på de studiens gitte hastigheter regelmessig i sin treningshverdag (Thomas et al, 2015). Ser man på generaliseringsverdien for studien utad er den til stede da testene er gjennomført under en standardisert testprotokoll og med et utvalg utøvere som representerer en større populasjon med mennesker (Thomas et al, 2015).

Siden undertegnede er aktiv utøver selv inne langdistanseløping og har stor kjennskap til disse miljøene var det lettere og rekruttere utøvere på et høyt nivå til studien kontra mosjonister som holder et lavere nivå, selv om det også hadde vært interessant (Dustin et al, 2022). Man kan argumentere for at utøvere/mosjonister på et lavere nivå ville kunne øke generaliseringsverdien utad, siden de vil kunne representere en større populasjon mennesker en utøvere på et høyt nivå (Thomas et al, 2015). Likevel, uansett nivå på testpersonene (TP) vil resultater med en lavere VO_2 (ml/kg/min) forbruk under arbeid som i denne studien, kunne si noe om den totale populasjonen med mennesker som velger å løpe med Nike vaporfly skoene eller liknende sko med karbonplate i sålen på skoene (Thomas et al, 2015).

Ser man på den opplevde anstrengelsen som TP rapporterer på 20,5 km/t (RPE) målt ved hjelp av borgs skala (6-20), er det en signifikant forskjell mellom Nike vaporfly skoene og de normale skoene uten karbon i sålen (Borg, 1982) ($p=0.009^*$). Det er det objektive målet på hvordan testpersonene opplever å løpe med Nike vaporfly skoene kontra de normale løpeskoene. RPE (rating of perceived exertion) ble brukt som et hjelpemiddel for å få en objektiv måling av hvordan TP opplevde å løpe med Nike vaporfly (VF) og den vanlige skoene på 20,5 km/t. Dette kan også underbygges av at utøverne som deltok i studien holder et godt nasjonalt nivå innen mellom- og langdistanseløping og derfor da kjenner kroppen sin godt gjennom mange år med trening (Kvale et al, 2021). En skala som sier noe om hvordan de selv opplevde å løpe med de ulike skoene kan da være hensiktsmessig og anvende (Borg, 1982). Da vil borgs skala (6-20) kunne anvendes som mål på RPE for denne gruppen utøvere, kontra noen på et lavere nivå som ikke har den samme treningshyppigheten og erfaring som denne gruppen utøvere (Gibson et al, 2019).

RPE-dataene støtter også oppunder at vi ser et lavere VO_2 -forbruk med Nike vaporfly sammenliknet med de normale skoene ($p=0.001^*$). Det er med på å styrke resultatene. Som nevnt tidligere vil en objektiv måling med Borgs skala fra denne populasjonen med løpere være interessant, siden de er godt kjent med kroppen sin og hvordan den reagerer under fysisk aktivitet (Gibson et al, 2019). Dermed kan de rapportere opplevd anstrengelse med god treffsikkerhet. Dette vil også styrke generaliseringsverdien til studien da resultatene kommer fra en representativ populasjon med utøvere innen mellom- og langdistanseløping i Norge, på et godt nasjonalt nivå (Thomas et al, 2015).

Kinematiske analyser av løpssteget

De kinematiske analysene i studien ble gjennomført for å kunne årsaksforklare hva en lavere VO_2 (ml/kg/min) under arbeid kan skyldes som denne studien med tidligere studier visser (Roderigo-Carranza et al, 2022), ved å se på biomekaniske variablene ved løpssteget til testpersonene (TP). For å sammenlikne hvordan eventuelt Nike vaporfly skoer påvirker løpssteget sammenlikne med normale sko uten karbon i sålen. Hvis man løper med lavere energiforbruk med VF kontra normale sko vil det kunne ligge forklaringer i variablene med stegavviklingen når man løper eller hvordan muskulaturen oppfører seg med VF skoer (Dustin et al, 2022). For å innhente data ble Xsens (motion sensor suit) brukt som er et teknologisk hjelpemiddel som brukes i innhenting og analyse av kinematiske data, som analyser av avviklingen av et løpssteg som i denne studien (Karatsidis et al, 2017).

De kinematiske analysene av løpssteget viste ingen signifikante forskjeller når man sammenliknet de med Nike vaporflyskoer ($p=0.39$) ($n=9$). Dette betyr ikke at det var forskjeller, man så forskjeller i vinkelhastigheten med VF sammenliknet med N på 20,5 km/t, med en lavere gjennomsnittlig vinkelhastighet (N 243; VF 228). Det var ikke statistisk signifikante forskjeller, så man kan ikke årsaksforklare en lavere VO_2 (ml/kg/min) under arbeid på de gitte hastighetene basert på vinkelhastigheten, da det er andre forhold som ikke er avdekt ennå som forårsaker lavere VO_2 (ml/kg/min) (Dustin et al, 2022).

