



UiT Norges arktiske universitet

Idrettshøgskolen

Hurtighetstrening i langrenn

Effekten av 6 ukers hurtighetstrening på 60m og 1000m staketest på rulleski

John Vegard Hagen Medlie

Masteroppgave i idrettsvitenskap IDR-3901 mai 2020

Forord.

De to årene med studiet master i idrettsvitenskap, ved Idrettshøgskolen, UiT, Norges arktiske universitet, campus Alta har vært en lærerik og utfordrende prosess. Å skrive denne masteroppgaven har vært som et langt skirenn i kupert terreng, i alle lange konkurranser er det ekstremt tilfredsstillende å komme i mål. Dette overgår det.

Først å fremst må jeg rekke en stor takk til min veileder Tor Oskar Thomassen. Tusen takk for gode innspill, støtte og motiverende ord underveis. Du og din kompetanse har vært til stor hjelp.

Til alle deltagerne som takket ja til å være med i prosjektet, tusen takk! Det hadde rett og slett ikke vært mulig uten dere. En stor takk må også rettes til deltagerens trenere, for et supert samarbeid.

Min medstudent Rikki Egon Nielsen, takk for et godt samarbeid igjennom disse årene. Vi har hatt en god rutine på studering, med en stor andel kaffekopper og gode faglige diskusjoner.

Min kjære samboer Eva Bjørkesett, du er en viktig støttespiller. Takk for forståelse, spesielt i innspurten på denne oppgaven. Sist men ikke minst øvrig familie, takk for hjelpen og støtten.

John Vegard Hagen Medlie

Alta, Mai 2020

Sammendrag.

Bakgrunn: Det har med tiden blitt et økt fokus på hurtighet som arbeidskrav for langrennsutøvere. Hurtighetstrening kan gjøres på forskjellige måter, idrettsspesifikk hurtighetstrening er å foretrekke. Ut fra mine søk er det få studier som har sett på effekten av slik trening innenfor langrenn tidligere.

Hensikt: Formålet med denne oppgaven var å få ytterligere kunnskap om hvordan hurtighet kan trenes i langrenn, samt se effekten av denne type trening over en 6 ukers periode fra september til oktober. For langrennsutøvere er dette en periode der det også trenes mye utholdenhet.

Metode: 14 deltagere, hvorav 11 gutter (alder $17,7 \pm 0,9$; høyde $180,4 \pm 6,6$; vekt $73,2 \pm 8,1$) og 3 jenter (alder $16,3 \pm 0,5$; høyde $163,6 \pm 7,5$; vekt $58 \pm 9,6$), gjennomførte en treningsintervensjon bestående av hurtighetstrening i 6 uker. Det ble gjort prestasjonstester på 60- og 1000-meter i delteknikken staking i forkant og etter intervensjonen for å studere forskjeller i prestasjon.

Resultater: Det var signifikant forbedring i prestasjonen når pre- og posttest ble sammenlignet. Over en distanse på 60 meter med maksimal innsats, var det en gjennomsnittlig forbedring på $13,0 (\pm 15,5)$ hundredeler ($p < 0,01$). I 1000 meter testen var det en gjennomsnittlig forbedring på $5,8 (\pm 3,9)$ sekunder ($p < 0,01$). Det var en moderat og sterk korrelasjon mellom disse prestasjonstestene ($r = 0,72$ på T1 og $r = 0,80$ på T2).

Konklusjon: Det ble observert en signifikant endring i prestasjon etter 6 uker med idrettsspesifikk hurtighetstrening i delteknikken staking. Disse resultatene harmonerer med tidligere forskning innenfor andre idretter. Det kan samtidig ikke trekkes en sterk konklusjon av denne studien ettersom kontrollgruppe manglet. Det var en moderat korrelasjon mellom prestasjonen i 60 meter test på friidrettsdekke og 1000 meter test på tredemølle i delteknikken staking (T1).

Nøkkelord: langrenn, staking, hurtighet, hurtighetstrening, 60m staketest, 1000m staketest

Innholdsfortegnelse.

Forord.....	I
Sammendrag.....	III
Innholdsfortegnelse.....	V
1 Introduksjon.....	1
1.1 Langrenn – En krevende utholdenhetsidrett.....	1
1.2 Problemstillinger.....	3
2 Teoretisk perspektiv.....	5
2.1 Langrennshistorie og utvikling.....	5
2.1.1 Teknikk.....	5
2.1.2 Løyper og traseer.....	6
2.1.3 Utstyr og preparering.....	6
2.1.4 Konkurransformer.....	7
2.2 Arbeidskrav i langrenn.....	8
2.2.1 Utholdenhet.....	10
2.2.2 Maksimal styrke.....	13
2.2.3 Hurtighet.....	14
2.2.4 Bevegelighet.....	17
2.2.5 Teknikk.....	18
2.2.6 Taktikk og psykologiske egenskaper.....	21
2.2.7 Livsstil.....	22
2.2.8 Andre krav for prestasjonen i langrenn.....	22
2.3 Trening i langrenn.....	23
2.4 Fysiologiske forutsetninger for hurtighet.....	25
2.4.1 Starten av en bevegelse.....	25

2.4.2	Musklene.....	25
2.5	Trening av hurtighet.....	32
2.5.1	Trening av hurtighet i eksplosive idretter.....	32
2.5.2	Trening og testing av hurtighet i langrenn.....	36
2.5.3	Utarbeiding av treningsopplegg.....	38
2.6	Hypoteser.....	39
3	Metode.....	41
3.1	Positivisme.....	41
3.2	Kvasiekperiment.....	42
3.3	Utvalg.....	44
3.4	Treningsintervensjonen.....	44
3.4.1	Øktplan fellestreninger.....	46
3.4.2	Egentrening.....	46
3.5	Prestasjonstestene.....	47
3.5.1	Utstyr.....	48
3.5.2	Pilottesting.....	49
3.6	Analysering av data.....	54
3.6.1	Statistisk analyse.....	54
3.7	Reliabilitet og validitet.....	56
3.7.1	Prosjektets reliabilitet.....	56
3.7.2	Prosjektets validitet.....	57
3.8	Metodediskusjon.....	59
3.9	Etiske utfordringer.....	62
4	Resultat.....	63
4.1	Resultater hurtighetstest, 60 meter staking.....	63

4.2	Resultater 1000 meter staketest.....	67
4.3	Korrelasjon mellom prestasjonstestene.....	70
4.4	Andre funn.....	72
5	Diskusjon.....	73
5.1	Hypotese 1.....	73
5.2	Hypotese 2.....	76
5.3	Hypotese 3.....	78
5.4	Praktisk anvendelser av prosjektets resultater og videre forskning	79
6	Konklusjon.....	83
	Referanseliste.....	85
	Vedlegg.....	95
	Godkjenning av NSD	97
	Informasjonsskriv og samtykke erklæring	101

Tabelliste

Tabell 1	Oversikt av omtrentlig prosentvist bidrag fra energisystemene under forskjellige løpsdistanser i friidrett.....	29
Tabell 2	Deltagernes karakteristikk (n=14, 11 gutter og 3 jenter)	44
Tabell 3	Oversikt over hvordan hurtighetstreningene ble gjennomført på fellestreningene....	46
Tabell 4:	Datoene prestasjonstestene ble gjennomført.....	48
Tabell 5	Resultatene for hurtighetstest, 60 meter, pre- og posttest. Alle tider er oppgitt i hundredeler, det er også oppgitt gjennomsnittstid og standardavvik (\pm).	64
Tabell 6	Verdier fra den statistiske analysen (paret t-test for et utvalg) av resultatene fra hurtighetstest, 60 meter. Forskjell fra pre- til posttest, og tilhørende standardavvik, p-verdi og effektstørrelse (ES).....	65

Tabell 7 Resultatene fra 1000 meter staketest, pre- og posttest. Alle tider er oppgitt i sekunder, samt gjennomsnittstider og standardavvik (\pm)	68
Tabell 8 Verdier fra den statistiske analysen (Wilcoxons ettutvalgs rangtest) av resultatene fra av 1000 meter staketest. Forskjell fra pre- til posttest, og tilhørende standardavvik, z-verdi, p-verdi og effektstørrelse (ES).	69
Tabell 9 Korrelasjonen mellom prestasjonen i 60 meter og 1000 meter staking med maksimal innsats.....	70
Tabell 10 Viser gjennomsnittstidene og standardavvik (\pm) i prestasjonstestene og endring i tid, basert på kjønn (N=14, 11 gutter og 3 jenter).	72

Figurliste

Figur 1 Illustrasjonen viser utviklingen av langrenns utstyr. Det har gått fra det enkle og primitive i 1953 til en noe mer kompleks samling av utstyr i 2019. Det kan også tenkes at dette er fra 'mosjonistens' ståsted, ettersom elite utøvere har et større støtteapparat som ordner med alt av utstyr. Illustrasjonen er tegnet av Schär (2019).....	7
Figur 2 Eksempel på hvordan de ulike arbeidskravene i langrenn kan vektas. Diagrammet viser vektingen av hvert arbeidskrav fra 0-10.....	9
Figur 3 Johannes H. Klæbo. Ski Tour Canada, Quebec City (2017) Høy hastighet i friskøyting. (Wikipedia, 2017)	15
Figur 4 Marit Bjørgen går seirende ut av duell med Heidi Weng, der sluttspurten ble avgjort i staking. (Boissinot, 2017).....	17
Figur 5 En syklus av delteknikken staking. 25km/t, 1 grad stigning. Foto: Anders Abrahamsen, (brukt med tillatelse)	19
Figur 6 Årsplan til en junior langrennsløper på nasjonalt nivå, som er med i prosjektet. Figuren viser varighet for utholdenhetstrening med forskjellige intensiteter og spenst/hurtighet og styrke (Brukt med tillatelse fra utøver).....	24
Figur 7 Skjelletmuskelen oppbygning, (Wikipedia, u.å).....	26
Figur 8 Myofibriller består av myofilamentene aktinfilament og myosinfilament. De overlapper hverandre, når muskelen kontraherer glir de lenger inn på hverandre så kontakten økes. (Fasting, 2019)	28
Figur 9 Spalting av ATP som frigjør energi. Sluttproduktet av spaltingen kalles ADP og er markert i grønt. Reaksjon mellom ADP og CP resulterer i et nytt ATP-molekyl som potensielt kan spaltes å frigjøre ny energi.	30

Figur 10 Kvasieksperiment med to tidspunkt for målinger (Pre- og posttest). Prestasjonstester ble gjennomført før treningseksperimentet startet (T1). Derav kan man se hvilken effekt hurtighetstrening i 6 uker (X) ga, når de samme prestasjonstestene(T2) ble gjort etter treningsintervensjon.	43
Figur 11 Hurtighetstest, 60 meter. Måling av: distanse for test (60m), høyde på fotocellene (30 cm) og avstand fra fotocellene til startstrek (50 cm, merket med sportstape) Foto: Rikki E. Nielsen (brukt med tillatelse).	51
Figur 12: Korrekt startoppstilling, bilde 1 (til venstre, markert med gult), og korrekt passering av målstreken, bilde 2 (til høyre, markert med gult). Avstand på banen, 60 meter med måling av mellomtid etter 30 meter.	51
Figur 13 Spesifikk oppvarming på stakeergometer.....	52
Figur 14: 1000 meters staketest på rullskimølle, i delteknikken staking. Foto: eget arkiv	53
Figur 15 Deltagernes (N=14) individuelle endringer fra T1 til T2, på distansen 0-30 meter. Figuren viser deltagere med økning i tid og reduksjon (forbedring) i tid. Hver deltagers endring er markert med tekstboks (ID nr. og tidsendring).....	66
Figur 16 Deltagernes (N=14) individuelle endringer fra T1 til T2, på distansen 30-60 meter. Figuren viser deltagere med økning i tid og reduksjon (forbedring) i tid, samt deltager med uendret tid. Hver deltagers endring er markert med tekstboks (ID nr. og tidsendring)	66
Figur 17 Deltagernes (N=14) individuelle endringer fra T1 til T2, på distansen 0-60 meter. Figuren viser deltagere med økning i tid og reduksjon (forbedring) i tid, samt deltager med uendret tid. Hver deltagers endring er markert med tekstboks (ID nr. og tidsendring)	67
Figur 18 Deltagernes (N=14) individuelle endringer fra T1 til T2, på 1000 meter staketesten. Figuren viser deltagere som har reduksjon i tid (forbedring) og deltagere som hadde uendret tid. Hver deltagers endring er markert med tekstboks (ID nr. og tidsendring)	69
Figur 19 Viser korrelasjonen mellom prestasjonen i 60 meter og 1000 meter staking med maksimal innsats, før treningsintervensjonen. (N=14)	71
Figur 20 Viser korrelasjonen mellom prestasjonen i 60 meter og 1000 meter i delteknikken staking med maksimal innsats, etter treningsintervensjonen. (N=14)	71

1 Introduksjon.

1.1 Langrenn – En krevende utholdenhetsidrett.

19. mars 1843 skrev Otto Theodor Krogh verdenshistorie, da det i Tromsø-tidene ble annonsert en «*Indbydelse til Veddeløb paa ski*» (Gotaas, 2010, s. 25). Avisen skrev aldri noen resultater fra dette skirennet, men det finnes resultater fra et skirenn like i etterkant, som flittig omtales som verdens første skirenn. I denne tiden var det ingen retningslinjer for teknikk, samt regler for utstyr, som var tillatt. Det var opp til hver enkelt. For eksempel var den finske tradisjon å bruke to staver, noen brukte en lang stav, andre gikk løpet uten staver (Gotaas, 2010). Man måtte være med å slite alene i skogen underveis i skirenn, fellesstarter og langrennsprint med tette dueller måtte ha vært en fjern tanke den gang.

I kontrast til det første skirennet i 1843 og andre skirenn på den tiden, hvor teknikken var uten en bestemt mal har dagens langrenn to hovedteknikker. Klassisk og fristil (skøyting), som igjen har flere delteknikker (Sandbakk & Tønnessen, 2012). I denne oppgaven er fokuset på klassisk teknikk, derunder delteknikken staking/dobbelttak, også kjent som pigging. Stavene beveges her parallelt fram og tilbake, det er ingen fraspark med beina.

En langrennsutøver må ta høyde for flere ferdigheter og egenskaper i sitt treningsarbeid. Sandbakk og Holmberg (2014) beskriver langrenn som en av de mest krevende utholdenhetsidrettene. Selv om langrenn er, og alltid har vært en utholdenhetsidrett stilles det nå flere krav til dagens utøvere (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Utviklingen i langrenn har satt sitt preg på både konkurranseformer og teknikk, samt at utstyret og løypene er blitt bedre. Dette medfører at de prestasjonsbestemmende faktorene også kalt arbeidskrav er 'nye'. Fokusområdet i treningsarbeidet til utøverne som driver langrenn har sett et skifte. Tidligere var en godt utviklet aerob kapasitet svært viktig for prestasjonen i langrenn, mens det i dag også stilles krav til en større anaerob kapasitet. Dagens langrennsutøvere har økt overkroppstyrke og tekniske løsninger i/og høy hastighet må beherskes (Sandbakk & Holmberg, 2014). Disse egenskapene er viktig for å kunne rykke fra konkurrenter underveis i løpet, eller vinne et spurtoppgjør.

Hurtighet som er denne oppgavens hovedtema, blir beskrevet av flere studier (Hérbert-Losier, Zinner, Platt, Stöggl & Holmberg, 2016; Sandbakk & Holmberg, 2014, 2017; Solli, Tønnessen & Sandbakk, 2017). Her nevnes det at kravene til å utvikle hurtighet og styrke er økt. Det trenes da også naturligvis mer på dette enn tidligere, og langrennsutøvere gjennomfører spesifikke

hurtighetsøker, både på rulleski og ski. Hurtighetstreningen kan også være innbakt i andre utholdenhetsøker. Sandbakk og Holmberg (2017) har et utdrag av treningsdagboken til en elite langrennsutøver, der det går fram at han trener 41 timer hurtighet i året. Dette er en brøkdel av det totale treningsarbeidet, men er likevel viktig å gjennomføre. Utøveren konkurrerer både i sprint- og distansereenn, en såkalt allroundløper.

Det kommer fram at effekten av hurtighetstrening er best når det trenes idrettsspesifikt (Enoksen, 2015; Haugen, u.å; Rumpf, Lockie, Cronin & Jalilvand, 2016). Altså, en sprintutøver i friidrett gjør dette med ulike treningsmetoder basert på å løpe rett fram (Rumpf mfl., 2016). Fotballspillere gjør det samme i tillegg til øvelser med retningsforandring (Mathisen & Pettersen, 2015), som blir spesifikt mot en fotballkamp der det er ofte løpes med retningsforandringer. Langrennsutøvere trener derfor hurtighet spesifikt på ski, rulleski eller sprettende skigang (Sandbakk & Tønnessen, 2012).