Formålet med de kinematiske analysene er å se nærmere på hastigheten og akselerasjonene til de gitte bevegelsene i løpssteget, dataene som omhandler kinematikken ble innhentet ved hjelp av Xsens (motion capture suit). Tidligere studier som har sett på Nike vaporfly og kinematikk er Hoogkamer & Healey (2021), de eksperimenterte med å kjøre ut karbonplaten i en Nike vaporfly sko og testet den opp imot en Nike vaporfly sko som var intakt med karbon platen (Hoogkamer et al, 2021). De undersøkte kontakttiden (s) med underlaget med VF_{intact} sammenliknet VF_{cut} , det viste seg å være statistisk signifikante forskjeller i kontakttiden med underlaget ($p=0.001^*$) ($n=14$) (Hoogkamer et al, 2022).

Resultatene i studien til Hoogkamer & Healey (2022) underbygger hvorfor det var interessant å se nærmere på kinematikken ved løpssteget i denne studien, og hvorfor hastighetene (s) mellom dorsalfleksjon til plantarfleksjon i løpssteget kunne være interessant. Når det var en forskjell i kontakttid ($p=0.001^*$) i studien til Healey & Hoogkamer (2022), kunne det relateres

til hastigheten (s) mellom DF til PF i ankelleddet, men forholdet mellom VF og N var ikke statistisk signifikant ($p=0.39$). (Hoogkamer et al, 2022). At det ikke var forskjeller i ankelleddet, betyr ikke at det kan være andre steder og variabler man kan se videre på i senere studier på området.

Det kan være andre variabler i løpssteget som kan undersøkes, som ikke er undersøkt og vektlagt i denne studien. Da det fremstår signifikante forskjeller i VO_2 -forbruket vil det kunne ligge forskjeller i kinematiske variabler noe sted i stegavviklingen når man løper med Nike vaporflyskoene (Roderio-carranza et al, 2022) der man kan se tydelige forskjeller når man sammenlikner Nike vaporfly skoene med normale sko. Det gjelder blant annet i muskulaturen og aktivering av den under arbeid. I denne studien kunne man også ha fokusert på et annet område enn ankelleddet og nedre del av foten i løpssteget, man kunne f.eks. sett på kneleddet eller hoftepartiet til testpersonene med Xsens drakten, og analysert de kinematiske variablene ved de nevnte leddutslagene istedenfor i ankelleddet. I denne studien ble altså ankelleddet vektlagt denne gangen.

Ser man alle variablene som er testet i studien under ett, er det grunn til å tro at man løper med en lavere energiomsetning med Nike vaporfly sammenliknet med normale sko uten karbon i sålen. Dette er basert på tallene og resultatene fra VO_2 -forbruket på alle de tre hastighetene ($p=0.001^*$), samt den opplevde anstrengelsen (RPE) på 20,5 km/t ved å sammenlikne Vaporflyskoene med N ($p=0.009^*$).

5.3 Metodiske vurderinger

Gjennom alle fasene i studien, blir validiteten og reliabiliteten til dataen som blir innsamlet til studien forsøkt ivarettatt på best mulig måte (Thomas et al, 2015). Validiteten og gyldigheten i studier med kvantitative datasett omhandler å verne om reproduserbarheten og generaliseringsverdien til studien utad som man gjennomfører (Kvale et al, 2021).

Generaliseringsverdi vil si at resultatene og refleksjonene i studien kan anvendes utad i problemområdet, og som nyttig kunnskap som kan brukes for å forstå og forske videre på området (Kvale et al, 2021; Thomas et al, 2015).

At forskeren i denne studien selv er langdistanseløper på et godt nasjonalt nivå, vil kunne styrke studien. Man kan inneha forkunnskaper og innsikt i sentrale begreper og fagterminologi som omhandler langdistanseløping (Thagaard, 1998). Man kan være oppdatert på problemområdet rundt Nike vaporfly og denne type sko, som skal belyses i studien (Kvale et al, 2021). Det vil også kunne være lettere å rekruttere testpersoner fra den gruppen man ønsker å si noe om, siden man har kjennskaper til, og er i et slikt miljø selv. En utfordring ved at forskeren selv er engasjert er at man har opparbeidet seg erfaring omkring temaet, som kan problematisere rollen som nøytral forsker basert på holdninger og tanker omkring temaet (Thagaard, 1998). Ved at man har en forståelse av hvordan Nike vaporfly-skoen kan påvirke prestasjonene når man løper med dem, sammenliknet med at man er uviten og ikke har inngående erfaring fra området man skal forske på (Thagaard, 1998).