Hurtighetstrening er også en måte og utvikle den anaerobe utholdenheten (Sandbakk, Rise & Nymoen, 2017). Nyere undersøkelser viser at hurtighetsprestasjon har en sammenheng med tester over en lengre distanser på rulleski (R. Stöggl, Müller & Stöggl, 2017; T. Stöggl, Lindinger & Müller, 2006). Repetert sprint-trening (som har likhetstrekk med hurtighetstrening) i løping forbedrer også resultatet i bip-test (Tønnessen, Shalfawi, Haugen & Enoksen, 2011). Slike resultater kan relateres til en bedring i teknikk og arbeidsøkonomi, som er viktig for prestasjonen i flere idretter (Creer, Ricard, Conlee, Hoyt & Parcell, 2004; Frøyd, Gjerset, Nilsson & Enoksen, 2015; Tønnessen mfl., 2011).

Ut fra mine litteratursøk finner jeg få studier som har undersøkt hvilken effekt hurtighetstrening i langrenn har, når den gjøres på en idrettsspesifikk måte på ski eller rulleski. Kan det være fornuftig å innføre relativt store mengder hurtighetstrening i perioden september-oktober? Dette er en årstid der det trenes mye med rulleski, og det er en treningsperiode hvor utvikling av utholdenheten er sentral (Solli mfl., 2017). Hvilken påvirkning vil denne typen trening ha på unge utøvere når den gjøres på en systematisk og idrettsspesifikk måte?

Med bakgrunn i innledningen har jeg endt opp med følgende problemstillinger:

1.2 Problemstillinger.

Denne oppgavens hovedproblemstilling er:

Hvordan trene hurtighet i langrenn, og hvilken effekt har denne treningen for langrennutøveres resultater på 60 meter og 1000 meter staketest?

Oppgavens formål:

Formålet med denne oppgaven var å se hvordan hurtighet kan trenes i langrenn, og i tillegg se effekten av denne type trening over en 6 ukers periode fra september til oktober, der det også trenes mye utholdenhet. Jeg har utformet tre underproblemstillinger:

- (1) Hvordan vil hurtighetstrening påvirke resultatene, i en 60 meter staketest?*
- (2) Hvordan vil hurtighetstrening påvirke resultatene, i en 1000 meter staketest?*
- (3) Hvilken sammenheng (korrelasjon) er det mellom resultatene i disse prestasjonstestene?*

2 Teoretisk perspektiv.

For å gi en oversikt av kunnskapsområdet om hurtighetstrening vil jeg først i teorikapittelet forklare utviklingen innenfor langrenn, som har resultert i et større fokus på arbeidskravet hurtighet. Deretter vil jeg legge fram de ulike arbeidskravene som en langrennsutøver må ta høyde for i sitt treningsarbeid, jeg vil også forklare det totale treningsarbeidet som gjøres. Avslutningsvis dykker jeg dypere inn i de fysiologiske forutsetningene for hurtighet, før jeg til slutt legger fram hvordan hurtighetstrening gjøres i tradisjonelle eksplosive idretter. Slik kunnskap kan også ha en overføringsverdi til langrenn.

2.1 Langrennshistorie og utvikling.

Utvikling i langrenn har vært stor. I tidsrommet fra OL i Chamonix (1924) til OL i Pyeongchang (2018) er sannsynligvis langrenn den idretten som har utviklet seg mest, sammenlignet med andre idretter (Pellegrini, Stoggl & Holmberg, 2018). Herunder nevner Pellegrini mfl. at teknikken er forandret, løyprepareringen og utstyret som brukes er blitt mye bedre. Det har også oppstått nye konkurranse former, som gir tettere dueller.

2.1.1 Teknikk.

Fra det første skirennet i Tromsø uten noen bestemt teknikk, har det definitivt oppstått endringer. I det første vinter OL i Chamonix (1924) ble det kun konkurrert i klassisk stil (Hérbert-Losier mfl., 2016), med tiden har dette endret seg, og i 1988 ble fristil/skøyting en offisiell teknikk (Pellegrini mfl., 2018). Ut over dette har det ifølge Pellegrini mfl. også oppstått små endringer og justeringer innad i teknikkene, som gir en økt effektivitet. Der blant annet delteknikken staking, legges fram som eksempel. På bakgrunn av at langrenn krever høyere hastighet, har man begynt å bruke beina mer aktivt som supplement til overkroppens kraftutvikling. Tyngdepunktet har også blitt studert. Dersom man flytter tyngdepunktet framover vil det gi en bedre arbeidsøkonomi (Zoppirolli, Pellegrini, Bortolan & Schena, 2015). Justeringer i delteknikken og bedre arbeidsøkonomi, vil si at langrennsutøvere kan bruke staketeknikken oftere og i lengre perioder.

2.1.2 Løyper og traseer.

Idretten har blitt mer publikumsvennlig når det nå konkurreres i kortere trasser, som eventuelt kan gås flere runder (Pellegrini mfl., 2018). Løypene i en langrenns konkurranse har etterhvert blitt designet slik at det skal være ca. 1/3 flatt terreng, 1/3 motbakker og 1/3 nedoverbakker. Målet er at løypetrassen skal teste utøvernes tekniske, taktiske og fysiske forutsetninger (FIS, 2018). Snøtypen har endret seg etter bruken av snøkanoner med kunstsne ble tatt i bruk på 1990-tallet, i områder med lite naturlig snø. Det blir da mindre variasjon i snøforholdene sammenlignet med lokal naturlig snø (Pellegrini mfl., 2018). Kunstsne har også en hardere overflate, så den energien man setter igjen i hvert fraspark/skyv får man utnyttet bedre. Dette, sammen med at løypemaskinene har hatt en betydelig utvikling, som nå gir harde og jevne underlag har resultert i et langrenn med større hastighet og mer fart (Pellegrini mfl., 2018).

2.1.3 Utstyr og preparering.

Ekström, beskriver langrenn som (Referert i Pellegrini mfl., 2018, s. 2) «a relationship between man, equipment and environment and all these factors should be adapted to each other to obtain an optimal result». Utstyret som brukes i langrenn har hatt en stor utvikling, illustrert i figur 1. Tidligere hadde utøverne et par treski og staver, nå har eliteutøvere 30-50 par ski. Trematerialet er byttet ut med en blanding av plast, fiberglass og karbonfiber. Hvert skipar går til spesifikke forhold (Pellegrini mfl., 2018), som for eksempel: kaldt eller varmt vær, grovkornet snø eller finkornet snø. Enda en revolusjon var steinsliping av den sintrede termoplast sålen som er under skiene. I tillegg manipuleres denne sålen med midlertidig struktur av rillejern, forskjellige feste og glid produkter. Alle disse prepareringsmetodene og smurningsproduktene har til hensikt å minske friksjonen mot underlaget. Som i likhet med løypepreparering og snøtype gjør at hastigheten i langrenn økes (Pellegrini mfl., 2018).

Det Pellegrini mfl. ikke nevner noe om er skiens videre egenskaper. Skiene plukkes gjerne ut til hver løper etter kroppsvekt og høyde. Dette gjør at man for maksimal hjelp av skiens konstruksjon, i forhold til glid, og om behov festesmurning. I tillegg vil tekniske elementer i nedoverbakker bli enklere med en skilengde som passer til utøveren, samt at skiene nå konstruert relativt lette og retningsstabile.

Stavene, bindingssystemet og skoene har også en betydning for at utøvere kan utvikle stor fart. Etersom både stavene og skoene er blitt mye lettere og stivere enn de en gang var, resulterer det i mer respons fra den kraften som legges ned (Pellegrini mfl., 2018).



Figur 1 Illustrasjonen viser utviklingen av langrennsutstyr. Det har gått fra det enkle og primitive i 1953 til en noe mer kompleks samling av utstyr i 2019. Det kan også tenkes at dette er fra 'mosjonistens' ståsted, ettersom elite utøvere har et større støtteapparat som ordner med alt av utstyr. Illustrasjonen er tegnet av Schär (2019).

2.1.4 Konkurransformer.

Nye konkurransformer har jevnlig vært introdusert siden midten av 1980-årene. I de olympiske leker i 1992 ble det for første gang konkurrert i jaktstart, i et internasjonalt mesterskap. Fellesstart og langrennssprint kom på programmet i Salt Lake City, 2002 (Pellegrini mfl., 2018). Langrenn har nå til dags, konkurranser som varierer i teknikk, distanse og varighet. Langrennssprint har en varighet på rundt 12 minutter totalt, for de utøverne som kommer helt til finalen (Sandbakk & Holmberg, 2014). Her er det først en prolog med intervallstart, etterfulgt av utslagsrunder med fellesstart i kvart og semifinale, før vinneren kåres i finalen. Fra sprintdistansene det konkurreres i, er det et langt 'stavgak' til de lengste distansene. I nasjonale og internasjonale mesterskap er dette 30 kilometer (km) for kvinner og 50 km for herrer. Konkurransetiden til herrene har da en varighet på opp mot, eller over 2 timer (Sandbakk & Holmberg, 2014). Til felles har disse konkurransformene at det kan være flere konkurrenter

samlet mot slutten av rennet. Da må det hele avsluttes med et spurtoppgjør om å krysse målstreken først.

Fra 1992 til 2018 har det vært ca. 10% økning i gjennomsnittsfart på internasjonale distanse-
renn, på henholdsvis 10 km (kvinner) og 15 km (menn) (Thomas Losnegard, 2019). Videre
nevner Losnegard at gjennomsnittshastigheten i langrennssprint har gått fra å være ca. 11% til
17% raskere, enn gjennomsnittshastigheten i distanselangrenn. Dette tilsier at det er forskjellige
krav til hurtighet og det å kunne oppnå høy hastighet i distanse- og sprint-renn.

Summen av utviklingene på flere momenter som er nevnt i dette delkapittelet (*2,1 Langrenns-
historie og utvikling*), har som sagt resultert blant annet i større hastighet og mer fart i langrenn.
Det er tettere dueller for å vinne, og ofte er det små marginer som kan være utslagsgivende, da
et spurtoppgjør kan bli avgjort med målfoto. Dette vil si at kravet til hurtighet har økt.

Det har ikke vært nevneverdige endringer i mengden av utholdenhetstrening som langrennsut-
øvere legger ned de siste 30 årene. Endringer i idretten gjort at det har oppstått 'nye' arbeidskrav,
Sandbakk og Holmberg (2014) nevner 3 betydelige endringer i treningen de 3 siste tiår. Det er
mer spesifikk trening i form av rulleski i egne konkurransespesifikke løyper, større fokus på
overkroppsstyrke og utholdenhet i overkroppen, og det er innført systematisk trening av styrke,
maksimal styrke og hurtighet.

2.2 Arbeidskrav i langrenn.

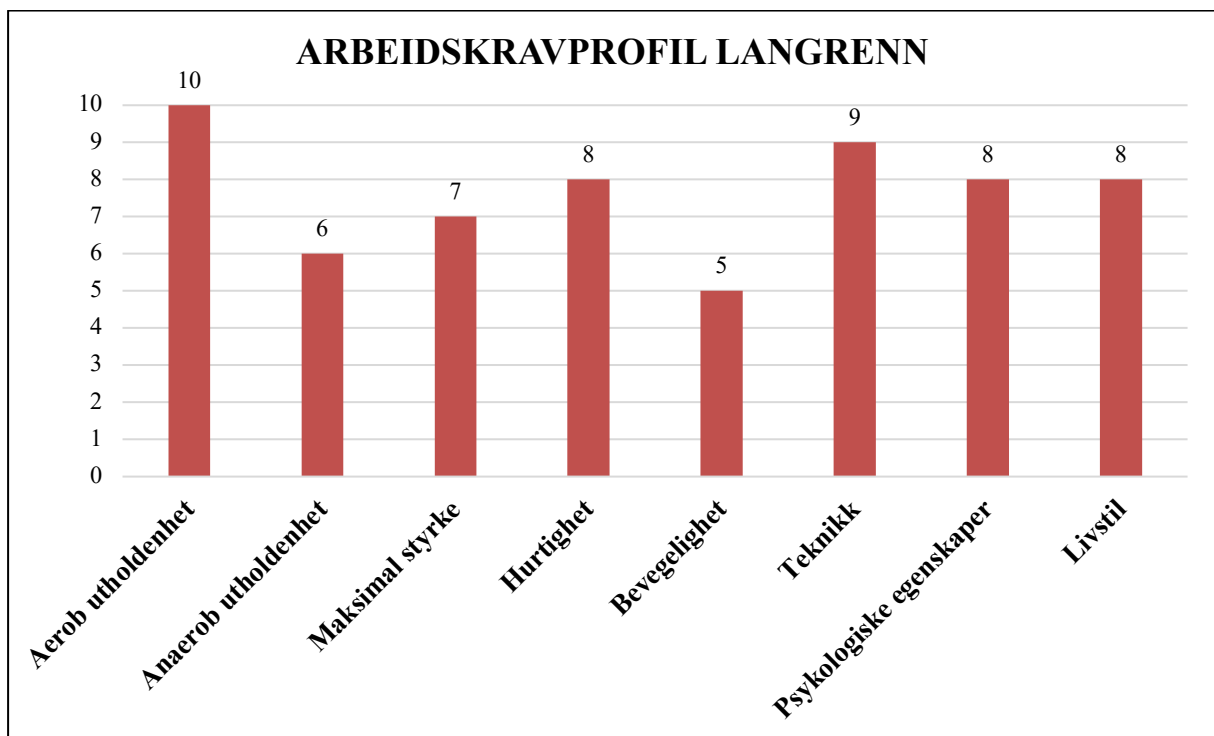
Som nevnt tidligere blir langrenn sett på som en av verdens mest krevende utholdenhetsidretter.
Dette medfører en rekke faktorer som kan spille inn på prestasjonsnivået, prestasjonsbestem-
mende faktorer, også kalt arbeidskrav. Variablene vektet forskjellig ut fra hvilke faktorer og
egenskaper som kreves for å prestere i en gitt idrettsgren/konkurransøvelse (Gjerset,
Tønnessen, mfl., 2015).

Derfor velger jeg å se på dette som en generell kategorisering av faktorene. Variablene er ifølge
Gjerset, Tønnessen, mfl., (2015):

- Fysiske
- Psykiske
- Tekniske
- Koordinative
- Taktiske
- Sosiale
- Antropometriske
- Utstyrmessige

Flere krav som også er viktig å ta høyde for om man skal optimalisere prestasjonsutvikling er: Livsstil, rammebetingelser og støtteapparat. (Gjerset, Tønnessen, mfl., 2015). For å illustrere dette grafisk, har jeg modifisert arbeidskravprofilen gjort av Olympiatoppen (2007). De tar for seg de viktigste kravene til en langrennsløper, se figur 2. Her er benevnelsene noe ulikt fra den generelle kategoriseringen til Gjerset, Tønnessen, mfl. Jeg tolker det slik at Olympiatoppen sin kategorisering er spesialisert inn mot langrenn.

Ettersom Olympiatoppen baserer vektingen av faktorene på erfaring og skjønn, er det viktig å nevne at jeg bruker dette diagrammet som en illustrasjon, og indikasjon på hvordan vektingen kan være. Deretter redegjør jeg for hvert arbeidskrav basert på annen litteratur. Oppdelingen i oppgaven er satt til det som Gjerset, Tønnessen, mfl. kaller fysiske krav, herunder: utholdenhet, maksimal styrke, hurtighet og bevegelighet. Deretter teknikk, taktikk, psykologiske egenskaper, livsstil og resterende krav for idrettsprestasjon. Oppgaven vil ta for seg de viktigste kravene, men vie størst oppmerksomhet og fokus på å beskrive kravene til hurtighet og utholdenhet. Teknikk, derav delteknikken staking er sentral for denne oppgaven, og vil også bli beskrevet i detalj.



Figur 2 Eksempel på hvordan de ulike arbeidskravene i langrenn kan vektas. Diagrammet viser vektingen av hvert arbeidskrav fra 0-10.