Reproduserbarhet vil si at man skal kunne etterprøve den metodiske gjennomføringen til studien på et likt utvalg testpersoner en annen plass til en annen tid (Thomas et al, 2015). Rekkefølgeeffekter kan oppstå ved blant annet manglende vurderinger rundt gjennomføringen og de metodiske vurderingene man gjør rundt datainnsamlingen til en studie. I dette tilfellet kan det være at hver testperson starter med enten Nike vaporfly-skoen eller den normale skoen uten karbon i sålen. Dette vil kunne påvirke resultatene til studien da man kan dra med seg fatigue i muskulaturen (tretthet) fra den første serien med intervaller inn i den neste. Det er da lurt å randomisere hvem som starter med hvilken skokondisjon så man unngår rekkefølgeeffekter (Thomas et al, 2015; Hebert-Losier et al, 2022). Randomiserer man, er det lettere å forsvare validiteten i datasettet og unngå rekkefølgeeffekter, siden man har motarbeidet at samme rekkefølge i en testprotokoll som i denne studien kan påvirke validiteten i datasettet (Thomas et al, 2015).

Vurderinger rundt testprotokollen i studien ble gjort med tanke på hvordan man best mulig kunne gjennomføre testingen med de rekrutterte testpersonene (TP). Både med tanke på logistikken i testingen, da den krevde en solid reisevei for en del av TP, og hvordan man best fikk reliable resultater i testingen som skulle gjennomføres (Kvale et al, 2021). Det ble vurdert å teste de to skokondisjonene på separate dager, men det ble vanskelig logistisk, da alternativet med begge skoene på samme dag ble vurdert som et godt alternativ. Barnes et al (2019) gjør også det i sin studie, noe som støtter oppunder denne metoden å gjennomføre testingen på (Barnes et al, 2019).

Det ble også vurdert hvor lang pausen mellom de to ulike sko kondisjonene skulle være (VF og N), den endte opp med å bli 20 min. Det ble vurdert som nok da testpersonene (TP) er på et høyt nivå innen løping og holder en god fysisk form, og klarer derfor å restituere seg bra mellom de to ulike settene med intervaller (Sharkey et al, 2006). I motsetning til løpere på et lavere nivå som ville bygd en større mengde med tretthet (fatigue) i muskulaturen (Sharkey et al, 2006), noe som kunne påvirket deres yteevne på det andre settet med intervaller og dermed også resultatene i studien (Thomas et al, 2015).

Det var ikke noe problematikk rundt type sko som skulle brukes i studien, da testpersonene selv hadde sko som var representative og som kunne inkluderes i studie. Et alternativ hvis dette ikke hadde vært tilfelle, hadde vært å kjøpe inn sko eller få en avtale med en skobutikk eller lignende om bruk av skoen i studien. Dette ble ikke nødvendig.

6. Konklusjon

I studien ble det rekruttert 9 Norske mellom- og langdistanseløpere på et godt nasjonalt nivå som var gode representanter for populasjonen man ønsket og si noe om, de ble testet på de beskrevne parameterne på testlaben til Nord universitetet, Levanger. Resultatene i studiene viste at det var en statistisk signifikant forskjell mellom Nike vaporfly skoen og normale sko uten karbon i sålen på alle hastighetene (16, 18 og 20,5 km/t) på VO_2 (ml/kg/min) forbruket under arbeid ($p=0.001^*$). Dette bekrefter at deler av H^1 i studien der det antas at det er en forskjell i energiforbruket med VF kontra N. Man så også en signifikant forskjell i RPE (opplevd anstrengelse) på 20,5 km/t når man sammenliknet VF med N ($p=0.009^*$).

Ser man på de kinematiske analysene i studien var det ingen statistisk signifikant forskjell for de biomekaniske variable mellom VF og N, hverken mellom dorsalfleksjon til plantarfleksjon i tid (s) ($p=0.43$), eller mellom vinkelhastigheten ved foten i dorsalfleksjon i ankelledet ($p=0.39$) når man sammenliknet VF med N. Da kan man forkaste deler av H^1 som omhandler de kinematiske analysene. Studien viser da som tidligere forskning har vist (Hoogkamer et al, 2018 & Barnes et al, 2018), at man løper med en lavere energiomsetning (O_2 kostnad) med Nike vaporfly kontra normale løpesko uten karbon i sålen.

Referanseliste

Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(1), 70-84.

Barnes, K. R., & Kilding, A. E. (2019). *A randomized crossover study investigating the running economy of highly-trained male and female distance runners in marathon racing shoes versus track spikes. Sports Medicine*, 49, 331-342.

Borg, G. A. (1982). *Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc*, 14(5)

Dahl, H. A. & Rinvik, E. (2010) *Menneskets funksjonelle anatomi: Med hovedvekt på bevegelsesapparatet. Cappelen Akademisk Forlag, Oslo (3. utgave)*

Joubert, D. P., & Jones, G. P. (2022). *A comparison of running economy across seven highly cushioned racing shoes with carbon-fibre plates. Footwear Science*, 14(2), 71-83.

Gjerset, A., Nilsson, J., Helge, J., & Enoksen, E. (2015). *Idrettens treningslære. Gyldendal: 2. (utgave) 915*

Kvale, S. & Brinkmann, S. (2021). *Det kvalitative forskningsintervju (3. utgave) Gyldendal Norsk forlag AS*

Sharkey, B. J. & Gaskill, E. S. (2006). *Sport physiology for coaches. United States Of America: Human kinetics (1. Utgave)*

Thomas, J, R. Nelson, J, K. & Silvermon, S, J. (2015). *Research in physical activity* (7.utgave) Humen Kinetics: United states of America.

Hata, K., Noro, H., Takeshita, T., Yamazaki, Y., & Yanagiya, T. (2022). *Leg stiffness during running in highly cushioned shoes with a carbon-fiber plate and traditional shoes. Gait & Posture, 95*, 9-14.

Hoogkamer, W., Kipp, S., Frank, J. H., Farina, E. M., Luo, G., & Kram, R. (2018). *A comparison of the energetic cost of running in marathon racing shoes. Sports Medicine, 48*(4), 1009-1019.

Hébert-Losier, K., Finlayson, S. J., Driller, M. W., Dubois, B., Esculier, J. F., & Beaven, C. M. (2022). *Metabolic and performance responses of male runners wearing 3 types of footwear: Nike Vaporfly 4%, Saucony Endorphin racing flats, and their own shoes. Journal of Sport and Health Science, 11*(3), 275-284.

ISO 690

Healey, L. A., & Hoogkamer, W. (2022). *Longitudinal bending stiffness does not affect running economy in Nike Vaporfly shoes. Journal of Sport and Health Science, 11*(3), 285-292.

IAAF rules & regulations (2022). *List of approved competition shoe: World Athletics Shoe Compliance List*. Hentet Fra:

[file:///C:/Users/Bruker/Downloads/world%20athletics%20shoe%20compliance%20list%20\(as%20at%2017%20dec.pdf](file:///C:/Users/Bruker/Downloads/world%20athletics%20shoe%20compliance%20list%20(as%20at%2017%20dec.pdf)

Roy, J. P. R., & Stefanyshyn, D. J. (2006). *Shoe midsole longitudinal bending stiffness and running economy, joint energy, and EMG. Medicine & Science in Sports & Exercise, 38*(3), 562-569.

Rodrigo-Carranza, V., González-Mohino, F., Santos-Concejero, J., & González-Ravé, J. M. (2022). *The effects of footwear midsole longitudinal bending stiffness on running economy and ground contact biomechanics: A systematic review and meta-analysis*. *European Journal of Sport Science*, 22(10), 1508-1521.

Reglement for Norske mesterskap (hoved NM) Norsk friidrett (2022) Hentet fra:

https://www.friidrett.no/contentassets/756841c7860f4df59d57796a3934caae/2_nm_reglement-2023---vedlegg-a-hovedmesterskapet.pdf

Gibson, A, L. Wagner, A, R. & Heyward, V, H. (2019). *Advanced fitness assessment and exercices prescription*. Humen kinetics

Thagaard, T. (1998). *Systematikk og innlevelse: En innføring i kvalitativ metode*. Oslo: Fagbokforlaget

Tjelta, L. I. Enoksen, E. & Tønnesen, E. (2013) *Utholdenhetstrening: Forskning og beste praksis*. (1. utgave) Cappelen damm forlag

Karatsidis, A., Bellusci, G., Schepers, H. M., de Zee, M., Andersen, M. S., & Veltink, P. H. (2017). *Estimating the complete ground reaction forces and moments during walking using inertial motion capture*. In *Dutch Conference for Biomedical Engineering*.

Losnegard, T. (2013). *Physiological determinents of performance in modern elite crosscountry skiing*. Doktorgradsavhandling ved Norges idrettshøgskole, Oslo.