2.2.1 Utholdenhet

Selv om langrenn har blitt en idrettsgren med høyere fart, eksplosive rykk og mange spurtoppgjør, er det ikke til å stikke under en stol at langrenn først å fremst er en utholdenhetsidrett. «Utholdenhet er organismens evne til å arbeide med relativt høy intensitet over lengre tid» (Frøyd, Gjerset, mfl., 2015, s. 270). Denne definisjonen er mye brukt i forskjellige lærebøker for idrett, som er en ganske bred definisjon. Innenfor langrenn som krever en svært god utholdenhet, står relativt høy intensitet over lengre tid i kontrast med hverandre. Når konkurransetiden varierer fra et sprint-heat på ca. tre minutter til en femmil på ca. to timer, noen ganger lengre (Sandbakk & Holmberg, 2014). Dette medfører at energiomsetningen i de ulike konkurransene er forskjellig. I gjennomsnitt er aerob energiomsetning 70-75% i sprint og 85-95% i lengre distanser (Sandbakk & Holmberg, 2017). Dermed vil jeg i de neste delkapitlene ha en redegjørelse rundt aerob og anaerob utholdenhet, som har betydning for utholdenhetsprestasjonen.

2.2.1.1 Aerob utholdenhet.

Et av de viktigste og grunnleggende krav i langrenn er en god aerob utholdenhet. Med en godt utviklet aerob utholdenhet kan en og samme løper hevde seg relativt godt i de forskjellige konkurranseformene (Sandbakk mfl., 2017). Aerob utholdenhet er muskel-arbeid med hjelp av aerobe energiprosesser, som vil si tilstrekkelig mengde oksygen i musklene. Den maksimale aerobe energiomsetningen måles med testing av det maksimale oksygenopptak (VO_{2maks}) (Frøyd, Gjerset, mfl., 2015). I studien til Sandbakk mfl. (2016) ser de på fysiologien til kvinnelige langrennsløpere. Der forskjell i prestasjonen mellom nasjonale og internasjonale elite utøvere i hovedsak kan forklares av utøvernes aerobe energiomsetning. Det understrekes at kvinnelige eliteutøvere må ha en meget god aerob kapasitet.

Aerob kapasitet defineres som «... summen av alt O_2 som utøverne kan ta opp i løpet av konkurransetiden. VO_{2maks} setter den øvre grensen for aerob kapasitet, men utnyttingsgraden bestemmer den endelige størrelsen på aerob kapasitet» (Frøyd, Gjerset, mfl., 2015, s. 294) Med utnyttingsgrad menes det hvor mye av sitt VO_{2maks} man kan utnytte over en gitt periode. Når VO_{2maks} er den øvre grensen for aerob kapasitet, er det svært viktig å ha et høyt VO_{2maks} om man vil hevde seg i internasjonale langrenns konkurranser. Langrennsløpere på internasjonalt toppnivå har blant de høyeste VO_{2maks} målinger som er gjort. Kvinner og menn har henholdsvis 70 til 80 og 80 til 90 ml/kg/min (Sandbakk & Holmberg, 2017). Solli mfl. (2017) nevnes at

mannlige langrennsløpere burde ha et VO_{2maks} over 80 ml/kg/min og kvinnelige langrennsløpere burde ligge på ca. 70 ml/kg/min. Videre Solli mfl. at deltageren (som artikkelen bygger på) som er den mest suksessfulle kvinnelige langrennsutøver gjennom tidene, hadde et gjennomsnittlig VO_{2maks} på $67,7 \pm 1,7$ ml/kg/min i hennes fem beste sesonger. I kontrast til dette er gjennomsnittsverdiene for 'normale' kvinner og menn i alderen 20-30 år henholdsvis 40 og 49 ml/kg/min (Frøyd, Gjerset, mfl., 2015).

Selv om en godt utviklet VO_{2maks} er viktig, viser Tønnessen, Haugen, Hem, Leirstein og Seiler (2015) sin forskning at det er ingen forskjell i disse verdiene hos utøvere som tar medaljer i internasjonale mesterskap, og de som ikke tar steget opp på pallen. Dette tilsier at det er flere faktorer som spiller inn, for å prestere best av alle på det øverste nivå innen langrenn. Som vi ser på figur 2 kan det for eksempel være faktorer som teknikk, hurtighet og psykologiske egenskaper.

2.2.1.2 Anaerob utholdenhet.

Anaerob utholdenhet blir beskrevet som utøverens evne til å arbeide uten oksygen i musklene, også kalt anaerob energiprosess (Frøyd, Gjerset, mfl., 2015). Slike prosesser skjer flere ganger i løpet av et skirenn, for eksempel når motbakker skal forseres, eller om hastigheten økes underveis for å gå fra konkurrenter. Da vil arbeidsintensiteten øke og den anaerobe energiprosessen settes i gang når man nærmer seg en belastning opp sitt VO_{2maks} (Sandbakk & Holmberg, 2017). En tommelfingerregel er at det anaerobe systemet kan produsere energi til tungt arbeid, men da med relativt kort varighet, og det aerobe systemet har motsatt rolle (Thomas Losnegard, 2019). Frøyd, Gjerset, mfl. (2015) nevner at anaerob energifrigjøring finner i stor grad sted når type 2 muskelfibre rekrutteres til arbeid. Som vil si høy arbeidsintensitet og med en arbeidstid på under to minutter. Dette kan sammenlignes med langrennssprint som har relativt kort arbeidstid i prolog og utslagsrunder. Utøvere på ulikt nivå innenfor sprint har forskjellig bidrag fra anaerobe energiprosesser (Sandbakk, Holmberg, Leirdal & Ettema, 2011), noe som er naturlig i og med at personer kan ha ulike tekniske løsninger og fysiske forutsetninger.

Det kommer i midlertidig fram i artikkelen til Thomas Losnegard (2019) at den absolutt viktigste faktoren for å prestere i en simulert sprintprolog på tredemølle var anaerob kapasitet. Videre nevner Losnegard at det er forskjeller på den anaerobe kapasiteten hos de som er sprintspesialister og allroundløpere. Det argumenteres her for at dette kan relateres til

kroppssammensetning og intensitetsforskjeller i konkurranse og trening. Sprintspecialistene har stort sett større muskelmasse som gjør at de er tyngre. Forskjell i muskelmasse skyldes at langrennssprint krever gode farstegenskaper, hurtige rykk og spurtegenskaper (Hérbert-Losier mfl., 2016), dermed trenes det mere styrke da disse egenskapene har vist seg å samsvare godt (Wisløff, Castagna, Helgerud, Jones & Hoff, 2004). I konkurranser er intensiteten høyere i sprint sammenlignet med distanse langrenn. Dette tilsier at treningen som gjennomføres av en sprintspecialist har høyere intensitet på enkelte økter sammenlignet med en allroundløper. For å kunne jobbe med den høye intensiteten som kreves i langrennssprint er den anaerobe kapasiteten viktig (Thomas Losnegard, 2019), dermed vil også trening som gjøres med tanke på å bli en bedre langrennssprinter inneholde trening som øker den anaerobe kapasiteten.

Når det gjelder intensitet under langrennssprint har denne konkurranseformen ofte blitt sammenlignet med 1500 meter løping i friidrett, dette på grunn av varigheten av selve konkurransen (Thomas Losnegard, 2019). Når det metabolske studeres nærmere produserer langrennsløpere, i enkelte faser av løpet «supramaximal power outputs, well above their VO_{2peak} (110-120% of VO_{2peak})» (Thomas Losnegard, 2019, s. 1679) Videre nevner Losnegard at verdiene i langrennssprint er nærmere 800 meter kontra 1500 meter. Dette forklares av kraftanstrengelsen som er større i langrenn på grunn av aktivisering av flere muskelgrupper, sammenlignet med løping. Anaerob kapasitet er en viktig indikator for prestasjonen i langrennssprint (Hérbert-Losier mfl., 2016). Under et heat i sprintrenn, med en varighet på ca. 3 minutter med høy intensitet, består ca. 25% av energien fra det anaerobe energisystemet. Et slik fordeling med 75% aerobt og 25% anaerobt energibidrag i langrennssprint støttes også av Thomas Losnegard (2019). Det er forskning som mener at god anaerob kapasitet samsvarer med prestasjon i den første delen av et sprintrenn og de første utslagsrundene. Lenger ut i rennet er det en fordel å ha en god aerob kapasitet (Sandbakk, Welde & Holmberg, 2011). Det er også vist en sammenheng mellom prestasjon i ulike tester (2-3km) i løping og rulleski, mot sammenlagt prestasjonen i en skisesong for juniorer (Carlsson, Carlsson, Hammarström, Malm & Tonkonogi, 2014).

Den anaerobe utholdenheten, som kreves i langrenn, utvikles naturlig gjennom intensiv trening i form av kortintervall, utholdenhetspregede hurtighetsøkter, sprintøkter og konkurranser (Sandbakk m.fl., 2017).

2.2.2 Maksimal styrke.

«Maksimal styrke er den største kraften vi klarer å utvikle ved eksentriske, konsentriske eller isometriske muskelaksjoner» (Raastad, Nilsson, Enoksen & Gjerset, 2015, s. 370). Maksimal styrke og hurtighet er egenskaper som utfyller hverandre. Når enkelte konkurranseformer stiller store krav til hurtighet, har det blitt et økt fokus på styrketrening for langrennsutøvere (Sandbakk mfl., 2017). Dette blir eksemplifisert av T. Stöggl, Müller, Ainegren og Holmberg (2011), der det viser seg at maksimal styrke har en sammenheng med det å gå raskt på ski over korte distanser. Evnen til å kunne utvikle stor kraft er en viktig faktor, nå som det konkurreres i sprint og andre konkurranser med fellesstart (T. Losnegard mfl., 2011). Som man ser i figur 2, vektet ikke maksimal styrke mest. T. Stöggl mfl. påpeker at generell styrke og eksplosivitet hver for seg ikke er avgjørende for prestasjonen i langrennsprint. Men koordinasjon av disse egenskapene er svært betydningsfulle faktorer når en utøver kommer opp i høy hastighet. Det innebærer at en sprintspecialist også er avhengig av godt utviklet eksplosivitet i musklene, som igjen krever et visst nivå av maksimal styrke. I tillegg må man kunne koordinere disse egenskapene riktig. Det diskuteres også det at sprintspecialister burde ha større muskelmasse, som gjør at de kan utvikle mer kraft enn allroundløperne. Samtidig kan mye kompenseres ved hjelp av godt utviklet og effektiv teknikk.

Flere forskningsarbeid støtter teorien om at maksimal styrke og kraft kan relateres til en god hurtighet, både i over og under ekstremitetene (Enoksen, 2015; T. Losnegard mfl., 2011). Om man går litt mer i dybden innenfor dette temaet (i overekstremitetene), ser man at raskere langrensløpere produserer større kraft med overkroppen (Hérbert-Losier mfl., 2016). Her indikerer forfatterne videre viktigheten av maksimal styrke og eksplosivitet. Samt at utøvere med mer kraft (Power) i overkroppen og høyere topphastighet i staking, viser mindre tegn til utmattelse under en 1000 meter test i staking.

Innenfor andre idretter som bruker underekstremitetene mer aktivt, blir maksimal styrke og god hurtighet lagt frem av for eksempel Wisløff mfl. (2004). Der det konkluderes med at maksimal styrke i bein har en sterk korrelasjon med hurtighet på 30m løping og vertikalt hopp. Samtidig viser det seg også at generell styrketrening av kjernemuskulatur kan øke prestasjonen til fotballspillere når det gjelder hurtighet og agility tester (Afyon, Mulazimoglu & Boyaci, 2017).

Tidlig i dette delkapittelet (DK) ble det henvist til Sandbakk mfl. (2017) som poengterte det økte fokuset på styrketrening for langrennsutøvere. Det samme nevnes også av Sandbakk og Holmberg (2017). Dermed trener langrennsutøvere mer generell og maksimal styrke nå, og som

et eksempel legger Solli mfl. (2017) fram treningsrutinene til en kvinnelig eliteutøver fordelt på fem år. Her ser man en økning fra 51 timer til 90 timer i året. Det er en økning på 76% over fem år.

2.2.3 Hurtighet.

«Hurtighet blir definert som det nevromuskulære systemets evne til å skape akselerasjon (akselerasjon = hastighetsforandring per tidsenhet (m/s^2), og blir oftest forbundet med musklernes evne til å skape en raskest mulig horisontal forflytning av kroppen over kort avstand (10-100 m) eller å tilføye et redskap størst mulig utgangsfart» (Enoksen, 2015, s. 443)

Langrennsutøvere trener styrke og hurtighet for å bedre sine rykk og spurtegenskaper. (Sandbakk m.fl., 2017). I enkelte sprintrenn og andre fellesstarter/stafetter kan det være trange deler i løypetraseen, der det er færre muligheter til å passere konkurrentene. Da vil en rask start være gunstig der man 'tar teten', kontrollerer feltet og unngår uhell. Da har man en fordel om man evner som definisjonen sier, å skape en raskest mulig horisontal forflytning av kroppen, i for eksempel 80 meter.

I noen sprintrenn vil en løper som har et godt rykk kanskje velge å ligge midt i et felt, for å spare krefter til det skjer en fartsøkning. Da vil den raske løperen kunne akselerere og manøvrere seg fram opp mot teten i feltet. Utøverne bruker sine egenskaper og ferdigheter forskjellig, og til sin egen fordel (Giske, 2015). Dette er noe som blir beskrevet mer om i DK 2.2.6 *taktikk og psykologiske egenskaper*.

Bestemmende faktorer for å prestere godt i langrennssprint er mange. Det som skiller nasjonale fra internasjonale eliteutøvere i sprint, er at de beste har en bedre anaerob kapasitet og ikke minst en høyere topphastighet (Sandbakk, Holmberg, mfl., 2011). I samme artikkel ble det også sett på om akselerasjon i delteknikken dobbeldans var forskjellig fra gruppe til gruppe, her var det ingen signifikante forskjeller. Det å ha en god akselerasjonshurtighet kan likevel være viktig i enkelte situasjoner, som for eksempel starten av en fellesstart/sprint. Viktige faktorer for hurtighetsprestasjonen er i følge Enoksen (2015, s. 447) «Evnen til å reagere hurtig, utvikle stor kraft raskt og oppnå maksimal løpshastighet med en hensiktsmessig teknikk». I tillegg til å 'ta teten' i starten av konkurranser er det også viktig å ha et godt rykk underveis eller en sluttspurt. Thomas Losnegard (2019) nevner når 5 av 6 konkurranser i OL er fellesstart, blir rennet ofte

avgjort av de som har ferdighetene til å akselerere hurtig. Enten underveis og/eller mot slutten av rennet for å rykke fra hovedfeltet.

Når det gjelder vektingen av hurtighet som arbeidskrav ser man på figur 2. at den er 8 av 10, noe som kan stemme bra. Forskningen på området sier at det har blitt et økt fokus på hurtighet for langrennsutøvere (Hérbert-Losier mfl., 2016; Sandbakk & Holmberg, 2014, 2017; T. Stöggl mfl., 2006; T. Stöggl mfl., 2011). Fra 2017 er det blitt arrangert konkurranser i disiplinen supersprint, en distanse på 100 meter. Arrangøren sier selv at målet er å etablere en ny konkurranseform innen langrenn. Den skal være publikumsvennlig og har fokus på de utøverne som kan kalle seg en ekte sprinter på ski (Worldsprintseries.com, u.å.). Om man ser på resultatene fra supersprint bruker menn og kvinner henholdsvis ca. 11 og 13 sekunder på distansen 100 meter med friteknikk (Langrenn.com, u.å.).

Utviklingstrappa i langrenn oppsummerer hvorfor hurtighet er viktig i langrenn:

- kunne rykke fra eller avslutte raskere enn konkurrentene
- kunne foreta nødvendige fartsendringer underveis i løpet
- komme raskt ut i starten på fellesstarter og stafetter
- forbedre teknikken og dermed arbeidsøkonomien i konkurransefart

(Sandbakk mfl., 2017, s. 129)

Et interessant moment med det å være hurtig på ski er biomekanikk. Økning i prestasjon innen eliteidrett, er et av hovedmålene med biomekanikk (Müller, Lindinger, Sattlecker, Schwameder & Stöggl, 2007).



Figur 3 Johannes H. Klæbo. Ski Tour Canada, Quebec City (2017) Høy hastighet i friskøyting. (Wikipedia, 2017)

Utøvere som oppnår høye hastigheter innenfor langrenn har en optimal ar-

beidsfrekvens og arbeidsvei i de aktuelle delteknikkene (Hérbert-Losier mfl., 2016). Som eksempel på optimal biomekanikk så ser man ofte at Klæbo akselerer bakfra nedover i slake

partier med høyere frekvens i friskøyting (figur 3), og oppnår svært høy hastighet som han drar med seg ut på flate partier og over i neste motbakke.

I et eksperiment gjort av Haugnes, Torvik, Ettema, Kocbach og Sandbakk (2019) konkluderer de blant annet med at hovedfaktoren til en nedgang på hastigheten i en avsluttende spurt, skyldes at arbeidsfrekvensen i staking avtar. Derfor foreslår de at trege langrennsutøvere kan fokusere på å ha en høyere arbeidsfrekvens i denne delteknikken – det vil si at de må bevisst trene på det.

T. Stöggl mfl. (2006) har gjennom sin forskning vist at det er en sammenheng mellom langrennsprestasjonen innenfor sprintspesifikk distanse og testing på tredemølle. Da test av maksimalhastighet og 1000m staking på tredemølle samsvarer med prestasjon ute i felt, i kupert løype. Det var også en korrelasjon mellom hurtighetstester, test av maksimalhastighet og 1000 meters test med maksimal innsats i delteknikken staking. Videre foreslår T. Stöggl mfl. at når resultatet korrelerer slikt kan hurtighetstrening i alle delteknikker være gunstig for prestasjonen i langrennsprint. Et lignende forsøk er også gjort av R. Stöggl mfl. (2017) på juniorutøvere. De fant blant annet en moderat signifikant sammenheng mellom prestasjonen i 50 meter staking, med maksimal innsats og langrennsprestasjon (3 til 6 km).

I forrige DK 2.2.2. *Maksimal styrke*, ble det nevnt at koordineringen av generell styrke og eksplosivitet var viktig for prestasjon i sprint. Viktige forutsetninger for en høy maksimalhastighet i langrenn er nettopp et visst nivå av styrke, men det nevnes at en koordinering av styrke og teknisk-koordinasjon er veldig viktig (T. Stöggl mfl., 2011). Under teknisk-koordinasjon er viktige momenter timing, krafttilpasning og rytme. T. Stöggl mfl. fant også ut at raskere løpere hadde forskjellig teknisk strategi, dette blir beskrevet nærmere under DK 2.2.5 og 2.2.6.

I flere klassiske løp, er oppløpet mot målstreken på flate partier eller i slak motbakke. I finishen mot mål blir staking ofte anvendt (Sandbakk & Tønnessen, 2012), og de raskeste utøverne vinner ofte denne spurten når det kjempes skulder mot skulder (illustrert i figur 4). Dette ser vi både i sprint, på lengre distanser og i langløp under Visma Ski Classic, der det ofte er de samme utøverne som avgjør spurten til sin fordel.



Figur 4 Marit Bjørgen går seirende ut av duell med Heidi Weng, der sluttspurten ble avgjort i staking. (Boissinot, 2017)

Kanskje vil kravet til hurtighet bli enda større eller mer spesialisert i framtiden? Vinneren av den tradisjonelle sprintcupen (‘raskeste’ mann i verdenscupen) i 2019 Johannes Høsflot Klæbo (FIS, 2019), ønsker den nye konkurranseformen supersprint velkommen, og håper han får prøve seg mot de raskeste gutta på ski i verden (de Wahl, 2019).

2.2.4 Bevegelse.

Et nødvendig arbeidskrav men ikke det som vektet mest. Det er to ledd som krever bevegelse ut over det ‘normale’, ankelleddet og hoftelleddet. (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Videre nevner Sandbakk og Tønnessen at langrennsløpere må generelt være bevegelse nok til å forebygge feilbelastninger og optimalisere teknikken. Herunder, om ankelleddet er for stift kan det begrense kraftoverføringen mot underlaget og tyngdepunktet kan bli feil, som igjen begrenser teknikken. Hoftelleddets bevegelse er viktig for et godt fraspark spesielt i klassisk stil, nærmere bestemt diagonalgang. Det nevnes også at bevegelse i overkroppen må opprettholdes, da spesielt skulderleddet. Dette for å ha en god pendel med armene, altså når armene føres fram og tilbake i de forskjellige teknikkene.

2.2.5 Teknikk.

Sammen med kravet til utholdenhet stilles det også store krav til gode tekniske ferdigheter, de to hovedteknikkene skøyting og klassisk er nevnt. Derunder igjen er det totalt sett 9 delteknikker som skal beherskes.

I skøyting er delteknikkene: padling, dobbeldans, enkeldans, friskøyting. I begge stilene brukes også utforstilling og svingteknikk (Sandbakk & Holmberg, 2017). Diagonalskøyting/glidende fiskebein er også en delteknikk i skøyting (Sandbakk mfl., 2017) men denne brukes sjelden, den kan blant annet brukes i bratte og lange motbakker. For eksempel 'monsterbakken' i Tour de ski, der utøverne går opp en alpinbakke. Vitenskapelige artikler beskriver ofte skøyteteknikken som gir, der de forskjellige girene brukes om hverandre ut fra hvor stor hastighet man har (Pellegrini mfl., 2018), akkurat som når man kjører bil. Ifølge Pellegrini mfl. er girene slik: G1 er diagonalskøyting, G2 er padling, G3 er dobbeldans, G4 er enkeldans og G5 er friskøyting, som er vist i figur 3. I klassisk stil er delteknikkene: Diagonalgang, dobbelttak/staking med fraspark, dobbelttak/staking/pigging (Stoggl mfl., 2018). Staketeknikken er illustrert i figur 5. I tillegg til disse tre delteknikkene brukes også teknikken kalt fiskebein i enkelte bratte motbakker.

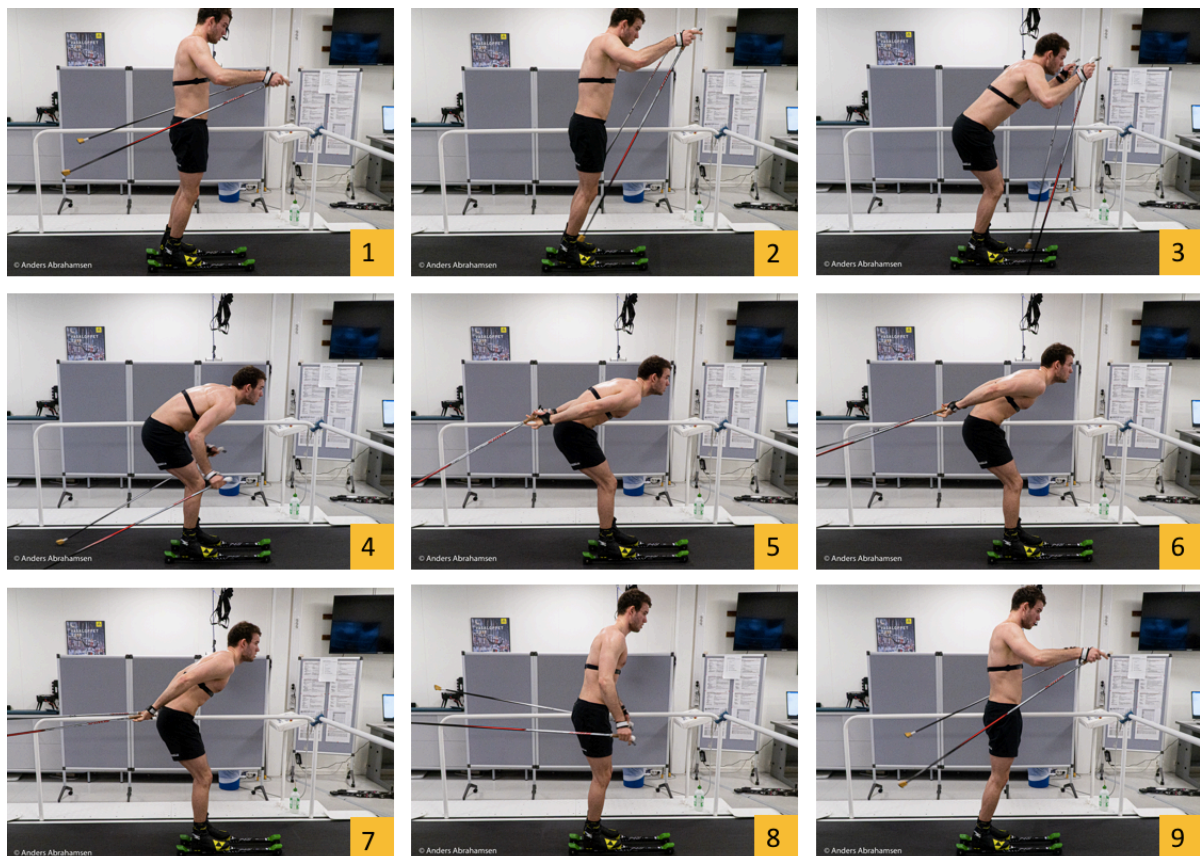
Det som kjennetegner gode tekniske løsninger i disse delteknikkene er flere. Samspeillet mellom overkropp og beinarbeid er viktig, det er også en forutsetning for stor framdrift i forskjellige delteknikker, varierende terreng og føre (Sandbakk m.fl., 2017). Den norske langrennsboka presenterer grunnleggende krav til god teknikk:

- *Kontroll over kroppsposisjonen og balansen*
- *God følelse for kraftutvikling og avspenning i musklene*
- *Evnen til å justere kraftinnsatsen, frekvensen og rytmen i de ulike teknikkene*
- *Styrke og utholdenhet til å gjennomføre en god teknikk gjennom hele løpet*
(Sandbakk & Tønnessen, 2012, s. 45)

At alle delteknikkene skal beherskes godt blir lagt fram av Sandbakk og Holmberg (2014) som nevner at det skiftes delteknikk ca. 30 ganger i et sprint-heat på 1,5 km. I lengre distanser skiftes det hundrevis av ganger. Thomas Losnegard (2019) nevner at det skiftes delteknikk ca. 25 ganger pr. km. Valg av delteknikk har en sammenheng med hastighet, men også: Topografi, snøforhold (løse/harde forhold, friksjon), i tillegg til utøvers egen teknikk-kompetanse (Stoggl mfl., 2018). Det vil si at utøvere kan velge forskjellige delteknikker i samme fase av løypen,

om de behersker en delteknikk bedre. Videre nevner Stoggl mfl. at det har skjedd en endring under teknisk-strategi. De siste tiårene har staking fått et større innpass og delteknikken brukes mer, en god staketeknikk er bestemmende for prestasjon i et skirenn av klassisk stil. Utviklingen har også gått dit at langrennsutøvere kan velge (dersom trasen ikke har stakefire soner) å stake hele løpet, selv i de bratteste motbakker der det tradisjonelt sett blir gått diagonalgang (Hérbert-Losier mfl., 2016). Dette krever mer styrke i overkropp og tilpasning av staketeknikken. I dette prosjektet blir staketeknikken benyttet i to forskjellige prestasjonstester og i treningsintervensjonen. Jeg vil derfor redegjøre for spesifikke detaljer rundt denne delteknikken.

Som nevnt innledningsvis i oppgaven går staking ut på å bevege armene parallelt fram og tilbake for å få framdrift i hvert stavgak, nedenfor er en bildeserie av delteknikken.



Figur 5 En syklus av delteknikken staking. 25km/t, 1 grad stigning. Foto: Anders Abrahamsen, (brukt med tillatelse)

Staketeknikken brukes mest i flatt terreng og der farten er høy, som vist i bildeserien har utøveren relativt høy hastighet i flatt terreng (1 grad stigning). Staketeknikken kan tilpasses og varieres ut fra hvor det stakes. I motbakker og i akselerasjonsfaser gjennomføres stakingen med

høyere frekvens og armene tettere på kroppen. I flatt terreng er det større utslag med armene og lengere stavgang som gjelder for å konservere stor fart (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Videre deler Sandbakk og Tønnessen opp staking i tre deler: Fallet, draget og katapulten, påfølgende beskrivelse av disse delene baseres på deres innhold. Fallet som man kan se på bilde 1 og 2 viser at utøveren også bruker kroppsvekten i tillegg til muskelkraft for å utvikle framdrift. Man skal falle litt framover før selve stavgangen begynner, som man ser på bilde 3. I fallet får man stor kraft tidlig i stavgangen, bevegelsen starter i hoften før kroppen faller etter og magemusklene må stabilisere kroppen når stavgangen begynner så en får et effektivt stavgang. I draget som begynner på bilde 3, er albueene ført framover så man skal kunne bruke muskulaturen rundt skuldrene tidlig. Albueene retter seg ut først når overarmene er nokså parallell med kroppen, som skjer mellom bilde 4 og 5. Magemusklene er sentrale gjennom hele draget. Stavgangen avsluttes når kroppens tyngdepunkt kommer for langt bak, som man ser på bilde 5. På bilde 5 og 6 er katapulten satt i gang, man har gjerne et buk-trykk fra tidligere i stavgangen som er med på å skape en katapult «der den aktive hoften og spenningen i buken utnyttes til å skyte utøveren fremover før neste stavgang» (Sandbakk & Tønnessen, 2012, s. 157). Dette illustreres i resten av bildene i figur 5. hvor man på bilde 8 og 9 er tilbake til fallet og en ny syklus. Det nevnes også at beina spiller en viktigere rolle i staking enn tidligere. En ser gjerne i langrennssprint og spurtoppgjør i staking at utøverne bruker beina aktivt for å få en raskere framdrift, dette blir beskrevet av Pellegrini mfl. (2018) som en hoppende kenguru, som vil si en form for sats-bevegelse der hele strekkapparatet i beina er med.

I eksperiment gjort av Sandbakk, Holmberg, Leirdal og Ettema (2010) kommer det fram at internasjonale eliteutøvere i sprint har en bedre arbeidsøkonomi, lengere arbeidsvei/syklus og lavere arbeidsfrekvens. De har altså en mer effektiv framdrift på en gitt hastighet sammenlignet med nasjonale utøvere. I tillegg klarer de å opparbeide større topphastighet. Forfatterne mener videre at denne effektiviteten er knyttet til god og kraftfull teknikk. Sandbakk og Holmberg (2017) diskuterer også viktigheten av en god arbeidsøkonomi der de snakker om at langrenn er en kompleks idrett med forskjellige teknikker som skal beherskes. Her trekkes det fram viktigheten av 'timing' og krafttilpassing via armer og bein.

2.2.6 Taktikk og psykologiske egenskaper.

En mye brukt definisjon av taktikk i norsk idrett er: «Det handlingsmønsteret en følger i ulike situasjoner for å oppnå best mulig resultat» (Giske, 2015, s. 532) Selv om Giske skriver mye om taktikk innenfor lagidretter nevner han også at taktikk i utholdenhetsidretter er viktig. Han trekker spesielt fram Petter Northug i langrenn og Henrik Ingebrigtsen i friidrett, som svært gode taktikere.

Sandbakk og Tønnessen (2012) skriver at gode taktiske ferdigheter er å velge riktige løsninger til rett tid. Som spesielt viktige faktorer trekker de fram teknikkvalg, løpsopplegg og posisjonering i felt. Under valg av delteknikk er det viktig å kunne justere teknikken til ulike forhold og underlag. Samt å velge rett delteknikk til den delen av løypen som skal forseres, og om nødvendig bytte mellom delteknikkene. Løpsopplegget til en utøver er viktig, det går ut på å velge rett og fornuftig hastighet til de forskjellige delene av løpet. I fellesstarter og langrenns-sprint er det også viktig å ha energi igjen til å gjøre en sluttspurt. Posisjonering i felt er viktig i fellesstarter, og om man har en god posisjon i et felt med andre løpere kan man unngå uhell, gå økonomisk bak konkurrentene (henge), og om nødvendig være med på rykk underveis eller rykke fra selv. I tillegg nevner Sandbakk mfl. (2017) at flere fellesstarter også sprint avgjøres med at flere konkurrenter kommer samlet inn mot oppløpet for en siste sluttspurt, her er det også viktig å være i rett posisjon for å kunne vinne.

Psykologiske egenskaper eller mentale forhold er også viktig å ha kontroll på. Utøvere som har opplevd å levere gode prestasjoner, nettopp fordi de har evne til kunne gjøre rykk underveis, ta igjen teten eller avslutte med stor hastighet, vil gjerne ha god selvtillit. De har fått en trygghet og de vet de behersker nettopp dette (Pensgård & Hollingen, 2006). Se for eksempel sprintstafetten under OL i Vancouver, der Petter Northug valgte å la andre utøvere gjøre 'grovjobben' før han satte inn et avgjørende rykk (Olympicvancouver2010, 2010). Andre utøvere med stor aerob kapasitet, som ikke har en god maksimalhastighet, vil kanskje velge å gå hardt underveis, for å kvitte seg med flest mulig konkurrenter fram mot målgang. Eksempelvis gikk Axel Teichmann alene ut i tet på siste etappe under sprintstafetten som er nevnt lenger opp. Han gikk hardt fra start for å holde konkurrentene unna, men da uten hell.

2.2.7 Livsstil

Et liv som toppidrettsutøver inneholder mye god og ikke minst rett trening. For å få denne kabalen til å gå opp kreves det en livsstil som er i henhold til dette. Gjerset, Tønnessen, mfl. (2015), nevner at det finnes eksempler på utøvere som har god kvalitet på treningen som gjennomføres men ikke like god kontroll på de viktige elementene utenom treningshverdagen.

Restitusjonsrutiner er viktig når man treningsmessig ligger på grensen av hva kroppen tåler. Det er viktig med nok hvile før og etter trening, om man ikke gjør dette kan konsekvensen være redusert prestasjonsevne, dårligere treningseffekt, større risiko for sykdom og skader. Det kommer fram at langrennsutøvere på internasjonalt nivå er like nøye i planleggingen av restitusjons tiltak som i selve treningsplanleggingen (Sandbakk & Tønnessen, 2012).

2.2.8 Andre krav for prestasjonen i langrenn

Jeg ønsker å kort nevne noen andre krav for idrettsprestasjon. Dette er også viktige faktorer innenfor langrenn, men for å ikke bli for generell i oppgaven ønsker jeg å gjøre en avgrensing her og ikke beskrive disse faktorene i dybden.

Koordinative egenskaper: Mye av dette er nevnt under delkapitlet 2.2.5 Teknikk. «Koordinasjon er evnen til å samordne kroppsbevegelser med hverandre og [etter] krav fra omgivelsene» (Enoksen, Nilsson & Gjerset, 2015). Innenfor langrenn kreves det blant annet balanse, tyngdeoverføring, rytme, timing, krafttilpassing, redskapskoordinasjon (ski og staver).

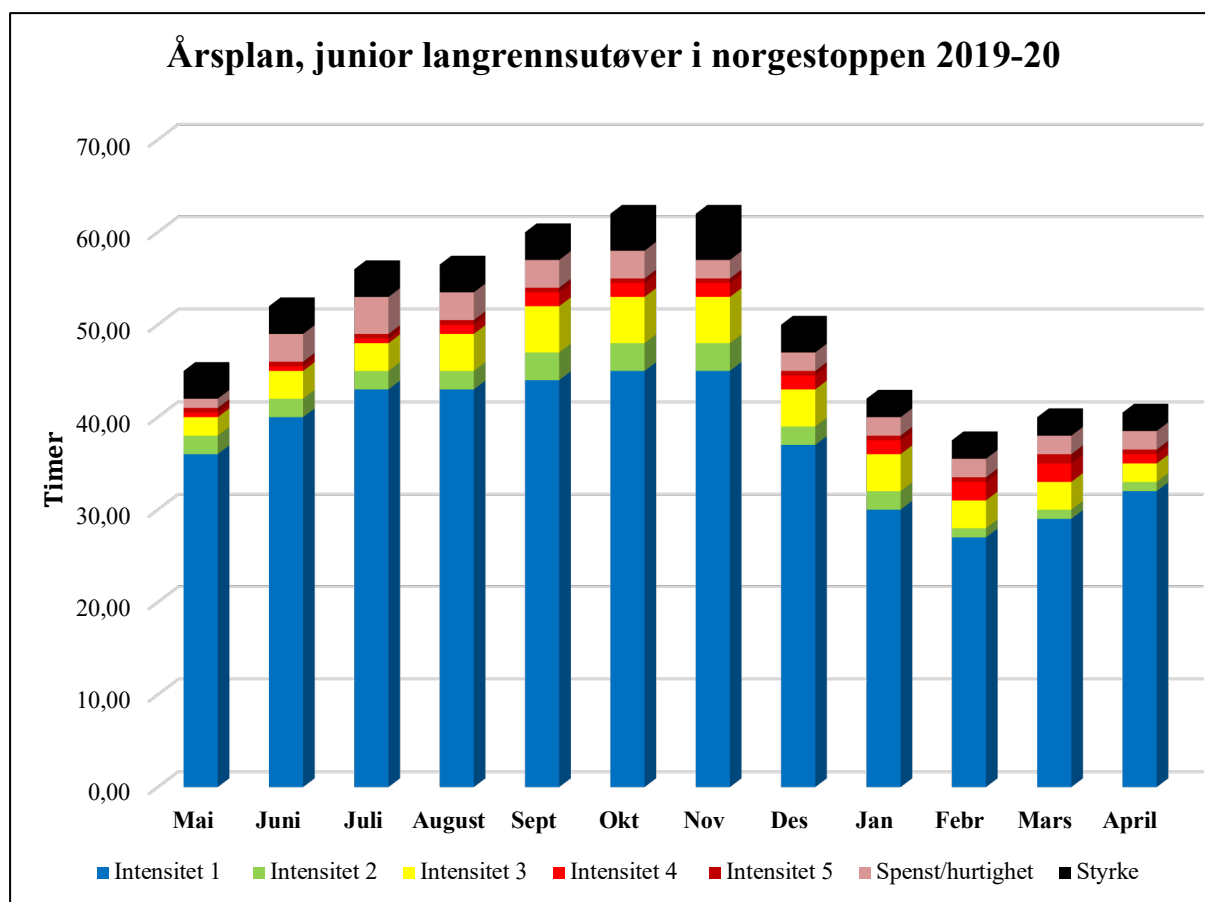
Antropometriske: Kroppssammensetning, høyde og vekt. Tidligere i oppgaven ble det nevnt at sprintspesialistene har noe større muskelmasse enn allroundløperne. Det er en sterk korrelasjon mellom tyngre sprintspesialister med mer muskelmasse og gode prolog-tider, men ikke videre i utslagsrundene (Hérbert-Losier mfl., 2016). Mannlige sprintutøvere i friidrett varierer også noe i antropometrien. Høyden varierte fra 168 – 191 cm, gjennomsnittshøyde og BMI var henholdsvis 180 cm og 23,7 (Uth, 2005).

Utstyrmessige: Som eksempel nevnte jeg i innledningen til oppgaven at dagens toppløpere er en enorm skipark å velge i, med hensikt å sikre de beste skiene til spesifikke forhold. Det virker nesten som en konkurranse i seg selv, det å kunne ha det beste utstyret. Sannsynlig vil det også bety at de beste utøverne vil ha de beste skiene når de stiller til start i en konkurranse.

Rammebetingelser og støtteapparat: Det er noen som må preparere disse skiene. I langrenn er det egne smørere og smøreteam som gjør dette for å sikre optimale ski, som kan heve prestasjonen til utøverne. I tillegg kan støtteapparatet bestå av forskjellige trenere, leger og fysioterapeuter. Tilgang til idrettsanlegg og økonomiske forhold er også viktig for den helhetlige prestasjon over tid. (Gjerset, Tønnessen, mfl., 2015)

2.3 Trening i langrenn

Treningsarbeidet som legges ned i langrenn er noe forskjellig fra utøver til utøver, men det har alltid vært størst fokus på utholdenhetstrening (Sandbakk & Holmberg, 2014). Eliteutøvere trener opp til ca. 1000 timer i året (Tønnessen, Hisdal & Ronnestad, 2020). Fordelingen er ca. 90% utholdenhetstrening og ca. 10% styrke og hurtighets relatert trening (Solli mfl., 2017). Utholdenhetstreningen kan deles inn i lav, moderat og høy intensitet, i tillegg til intensitetssoner. Ifølge Solli mfl. er 88-91% av utholdenhetstreningen av lav intensitet, 3-7% moderat intensitet og 5-8% høy intensitet. Langrennsutøvere periodiserer treningsarbeidet sitt. Av den totale treningstiden som nedlegges hvert år blir ca. 60% av dette gjort i den generelle forberedelses perioden, fra mai til oktober. Det er her typisk at langrennsutøvere i stor grad gjennomfører mye trening med lav intensitet i idrett-spesifikke bevegelsesformer, som rulleski og ski (Solli mfl., 2017). Som man ser på figur 6 trener utøveren progressivt fra mai til november, der det er størst mengde på treningsarbeidet i månedene: september, oktober og november. I utviklings-trappa i langrenn kan man også se et eksempel på en sesongplan for en junior utøver på internasjonalt nivå. De har omtrent samme oppbygning og fordeling av treningstimer fra mai til november, der det også trenes flest timer i perioden fra august til november (Sandbakk mfl., 2017). Sandbakk mfl. nevner også at dette kalles en grunnlagsperiode der utvikling av utholdenhet er sentralt. Hvordan vil utøvere da respondere på økt mengde med hurtighetstrening i denne perioden?



Figur 6 Årsplan til en junior langrennsløper på nasjonalt nivå, som er med i prosjektet. Figuren viser varighet for utholdenhetstrening med forskjellige intensiteter og spenst/hurtighet og styrke (Brukt med tillatelse fra utøver).

Figuren ovenfor er fra Tor Oskar Thomassen (Personlig kommunikasjon, 10.02.2020)

De resterende periodene av treningsåret er: Konkurrans forberedende periode, i november og desember. Konkurrans periode, fra Januar til Mars. April blir sett på som Gjerset, Tønnessen, mfl. (2015) kaller det, aktiv avkoblingsperiode. Periodisering av trening har som hensikt å optimalisere langrennsløpernes prestasjon over tid, samt redusere risikoen for feiltrening, skader og sykdom. Dette gjøres gjennom perioder med forskjellig/variert trening (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Det er også vist at periodisering av trening er viktig for prestasjon, når utøvere reduserer treningstiden med hensikt å oppnå et bedre prestasjonsnivå opp mot viktige konkurranser (Tønnessen mfl., 2014).

2.4 Fysiologiske forutsetninger for hurtighet.

I flere idrettsgrener er det vanlig med flere små rykk og drag, med maksimal eller tilnærmet maksimal innsats i konkurranser og trening. Rykkene kan komme tilfeldig enten i en fotballkamp eller et skirenn. Pausene mellom slike anstrengelser er gjerne med varierende lengde og med rolig/moderat aktivitet (Glaister, 2005). Under kapitlet 2.4 legger jeg fram hva som skjer fysiologisk under disse høy-hastighetsaksjonene.

2.4.1 Starten av en bevegelse.

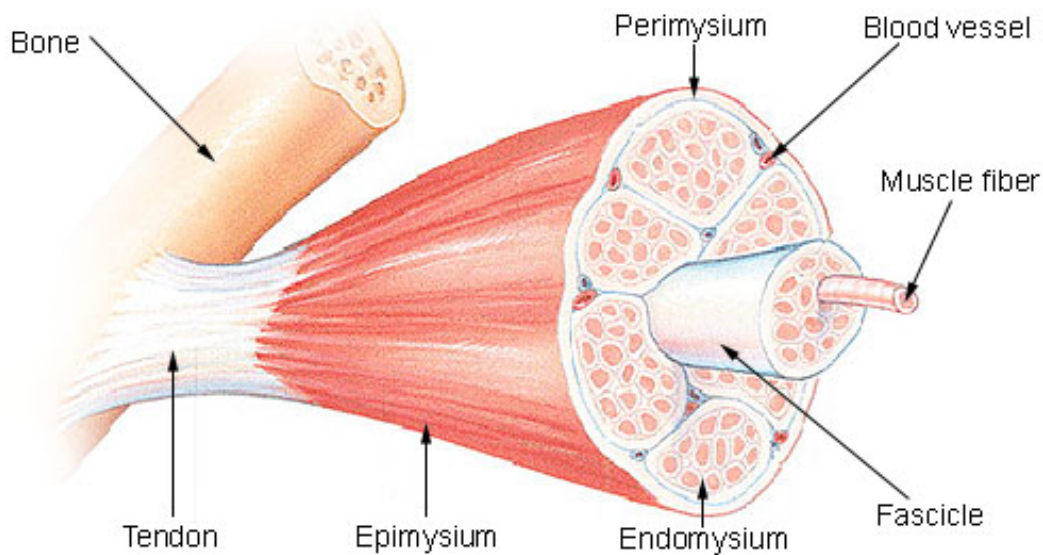
Når vi skal gjøre en bevegelse sender nervesystemet signaler ved hjelp av nerveimpulser/aksjonspotensialer (elektriske impulser) fra nervecellens kropp, til kontaktpunkter med andre celler. Kontaktpunktet mellom for eksempel nervecelle og muskel kalles synapser. Her i synapsene frigjøres de kjemiske signalmolekylene som resulterer i aksjonspotensialer og andre reaksjoner i mottakercellene (Sand, Sjaastad & Haug, 2014). Hjernens vår er oppdelt i flere områder som styrer forskjellige handlinger. Videre nevner Sand mfl. at viljestyrte kommandoer til skjelettmuskulaturen kommer fra det motoriske området i storhjernen. Derfra går signalene til ryggmargen og hjernestammen der de motoriske nervecellekroppene er. Før bevegelsen finner sted, går denne informasjonen via det perifere nervesystemets nervefibere.

2.4.2 Musklene.

Det er tre typer muskulatur: Hjertemuskulatur, glatt muskulatur og den typen som er mest interessant for denne oppgaven, skjelettmuskulatur. Den er fordelt på rundt 600 forskjellige muskler og utgjør ca. 80% av kroppens muskelvev (Sand mfl., 2014). Som nevnt i forrige DK *2.4.1 Starten på en bevegelse*, starter bevegelsen i nervesystemet med signaler som blir sendt til musklene. Når informasjon om bevegelse når fram til skjelettmuskulaturen, kontraherer den aktuelle muskelen. Denne muskelen henger sammen med en senene som er festet i skjelettet dermed skjer det en bevegelse i skjelettet/knoklene. I tillegg til å bevege kroppen har skjelettmuskulaturen en annen viktig oppgave, som er å justere kroppsposisjon slik at kroppen er i balanse (Sand mfl., 2014). Dette med at kroppsposisjon er riktig justert og i balanse, er som nevnt en av hovedfaktorene for god teknikk i langrenn (Sandbakk & Tønnessen, 2012).

En muskel er oppbygd av flere muskelfiberbunter som igjen er satt sammen av flere muskelfibre, dermed er hver minste muskelfiber direkte sammenkoblet med senen som gir bevegelse til skjelettet (Sand mfl., 2014), se figur 7. Videre forklarer Sand mfl. at aktivering av flere muskelfibre inne i muskelen vil gi større kraftutvikling. Alle disse aktiveringer skjer via motoriske enheter som består av en motorisk nervecelle, som er koblet sammen til muskelfiberne. Inne i en skjelettmuskel er det flere motoriske enheter med ulik størrelse og oppgaver. Små bevegelser styres av mindre motoriske enheter som er koblet opp mot et færre antall muskelfibre. Store, kraftfulle bevegelser styres av større motoriske enheter, som er koblet til flere antall muskelfibre (Sand mfl., 2014).

Structure of a Skeletal Muscle



Figur 7 Skjellemuskulens oppbygning, (Wikipedia, u.å).

Illustrasjonen av skjellemuskulens oppbygning i figur 7 er på engelsk, i denne oppgaven nevner jeg: senen (Tendon), Muskelfiberbunt (Fascicle), muskelfiber (Muscle fiber) og myofibriller som ikke er i figuren, men på innsiden av muskelfibrene (Sand mfl., 2014).

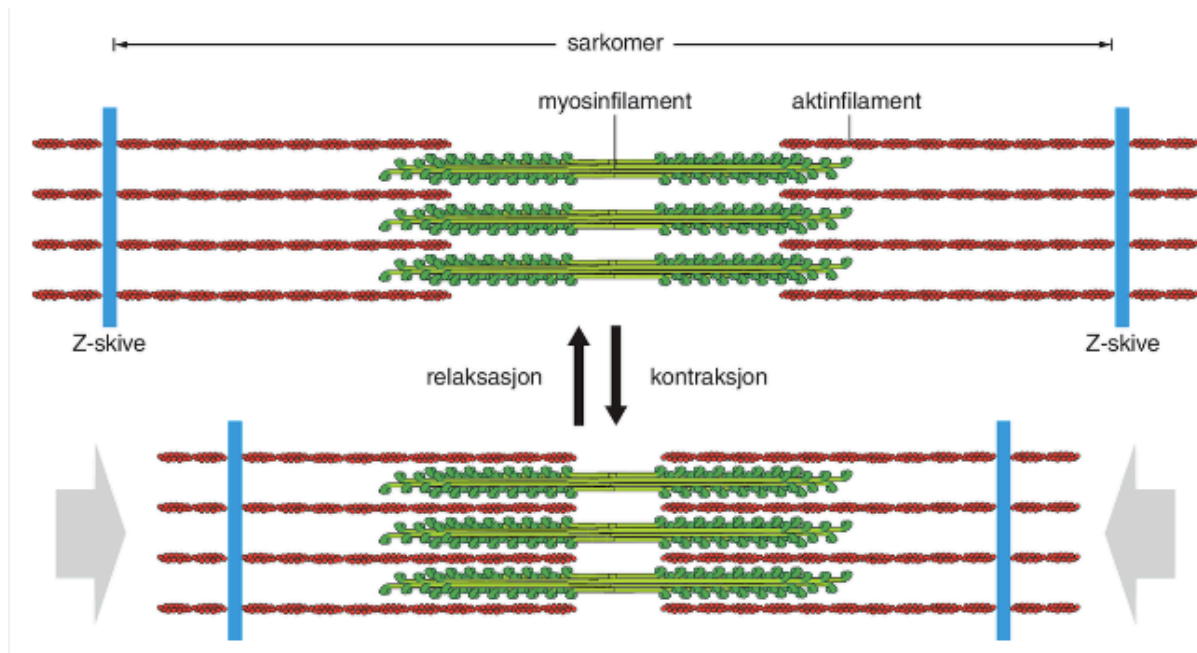
Thybo og Christensen (2007) nevner at motoriske enheter som er koblet til et mindre antall muskelfibre, altså de små motoriske enhetene, inneholder som oftest de langsomme muskelfibrene også kalt type 1-fiber. De store motoriske enhetene, inneholder de raske type 2-fibrene som skal utføre kraftfullt arbeid.

Sand mfl. (2014) har også samme inndeling når det gjelder muskelfibernes hovedtyper. Men nevner i tillegg at ulikheter i energimetabolisme i type 2-fibere gjør at man deler de inn i to undergrupper. Type 2a-fibre som inneholder raske oksidative fibrer, og Type 2x-fibre som inneholder raske glykolytiske fiber. I tillegg til at det er ulik kraftutvikling i muskelfibrene er det også en forskjell på hvor lenge de kan arbeide. De oksidative fibrene type 1 og 2a er henholdsvis svært/meget og middels utholdende. De glykolytiske fibrene - type 2x, er lite utholdende, men har høy kontraksjonshastighet og kan utvikle stor kraft sammenlignet med type 1-fibre.(Sand mfl., 2014).

Sammensetningen av fibertyper i muskulaturen er ulik fra person til person, og ut fra hvilken oppgave musklene har, noen personer er da naturlig raskere enn andre. Musklene i ryggen og beina er aktive i lange perioder, og har dermed mye langsomme fibrer. «armmusklene brukes derimot ofte til kortvarige og kraftige kontraksjoner, for eksempel når vi kaster noe eller løfter opp en tung gjenstand» (Sand mfl., 2014, s. 346), eller i et spurtoppgjør/hurtighetsdrag på ski. I disse musklene er det mye type 2-fiber (Sand mfl., 2014).

Før jeg går over til neste punkt som handler om hva som skjer inne i muskelen, når den trekker seg sammen og energien som gjør dette mulig. Vil jeg kort nevne hvordan resten av muskelen er satt sammen, altså hva som er på innsiden av muskelfibrene.

En muskelfiber ser satt sammen av noe som kalles for myofibriller, de strekker seg parallelt gjennom hele muskelen og består av myofilamenter (Sand mfl., 2014). Videre nevner Sand mfl. at et det finnes to typer myofilamenter, 1. Aktinfilamenter og 2. Myosinfilamenter (se figur 8). Disse filamentene overlapper hverandre og er organisert i noe som kalles for sarkomer. Når en muskel da endrer seg i størrelse (vokser), skjer det forskjellige ting. I lengden øker antallet med sarkomer etter hverandre, i tverrsnitt blir det flere myofibriller parallelt.



Figur 8 Myofibriller består av myofilamentene aktinfilament og myosinfilament. De overlapper hverandre, når muskelen kontraherer glir de lenger inn på hverandre så kontakten økes. (Fasting, 2019)

2.4.2.1 Kontraksjonsmekanismen og energiomsetning.

Når vi har 'gitt beskjed' fra storehjernen om at kroppen skal bevege på seg vil de små myofilamentene, aktin og myosin som ligger inne i muskelen, begynne å øke sin overlapping. Figur 8 viser forskjellen på relaksasjon og kontraksjon (Sand mfl., 2014). Jeg tenker på det som å folde hender. Hvis man kun folder/overlapper det ytterste leddet av fingrene, kan man se på det som at myofilamentene og muskelen er i strukket stilling (relaksasjon i figur 8). Når du har foldet hendene og det er maksimal kontakt mellom hendene/fingrene, vil det illustrere hvordan aktin- og myosinfilamentene vil se ut i en kontrahert muskel.

Tabell 1 Oversikt av omtrentlig prosentvist bidrag fra energisystemene under forskjellige løpsdistanser i friidrett.

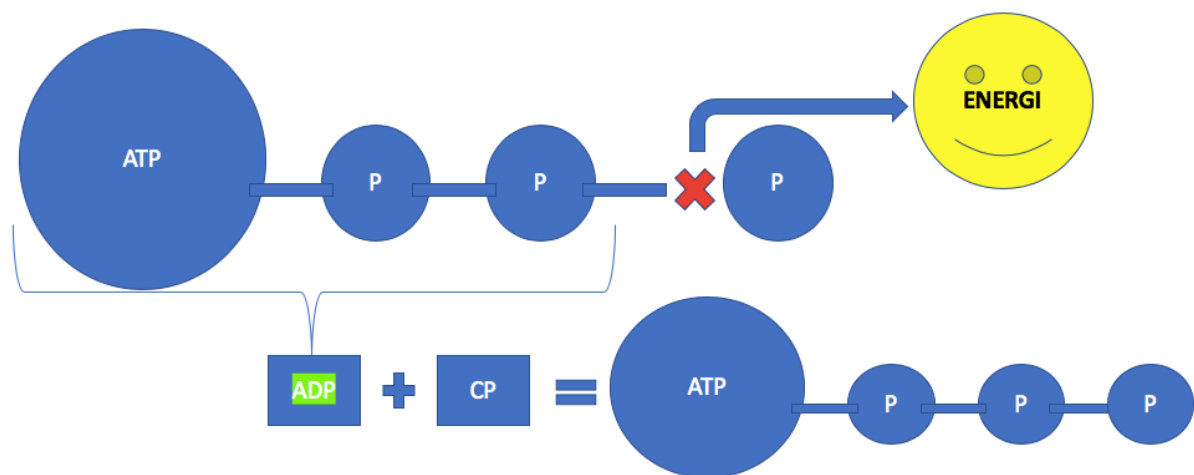
Løpsøvelser (friidrett)	Tid i min eller sek	% anaerobe prosesser	% aerobe prosesser
100 meter	10 sek	80 %	20 %
800 meter	1.45 min	40 %	60 %
Maraton	125 min	> 98 %	< 2 %

Tabellen ovenfor er modifisert etter Frøyd, Gjerset, mfl. (2015, s. 271).

Som nevnt i DK 2.2.1.2 *Anaerob utholdenhet*, kan utøverne i en langrennssprint tidvis ha like høy intensitet, som en friidrettsutøver i løpsøvelsen 800 meter. I tabell 1 ser en da at energibidraget vil være 40 % anaerob og 60 % aerob. Men en konkurranse i langrenn varierer som sagt i motstand, når traseen skifter mellom motbakke, nedoverbakke og flate partier. Da varierer også intensiteten på arbeidet, og det virker som det er enighet i at den totale energibidraget i et sprintrenn er omtrent 25 % anaerob og 75 % aerob (Thomas Losnegard, 2019). Det kan virke som et sprintrenn på ski treffer en plass mellom 800 meter og 1500 meter i friidrett, der det i følge, Spencer og Gastin (2001) henholdsvis er 66 og 84 % aerobt energibidrag. Det kommer også fram at uavhengig om det løpes 200, 400, 800 eller 1500 meter, vil det aerobe systemet bidra mye, spesielt i konkurranseformene som varer mer en 30 sekunder. Krysningpunktet for lik fordeling med aerobt og anaerobt energibidrag skjer alle mellom 15 og 30 sekunder, som gjelder fra 400 meter og lengre distanser. Man kan dermed si at bidraget fra det aerobe systemet er størst etter ca. 30 sekunder. En ser også i tabellen at kortere varighet på øvelsen gir større prosentandel anaerobt energibidrag. En 100 meter sprint som tar ca. 10 sekunder har et energibidrag på 80 % anaerobt og 20 % aerobt. Jeg personlig antok at det ville være en større andel fra det aerobe systemet under en 100 meter. Duffield, Dawson og Goodman (2004) viser i midlertidig dette delvis, basert på forskjellige måle metoder. Den ene metoden har nokså lik fordeling med 79% anaerobt og 21% aerob. Den andre metoden analyserer blodprøver med laktat og kreatinfosfat (CP), som viser større forskjell i fordelingen med 91% anaerobt og 9% aerobt.

For at dette energibidraget skal kunne fungere må de arbeidende musklene ha energi. Energiomsetningen til musklenes kontraksjons-oppgave kommer fra nukleotidet med to ekstra fosfatgrupper, adenosintrifosfat (ATP). ATP består av adenin, ribose og tre fosfatgrupper, og er som

oftest energikilden til energikrevende prosesser i alle celler (Sand mfl., 2014), deriblant muskelcellene. Litteraturen (Frøyd, Gjerset, mfl., 2015; Sand mfl., 2014) nevner at når ATP spaltes frigjøres energien som gjør at musklene klarer å trekke seg sammen og gjøre bevegelser. Under spaltningen frigjør ATP en fosfatgruppe som skaper energien. Etter spaltningen har molekylet skiftet form til adenosin difosfat (ADP), da det gjenstår to fosfatgrupper. Denne prosessen er vist i figur 9. Sand mfl. nevner også at noe av det ATP som produseres i muskelfibret brukes til å danne CP, dette fosfatet inneholder mye energi og spaltning av CP frigjør ca. like mye energi som spaltning av ATP. Derfor spiller CP en særdeles viktig rolle under eksplosive aktiviteter som krever en rask energifrigjøring (Glaister, 2005).



Figur 9 Spalting av ATP som frigjør energi. Sluttproduktet av spaltningen kalles ADP og er markert i grønt. Reaksjon mellom ADP og CP resulterer i et nytt ATP-molekyl som potensielt kan spaltes å frigjøre ny energi.

Figuren ovenfor er basert på innhold fra: Frøyd, Gjerset, mfl. (2015); Glaister (2005); Sand mfl. (2014).

ATP- og CP-lagrene er relativt små og de brukes raskt opp når musklene arbeider maksimalt, som for eksempel ved et hurtighetsdrag med maksimal innsats. Størrelsen på CP er mye mindre sammenlignet med ATP-molekylet, dermed kan CP transporteres raskere dit det er behov for energi (Sand mfl., 2014). Under aktivitet med maksimal innsats holder ATP-lagrene kun i 1-2 sekunder. Derfor er det viktig med rask oppbygning av disse lagrene, for å kunne fortsette med maksimal innsats i lengre enn 2 sekunder (Glaister, 2005). Sand mfl. nevner at lagrene med CP er de som tømmes først, dette siden de overføres til ATP. Glaister beskriver det som en reaksjon mellom CP og ADP som fornyer ATP-lagrene, se figur 9. Det vil si at CP-lagrene tømmes raskt,

samtidig som ATP-lagrene i musklene holdes nokså konstant. Lagrene av energi kombinert holder i ca. 8-10 sekunder med maksimal innsats (Frøyd, Gjerset, mfl., 2015; Glaister, 2005; Sand mfl., 2014). Etter en aktivitet med maksimal innsats i for eksempel 10 sekunder puster man nokså godt. Når oksygenopptaket forblir relativt høyt etter aktiviteten, fortsetter prosessen med å bygge opp ATP-lagrene. Skal man gjenta samme aktivitet som for eksempel under hurtighetstrening er det viktig med gode pauser mellom hvert drag. Er hviletiden for kort mellom slike drag rekker kroppen ikke å få kontroll på det metabolske som medfører en dårligere kvalitet på påfølgende drag (Glaister, 2005).

Det kommer fram at ATP omsettes både i aktivitet og hvile, altså hele tiden. Hastigheten på gjenoppbyggingen av ATP er avhengig av hvor høy intensiteten på aktiviteten er (Frøyd, Gjerset, mfl., 2015). Til nå har jeg nevnt det som Frøyd, Gjerset, mfl. kaller anaerob alaktasid/det umiddelbare systemet (når ADP og CP fornyes til ATP). Dette er system 1 av 4. Når gjenoppbyggingen ikke krever like stor hastighet blir anaerob laktasid/system 2 benyttet, system 3 og 4 er begge aerobe og omsettes av henholdsvis glykogen og fett. Det understrekes også at flere av systemene er aktive samtidig. Frøyd, Gjerset mfl. nevner at under en aktivitet på 10 sekunder bidrar system 1 med 25 %, system 2 med 50 % og system 3 med 25 % av gjenoppbyggingen av ATP. Under en aktivitet på 2 minutter bidrar det aerobe system 3 med 65 %, de anaerobe systemene 1 og 2 med henholdsvis 5-10 % og 25-30 %. Kroppens glykogenlager (system 3) holder i 1-2 timer med hardt arbeid, men igjen kan det kun opprettholde maksimal muskelkraft i ca. 1 minutt, siden musklene blir slitne, også kalt muskeltretthet (Sand mfl., 2014). Sand mfl. nevner at ATP-lagrene i kroppen holdes relativt konstant til man er totalt utmattet. Parallelt med at glykogenlagrene tømmes, minkes også musklenes maksimale yteevne og ATP-forbruk. Avslutningsvis vil jeg nevne at hovedlagrene for rask energi (glykogen) kommer av mat som er rik på karbohydrat, og tar ca. 1 døgn å fylle opp (Sand mfl., 2014), men dette er avhengig av treningsvarighet og intensitet.

Det er noe uenighet om energilagrene av ATP og CP kan påvirkes gjennom trening (Enoksen, 2013). Men likevel hva er effekten av hurtighetstrening og hvordan gjennomføres denne type trening? Dette blir gjennomgått i neste DK 2.5 *Trening av hurtighet*. Der vil man blant annet se at forskningen som gjennomgås henger sammen med det fysiologiske som er nevnt i dette DK. Det vil blant annet omhandle økter med maksimal innsats som bruker ATP og CP som energikilde, og gode pauser for å opprettholde god kvalitet gjennom hele hurtighetsøkten.

2.5 Trening av hurtighet.

På grunn av at hurtighetstrening er relativt nytt innenfor langrenn, vil jeg først legge fram prinsipper, treningsmetoder og effekten av slik trening, fra idretter som tradisjonelt sett blir på som eksplosive idretter. Før jeg senere ser på anbefalingene om hurtighetstrening innenfor langrenn, og forskning på langrenn som kan knyttes opp mot denne type trening.

2.5.1 Trening av hurtighet i eksplosive idretter.

«Hurtighetstrening er systematisk treningspåvirkning for å øke og utnytte kraften i de musklene som er sentrale for å skape stor bevegelseshastighet på kropp eller redskap i den bevegelsesretningen som er mest hensiktsmessig ut fra arbeidskravene i idretten» (Enoksen, 2015, s. 443). Idretter som krever en godt utviklet hurtighet er for eksempel forskjellige typer ballspill og noen øvelser i friidrett.

Ordtakene, øvelse gjør mester, og man blir god på det man trener på har jeg hørt mange ganger, jeg liker å koble disse ordene opp mot definisjonen om spesifisitet. «Prinsippet om spesifisitet er grunnleggende for all ferdighetsutvikling» (Gjerset, Raastad & Nilsson, 2015, s. 51). Det kommer fram at dette prinsippet er spesielt viktig når hurtighetstrening skal utøves. Rumpf mfl. (2016) nevner i sin studie at idrettsspesifikk hurtighetstrening er mest hensiktsmessig å gjennomføre, om man ønsker å forbedre sin hurtighet å bli raskere. Der de trekker fram at spesifikk trening på den distansen det skal konkurreres i, bør implementeres i treningsarbeidet. Spesifikk trening har også mange andre fordeler på grunn av samme stimuli som i en konkurranse. Man bruker her blant annet de aktuelle musklene og muskelgruppene, samt at energisystemet og ikke minst er bevegelsesmønsteret likt (Haugen, Seiler, Sandbakk & Tønnessen, 2019). Haugen mfl. nevner også andre prinsipper innenfor hurtighetstrening: Gradvis tilvenning/progresjon for å unngå skader, variasjon og periodisering for effektivitet i et større tidsperspektiv, individualisert treningsopplegg på grunn av individuelle forskjeller og forutsetninger som blant annet antropometri, trening status, alder.

Treningsmetoder som trekkes fram basert på spesifikk hurtighetstrening/sprint trening er: Fri sprint, sprint med motstand og assistert sprint. Fri sprint er altså vanlig løping på flatt underlag uten noen form for ytre motstand eller hjelp, sprint med motstand vil si å løpe i motbakke eller med strikk bak seg for å øke motstanden, assistert sprint vil si løping med hjelp av strikk framfor seg eller løping i nedoverbakke (Rumpf mfl., 2016). Videre henviser Rumpf mfl. til studier som

har sett på effekten av disse treningsmetodene. Det kommer fram at sprint med motstand ga størst effekt på distansene 0-10 og 0-20 meter. Fri sprint ga størst framgang på 0-30 og 31+ meter. Dette kan kobles opp mot akselerasjonsfasen, ca. 0-30 meter; maksimalhastighetsfase, 30-60 meter og retardasjonsfase, 60-100 meter (Enoksen, 2015). Det må samtidig nevnes at Enoksen poengterer at disse fasene kan variere fra utøver til utøver.

Når akselerasjonshurtigheten skal trenes blir det anbefalt 10-50 meter sprinter med en innsats på > 98%. Pausene på disse dragene varierer mellom 2-7 minutter avhengig av nivå på utøver. Det kreves gode pauser så prestasjonen på alle dragene er av god kvalitet. Det nevnes også at eliteutøvere trenger lengre pauser enn yngre utøvere i utvikling, på grunn av at den absolutte intensiteten er høyere hos eliteutøvere. Det totale mengden med slik trening varierer fra 100-300 meter pr økt (Haugen mfl., 2019). Litteraturen viser også andre metoder for utvikling av akselerasjonshurtighet. Enoksen (2015) nevner i likhet med Haugen mfl. fri sprint. Innholdet er i midlertidig litt annerledes. Blant annet er distansen pr drag satt til 20-40 meter, innsats på dragene er 100%, pausene er 2-4 minutter mellom hvert drag og det gjennomføres 5-10 drag totalt i økten. Sprint med motstand er ifølge Haugen mfl. en mye brukt metode for å gi en ekstra belastning spesifikt mot akselerasjonsprestasjon, der de henviser til studier som har sett at denne metoden gir større effekt på evnen til å forflytte seg raskt framover, når det sammenlignes med styrketrening med samme mål. Det kommer fram at den optimale belastningen i sprint med motstand er å ha en belastning som reduserer utøvers maksimalhastighet med ca. 50%, selv med maksimal innsats.

I treningen av maksimalhastighet er også innsatsen like høy som på trening av akselerasjonshurtighet (> 98%), som vil si tilnærmet maksimal eller maksimal innsats. Metoder som brukes her går under fri sprint og kalles flying start. Utøver har da en viss hastighet når draget starter, så maksimal hastighet oppnås raskere enn tradisjonell start (stillestående). Når utøver ikke lenger klarer å opprettholde maksimalhastighet (10-30 meter) avsluttes draget (Haugen mfl., 2019). Ifølge Enoksen (2015) skal innsatsen på slike drag være 100%, distanse pr drag er 60m, gode å lange pauser på mellom 6-8 minutter, 3-6 drag totalt i en økt. Assistert sprint er også en metode som brukes for å utvikle bedre maksimalhastighet.

Det opplyses om gode resultater av forskjellige metoder når det trenes hurtighet. Der for eksempel metoden sprint med motstand (resisted sprinting) ga signifikante forskjeller i sprintprestasjon. Intervensjonen på fire uker med hurtighetstrening i motbakke resulterte i en økning i prestasjon på 12-15% i hurtighetsrelaterte tester. Treningsprotokollen ble gjennomført to

ganger i uken. Den gikk ut på 30 meter løping i motbakke (8%) med pauser på 1 minutt (Jakeman, McMullan & Babraj, 2016). Pauselengden her er relativt kort sammenlignet med de andre metodene som er gjennomgått. Framgangen kan diskuteres på grunn av at dette var gjort på ishockey-spillere, der løping ikke har en stor del i treningsprogrammet, derav stor framgang. Jakeman mfl. henviser også til lignende studier som er gjort på fotballspillere der økningen i prestasjon er noe mindre (ca. 3,5 %).

Paradisis, Bissas og Cooke (2009) gjorde et eksperiment som kombinerte metodene frisprint, sprint med motstand og assistert sprint i samme øvelse med å bruke en form for rampe. Øvelsen startet med 20 meter flatt, så 20 meter motbakke (3%), 10 meter flatt, 20 meter nedoverbakke (3%), 10 meter flatt. Repetisjoner pr økt gikk progressivt fra 6 til 10 hurtighetsdrag utover i intervensjonsfasen. Pausene var på 10 minutter mellom hvert drag for å sikre god kvalitet gjennom hele økta. Utøverne gjennomførte denne treningen 3 ganger i uken. Denne treningen resulterte i en økning i maksimal løpshurtighet på 4,3%. Gruppen som trente like mange ganger i uken, men da kun med metoden fri sprint på flatt underlag, hadde en økning på 1,7%. De observerte også blant annet høyere stegfrekvens hos begge gruppene. I friidrett har prestasjonen i både 100 meter og akselerasjonsfasen en sammenheng med stegfrekvens (arbeidsfrekvens) (Morin mfl., 2012).

Et interessant forsøk som er gjort på elite fotballspillere i junior alderen, er 40 meter repetert sprint-trening. Dette er trening som har likhetstrekk med hurtighetstrening, men som jeg forstår er pausene kortere for å kunne påvirke andre områder i tillegg til hurtighetsprestasjon. Testgruppen gjennomførte en treningsintervensjon på 10 uker, med 1 økt pr uke. Øktene varierte noe i mengde for å periodisere ukene etter lett, middels og hard uke, antall hurtighetsdrag varierte fra 10-20 drag totalt, intensiteten varierte fra 95-100% innsats, pausene fra 1,30-2 minutter, med en lengre pause på 10 minutter etter hver serie (Tønnessen mfl., 2011) Forskerne hadde en rekke tester i forkant og etter intervensjonen for å se effekten av denne treningen. Det ble blant annet testet hurtighet på 40-meter, 10 x 40-meter repetert sprint, 20-40 meter (maksimal løpshurtighet) og bip-test. Det blir oppgitt at testgruppen hadde statistisk signifikant forbedring i prestasjon på hurtighetstest 40-meter, 10 x 40-meter repetert sprint og maksimal løpshurtighet. Kontrollgruppen fikk også en liten forbedring i prestasjon i 10 x 40-meter. Det var også moderat framgang i bip-test, for testgruppen når resultatene ble sammenlignet med kontrollgruppen, men ingen statistisk signifikans. Tønnessen mfl. oppsummerer at treningen ga positive effekter på flere av testene deres, men på grunn av antall utøvere i studien (20 stk.) kan ikke resultatene generaliseres. Mathisen og Pettersen (2015) viser også til positive statistisk signifikante

resultater. Deres treningsintervensjon med hurtighetstrening med forskjellige metoder i samme økt, resulterte i en økning i prestasjon på 10 og 20 meter hurtighetstester og en agility test. Spesifisitet i treningsarbeidet er absolutt viktig, samt intensiteten i arbeidet som gjøres. Alle disse studiene som er gått igjennom til nå har hatt tilnærmet maksimal eller maksimal innsats i hvert hurtighetsdrag, og det har gitt positive resultater. Det har vist seg at trening der innsatsen er 90% av maksimal innsats gir lite/mindre effekt (Haugen, Tønnessen, Leirstein, Hem & Seiler, 2014), men det nevnes også at dette må undersøkes nærmere før dette kan avkreftes.

Fokus, konsentrasjon og oppmerksomhet er også nøkkelord som gir bedre prestasjon under løping med maksimal innsats. Måten instruksjoner blir gitt av trenere har også en innvirkning på resultatet. Her blir det framhevd at trenere og utøvere bør ha et ytre fokus (external focus of attention) (Benz, Winkelmann, Porter & Nimphius, 2016; Porter, Wu, Crossley, Knopp & Campbell, 2015). Det vil si instruksjoner som gir utøver et ytre fokus på oppgaven som skal gjennomføres. Instruksjonen kunne for eksempel høres ut som: Når du skal gjennomføre et hurtighetsdrag, fokuser på å gjøre framdriften så rask som mulig, med kraftfulle bevegelser og hurtig frekvens. Instruksjoner som går på indre fokus er ofte ikke like effektiv, da det går mer inn på hvordan man skal bevege de ulike kroppsdelene. Likevel kommer det fram at hos elite utøvere i sprint med mer erfaring er ikke den ene metoden mer effektiv enn den andre (Winkelmann, Clark & Ryan, 2017).

Som det ble skrevet om i DK 2.4.2 *Muskulaturen*, er fibersammensetningen i muskulaturen bestemmende for hvor rask man er. En utøver som har talent innenfor sprint har forholdsvis mye type 2a- og 2x-fibre. En utøver som er spesialisert innenfor langdistanse-idretter, for eksempel maraton og distanse-langrenn, har typisk mye type 1-fibre (Sand mfl., 2014). Sand mfl. nevner også at tallfordelingen av muskelfibertyper er hovedsakelig bestemt når man blir født, men dette kan påvirkes noe via trening. Under langsom trening med lav intensitet kan det skje en overgang fra de raskeste fibrene type 2x til de litt mindre raske type 2a. Flere studier har sett på hvilken effekt høy intensitetstrening, type hurtighetstrening har i forhold til endringer blant annet i muskelfibersammensetningen (Dawson mfl., 1998; Jacobs, Esbjörnsson, Sylvén, Holm & Jansson, 1987; Jansson, Esbjörnsson, Holm & Jacobs, 1990). Der samtlige studier viser til signifikant økning i antall raske muskelfibre. Eksperimentene ble utført både i løping (30-80 meter) og 15-30 sekunder med maksimal innsats på sykkel. Nevrologiske forbedringer blir også nevnt som faktor som kan øke sprintprestasjon. Spesifikt nerveledning-hastighet som også ser ut til å bli påvirket av gjentatte eksplosive aksjoner (Ross, Leveritt & Riek, 2001).

2.5.2 Trening og testing av hurtighet i langrenn.

Utviklingstrappa i langrenn er en bok som blant annet skal fungere som et hjelpemiddel for unge skiløpere som vil utforske sitt potensiale i idretten. Den kan være veileder for trenere og foreldre, noe jeg personlig har erfart som frivillig langrennstrener. Boka beskriver en hensiktsmessig utvikling for langrennsutøvere fra barneårene til toppidrettsnivå. Det ligger i ordet utviklingstrapp, at det skal bygges ferdigheter trinn for trinn opp til toppidrettslig prestasjonsnivå (Sandbakk mfl., 2017). Boken har et eget kapittel om hurtighetstrening og jeg syntes det er hensiktsmessig å gjengi noe av det som står der.

I likhet med definisjonen til Enoksen (2015) om hurtighetstrening (DK 2.5.1) nevnes det at hurtigheten, i stor grad er bestemt av evnen til å raskt utvikle stor kraft i de musklene som er sentrale for bevegelsen, samt det å ha en effektiv/god teknikk. Igjen vil jeg trekke fram spesifisitet som et viktig prinsipp innen hurtighetstrening. Derfor gjøres hurtighetstrening i langrenn spesifikt på ski, rulleski eller som sprettende skigang med og uten staver (Sandbakk mfl., 2017; Sandbakk & Tønnessen, 2012). Videre har Sandbakk mfl. noen retningslinjer om hvordan hurtighetstrening kan utøves: Taktiske og tekniske aspekter trenes effektivt i overfart, som vi kjenner igjen fra forrige punkt 2.5.1, brukes denne metoden også i friidrett, kalt – assisted sprint training (Rumpf mfl., 2016). Treningen må gjennomføres med riktig teknikk i aktuelt terreng, intensiteten skal være høy, det vil si maksimal eller tilnærmet maksimal innsats. Det er viktig med hurtighetstrening i ulikt terreng: I utforbakke for å bedre høyhastighetsteknikken, i motbakke for å rykke fra konkurrentene og i flatt terreng for å vinne spurten/konkurransen (Sandbakk mfl., 2017).

Pausene mellom hurtighetsdragene må være lange, så utøverne skal kunne ha høy innsats i arbeidsperiodene. Lengere arbeidstid og høy intensitet resulterer i lengere pauser, de kan variere fra 2-5 minutter. Litteraturen sier også at det er forskjellig behov av pauselengde ettersom hvilken teknikktype det trenes i. For eksempel hurtighetstrening i delteknikken staking krever kortere pausetid enn delteknikken padling (hoppende padling). I padling bruker man flere muskler aktivt som gjør at pausene bør være lengere (Sandbakk & Tønnessen, 2012).

Hyppeghet av slik type trening varierer fra 2-4 ganger i uken, delt opp i egne hurtighetsøkter med lang og god oppvarming og lett nedgåing etterpå. Til slike økter er det viktig at man er utvilt fysisk og mentalt, og det skal arbeides på teknisk høyt nivå med bevisst kvalitet i utførelsen. Hurtighetstrening kan også gjennomføres i forkant av intervalltrening og innlagt i langturer. Det varierer også mellom å gjennomføre det alene, med og uten tidtaking eller i dueller

med flere, for å kunne presse seg maksimalt på farten. Det trenes på akselerasjonshurtighet, fra stillestående til maksfart og det trenes på å utvikle den maksimale hastigheten (Sandbakk & Tønnessen, 2012).

Sandbakk og Tønnessen (2012) har også et utdrag av antall hurtighetsøkter/spenstøker som burde gjennomføres årlig for en allround og sprint-løper. Begge 'gruppene' bør trene 80-120 økter. Derav 20-30 timer. Hvordan tidligere olympiske mestere har delt opp denne type treningen, kommer fram i artikkelen til Sandbakk og Holmberg (2014). Både allroundløperne og sprintspecialistene gjennomfører systematisk hurtighetstrening gjennom hele sesongen. Allroundløpere har 1 ren hurtighetsøkt og sprinterne har 1-2 rene hurtighetsøkt pr uke, i tillegg har begge 'gruppene' 2-3 serier med korte hurtighetsdrag ukentlig.

Tilbake til prinsippet om spesifisitet, og eksperimenter som har sett på effekten av slik 'hurtighetstrening'/høyintensitetstrening, men blir nevnt som stake-intervall. Etter 6 uker med trening i delteknikken staking, ble det rapportert om en økning i prestasjon. Det ble da gjennomført drag med maksimal innsats i stakeergometer 3 ganger i uken. Testgruppene ble delt inn etter drag-tid, gruppe 1: 20 sekunder og gruppe 2: 180 sekunder. Begge testgruppene fikk økende prestasjon i en kort 30 sekunders test og en lengre 6 minutters test, kontrollgruppen hadde ingen signifikant økning (Nilsson, Holmberg, Tveit & Hallén, 2004). I litteraturen finner jeg noen spesifikke hurtighetskrav/tester som det norske landslaget har gjennomført. Da testes det 100m i forskjellige delteknikker på friidrettsbane med standardhjul som har rullemotstand 2. Det rapporteres at 17,5 sekunder for kvinner og 16 sekunder for menn er antatt å være gode tider, for eliten av langrennsutøvere (Sandbakk & Tønnessen, 2012) Det er også vist tidligere, at testing av hurtighet og maksimalhastighet kan foregå på tredemølle og friidrettsdekke (R. Stöggl mfl., 2017; T. Stöggl mfl., 2006).

Sammen med repetert sprint trening dukker også begrepet sprint intervall trening opp. For eksempel 30 sekunders intervalltrening med maksimal innsats. Slik trening har en effekt på både styrke og utholdenheten. Eksperiment gjort av Vandbakk mfl. (2017) tilsier at implementering av sprint intervall trening gir større effekt på maksimal styrke i overkropp og VO_{2maks} sammenlignet med sammenhengende utholdenhetstrening, langkjøring¹.

¹ Langkjøring = «Kontinuerlig arbeid med nokså jevn intensitet gjennom hele treningen» (Frøyd, Gjerset, mfl., 2015, s. 349) med en varighet fra 30 min opp til flere timer.

2.5.3 Utarbeiding av treningsopplegg.

Med bakgrunn i denne kunnskapen om trening av hurtighet, vil jeg utforme et opplegg for hurtighetstrening i langrenn, her jeg vil trekke fram viktige faktorer for hva jeg må ta høyde for.

Idrettsspesifikk trening har vist seg å være viktig når det gjelder å utvikle hurtighet (Rumpf mfl., 2016), derfor kan dette gjøres på rulleski for langrennsutøvere (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Forskjellige treningsmetoder er gjennomgått, blant annet fri sprint og sprint med motstand, med variasjon i øvelser flying- og stillestående start. Korte drag med maksimal eller tilnærmet maksimal innsats, med energibidrag fra de raske CP-lagrene ser ut til å være viktig (Haugen mfl., 2019; Rumpf mfl., 2016; Sandbakk mfl., 2017; Sandbakk & Tønnessen, 2012).

Det understrekes at pauselengde i hurtighetstrening må være tilstrekkelig for å sikre god kvalitet gjennom økta (Paradisis mfl., 2009; Sandbakk & Tønnessen, 2012). Organisering av treningen er også en viktig del, antall drag er ulikt, de ser ut til å variere fra 6 – 20 pr. økt, antall økter i uken varierer fra 1-4, dette er viktig for den totale belastningen og utbytte av treningen (Gjerset, Raastad, mfl., 2015). Det kommer også fram at en god oppvarming er viktig (Sandbakk mfl., 2017; Sandbakk & Tønnessen, 2012).

Påfølgende sitat fungerer som en fin oppsummering av kapittel 2,5 *Trening av hurtighet*.

«For at hurtighetstreningen skal bli gjennomført med høy nok fart, må arbeidsperiodene hovedsakelig være kortere enn 15 sekunder. Er arbeidsperiodene lengere enn dette, vil farten bli lavere etter hvert som de raske energilagrene, kreatinfosfatlagrene, går tomme. Ved lengere drag vil du i langt større grad måtte ta i bruk det anaerobe laktasidenergisystemet, som gir en annen treningseffekt» (Sandbakk & Tønnessen, 2012, s. 100)

2.6 Hypoteser.

Basert på teori, tidligere forskning og prosjektets problemstillinger har jeg kommet fra til følgende hypoteser:

Hypotese 1. Hurtighetstrening på rulleski i 6 uker vil gi signifikant forbedring på resultatet i en 60 meter staketest.

Hypotese 2. Hurtighetstrening på rulleski i 6 uker vil gi signifikant forbedring på resultatet i en 1000 meters staketest.

Hypotese 3. Det er en korrelasjon mellom resultatene i 60 meter og 1000 meter staketestene.

3 Metode.

Det hele startet med et tema jeg er interessert i, hvor jeg deretter formulerte en hovedproblemstilling og underproblemstillinger. I dette kapittelet vil jeg legge fram metoden som er bruket i oppgaven. I tillegg vise mine metodiske valg, som egner seg til å kunne svare på mine problemstillinger.

I denne oppgaven med eksperimentelt design vil tall, statistiske analyser, tabeller og diagrammer beskrive virkeligheten av resultatene. Dette kjennetegner en kvantitativ metode (Ringdal, 2018). Oppgavens hovedproblemstilling ble:

«Hvordan trene hurtighet i langrenn, og hvilken effekt har denne treningen for langrennutøveres resultater på 60 meter og 1000 meter staketest?»

Slike forskningsspørsmål appellerer til et positivistisk vitenskapssyn, og min forståelse av dette blir beskrevet i påfølgende DK.

3.1 Positivism.

Dette er kunnskapsgrunnlaget i oppgaven. Begrepene ontologi og epistemologi er sentrale elementer som er bestemmende for tilnærming og rammeverket rundt forskning. Ulike forskningsspørsmål har forskjellige tilnærminger og rammer (Jones, 2015).

I mitt tilfelle blir virkelighetsoppfatningen (ontologien) basert på det naturvitenskapelige, der objektive og verdifri observasjoner er virkeligheten (Ringdal, 2018). Datainnsamlingen baserer seg på objektive tall, og det vil være min empiri. Hvordan denne kunnskapen tilegnes (epistemologien) er via objektive og presise målinger, i form av prestasjonstester. Dette skjer med hjelp av det Olsson og Sörensen (2003) beskriver som indirekte observasjon. I mitt tilfelle vil jeg lese av verdier på ulike instrumenter som sansene mine ikke klarer å fange opp. For eksempel under tidtaking, hvor fotoceller ble brukt for å sikre presisjon ned til hundredeler og nøyaktighet i distanse på tredemølla. Hvordan jeg på best mulig måte kunne minimere feilmålinger i disse testene, beskrives i detalj senere i metodekapittelet. Det er ikke bare på grunn av å ville minimere feilmålinger at dette må utføres nøye. En godt beskrevet metode og testprotokoller sikrer også repeterbarhet i prosjektet.

«eksperimenter og observasjoner må være repeterbare, det vil si at de må kunne gjentas av samme forsker på ulike tidspunkter, eller av ulike forskere på samme eller ulike tidspunkter. Ingen eksperimenter eller observasjoner som ikke kan gjentas, er akseptable som argumenter for eller imot en teori i de eksperimentelle naturvitenskapene» (Gilje & Grimen, 1993, s. 18)

Som sitatet over sier er det et stort krav om at eksperimenter må være repeterbare, for at det skal være gyldig og kan brukes som argumentasjon. Det samme skriver Jones (2015, s. 21) om «Replication». Han nevner i tillegg til repeterbarhet, kontroll og hypoteser som rammer rundt en positivistisk tilnærming. Kontroll vil si at forskeren (jeg), må ha kontroll over en variabels påvirkning av en annen variabel. Hvordan dette gjøres blir beskrevet grundigere i neste DK 3.2 *kvasieksperiment*. Hovedtrekkene er, eksperimentell påvirkning og objektive målinger i form av prestasjonstester. Underveis i prosessen til dette prosjektet ble det også utarbeidet hypoteser som senere skulle bekreftes eller avkreftes, gjennom statistiske analyser. Dette er Jones (2015) sitt siste av tre krav til forskning innenfor den positivistiske rammen.

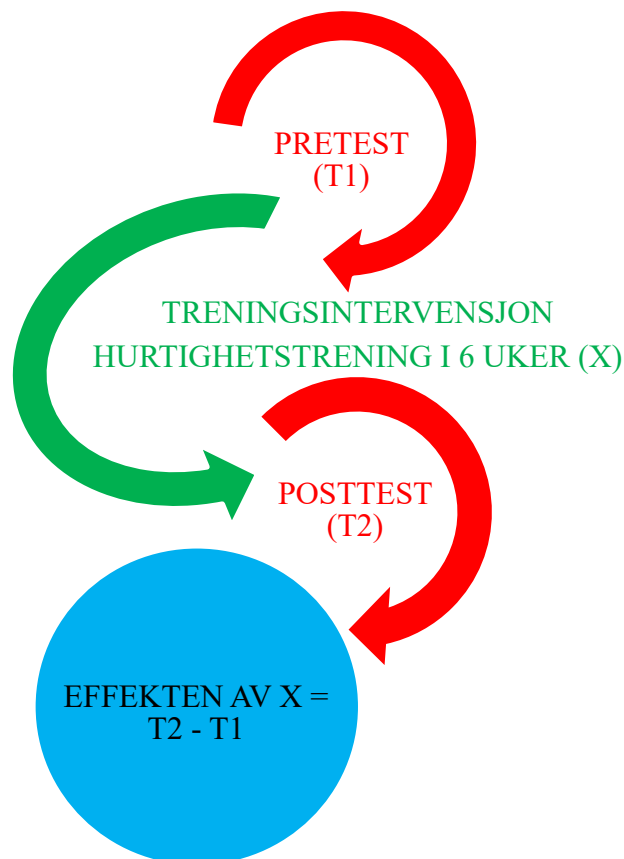
Som jeg har forsøkt å gjøre rede for, vil jeg med denne rammen rundt oppgaven få ut objektiv informasjon. Prosjektets hoveddel, den eksperimentelle påvirkningen (treningsintervensjonen) er, i følge Ringdal (2018), en variant innen eksperimentell forskning som brukes til å avdekke årsakssammenhenger. Videre forklarer Ringdal at man med et slikt design vil kunne se effekten av en isolert årsak, med hjelp av eksperimentell manipulering over en gitt tidsperiode. Det betyr at det kan være mulig å se en endring i prestasjon, på bakgrunn av en intervensjonsperiode med trening. Likevel har jeg i svært liten grad mulighet til å påvirke resultatene i prestasjonstestene i form av reliabilitet. Med denne rammen vil jeg til slutt i oppgaven, basert på tallenes tale, med hjelp av objektive målinger og statistiske analyser, kunne konkludere med et resultat som er fri for subjektive vurderinger Jones (2015).

3.2 Kvasieksperiment.

Eksperimentell forskning tar for seg effekten av en eller flere uavhengige variabelers påvirkning av en eller flere avhengige variabler (Thomas, Nelson & Silverman, 2015). I dette prosjektet ble et utvalg langrennsutøvere utsatt for en treningsintervensjon med hurtighetstrening i 6 uker (X), som er prosjektets uavhengige variabel. For å finne utgangspunkt nivået til utøverne før intervensjonen startet ble det gjort prestasjonstester i forkant, også kalt pretest (T1). Dermed

kunne jeg sammenligne disse resultatene med prestasjonstestene etter intervensjonen, posttest (T2). Det er en klar styrke å ha en kontrollgruppe som ikke blir påvirket av den samme treningsintervensjonen. Dette var ikke mulig i mitt tilfelle, løsningen ble da å følge Ringdal (2018) sitt råd, å gjennomføre flere målinger (T1 og T2) på eksperimentgruppen. Dette er illustrert grafisk i figur 10, og ligningen i eksperimentet ser da slik ut: Effekten av $X = T2 - T1$.

Det er under treningsintervensjonen at kontroll kommer inn i bildet igjen (Jones, 2015). Den oppsatte treningsintervensjonen skal følges. Dette gjør at jeg vet hvor mye hurtighetstrening utvalget gjennomfører. Dermed har jeg i utgangspunktet kontroll over denne uavhengige variabelen, og eventuelt hvordan den påvirker de avhengige variablene, (T1 og T2). Slik som Jones videre nevner, er forskjellene på testresultatene da avhengig av treningen som blir gjort. Dette kan si noe om hvordan treningsintervensjonen har påvirket utgangspunkt nivået til utøverne, altså hvilken effekt treningsintervensjonen har gitt.



Figur 10 Kvasieksperiment med to tidspunkt for målinger (Pre- og posttest). Prestasjonstester ble gjennomført før treningseksperimentet startet (T1). Derav kan man se hvilken effekt hurtighetstrening i 6 uker (X) ga, når de samme prestasjonstestene (T2) ble gjort etter treningsintervensjon.

3.3 Utvalg.

Til denne studien ble samtlige langrennsutøvere i Nordlysbyen Ski invitert til å delta i prosjektet. Dette er en utviklingsgruppe med samarbeid mellom flere klubber i Finnmark. Av disse gjennomførte 21 utøvere T1. Alle fikk også muligheten for å gjennomføre T2. Derimot var inkluderingskriteriet for å bli tatt med videre til prosjektets analysedel, en minimumsdeltagelse på 13 av 18 treninger med hurtighet. Det var relativt mye frafall, på grunn av uforutsette hendelser. Dette resulterte i at det endelige utvalget var 14 junior-utøvere, hvorav 11 gutter og 3 jenter. Detaljert karakteristikkk over deltagerne finnes i tabell 2. Dette er en blanding av utøvere som konkurrerer lokalt, regionalt og nasjonalt, der enkelte av utøverne er på topp regionalt nivå og høyt nasjonalt nivå. Ifølge trenerne varierer treningstimene fra 400 – 700 timer i året. Selv om de representerer klubber fra rundt om i Finnmark er alle bosatt i Alta. Her blir det arrangert fellestreninger 2-4 ganger i uken og utøverne deltar på flere treningssamlinger regelmessig i året fra mai til og med november.

Tabell 2 Deltagernes karakteristikkk (n=14, 11 gutter og 3 jenter)

	<u>Gutter</u>	<u>Jenter</u>
	Gjennomsnitt (Standardavvik)	Gjennomsnitt (Standardavvik)
Alder (år):	17,7 (0,9)	16,3 (0,5)
Høyde (cm):	180,4 (6,6)	163,6 (7,5)
Vekt (kg):	73,2 (8,1)	58 (9,6)
Total trening i 2019 (timer):	577 (55)	491 (50)
Deltagelse, intervensjon (antall):	16,8 (1,9)	15 (1,7)

3.4 Treningsintervensjonen.

Deltagerne har et treningsopplegg for året, perioder og uker. Ifølge deltagerne treneres det fra ca. 7-8 t i uken og opptil 25 timer i de hardeste ukene. Som man kan se i figur 6, legges det ned store mengder trening i september og oktober, i den perioden intervensjonen skal gjennomføres. Ut fra samtale med deltagerne trener kommer det fram at samtlige i gruppen trener mye i denne perioden, det betyr at treningsintervensjonen blir en del av et helhetlig opplegg i en relativt hard treningsperiode. De fleste hurtighetstreningene ble gjennomført i samme

område, i en rulleskiløype. Det betyr at det ikke var behov å ta hensyn til en trafikkert vei. Utøverne ble godt informert om hvordan treningen skulle gjennomføres. Det var alltid minst 2 trenere til stede, i tillegg til undertegnede. Det ble lagt opp til at utøverne konkurrerte i jevnbyrdige par under dragene, noen ganger med tidtaking.

Treningsintervensjonen som deltagerne ble påvirket av var hurtighetstrening 3 ganger i uken i 6 uker. Det ble satt opp fellestreninger 2 ganger i uken og 1 egentrening, totalt 18 økter. Det ble gitt ut mal til hvordan egentreningen skulle gjennomføres. Samtlige av deltagerne skriver treningsdagbok, dermed ble antall gjennomførte hurtighetstreninger kontrollert. Det ble også notert oppmøte på fellestreningene.

Det som er interessant med denne studien er som sagt å se hvilken effekt hurtighetstrening har på unge utøvere, når det legges til i en periode det trenes mye utholdenhetstrening. Treningen som gjøres i denne intervensjonen baseres på kunnskap om fysiologiske grunnlag for hurtighetstrening, anvendt forskning på tema, og retningslinjer om hurtighetstrening som er nevnt i kapittel 2 *Teoretisk perspektiv* og oppsummert i DK 2.5.3 *Utarbeiding av treningsopplegg*. I tillegg er konkrete, anvendbare øvelser og organisering av treningene også diskutert, i samarbeid med veileder og trenere i Nordlysbyen ski. Oppskriften i treningsintervensjonen består av god oppvarming, korte drag med maksimal innsats, innslag av frisprint (flatt terreng), sprint med motstand (motbakke) og tilstrekkelige pauser mellom dragene. Bevegelsesformen er idrettsspesifikk da dette gjennomføres i delteknikken staking på rulleski. Øktene ble også gjennomført med minst 1 dags mellomrom, med hensyn til nødvendig restitusjon av muskler og energilagre (Sand mfl., 2014) Detaljert beskrivelse av øktene finnes på neste side.

3.4.1 Øktplan fellestreninger

Tabell 3 Oversikt over hvordan hurtighetstreningene ble gjennomført på fellestreningene.

Hurtighetstrening i langrenn		
Alle fellestreningene ble gjennomført i klassisk stil.		
Oppvarming (I rulleski-løype)	20 minutter. Start rolig, intensitetssone 1, og noe økende intensitet mot slutten av oppvarmingen – fra sone 1 til sone 2. Avslutt med 2 stigningsdrag på 80 meter.	Intensitetssone 1, fra 60-72% av maksimal hjertefrekvens (HF), og intensitetssone 2, fra 72-82% av maksimal HF (Olympiatoppen, u.å.)
Hoveddel (I rulleski-løype)	4 hurtighetsdrag, maksimal innsats, 40 meter, 2 av dragene i flatt terreng og 2 av dragene i slak motbakke. 4 hurtighetsdrag, maksimal innsats, 80 meter. 2 av dragene flatt terreng og 2 av dragene i slak motbakke. Pauser mellom hvert drag er satt til 3 minutter, der utøverne går hver for seg i intensitetssone 1, i flatt terreng.	Det ble variert mellom flyng og stillestående start, annen hver gang. Dragene i slak motbakke varierte fra 5-7 % Etter at økta var gjennomført, ble resten av tiden brukt til 30 min lett staking og diagonalgang i intensitetssone 1 (60-72% av maksimal HF).

3.4.2 Egentrening

Deltagerne fikk utdelt samme øktplan som ble brukt under fellestreningene, med beskjed om at denne kunne benyttes i egentreningen også. Om hurtighetstreningen skulle kombineres med en langkjørings-økt sto denne oppskriften på samme ark som fellestreningen. Da kunne det gjøres på følgende måte:

Langkjøring, intensitetssone 1 (60-72% av maksimal HF) med innlagte hurtighetsdrag. Dette kunne de velge å gjøre sammen med flere eller hver for seg. Dragene gjennomføres på tid, fullstendig protokoll finnes på neste side.

Oppvarming:

1. 20-30 minutter, intensitetszone 1.
2. Gjennomfør så 2 stigningsdrag på 10 sekunder, 3 minutter pause mellom dragene i intensitetszone 1 (60-72% av maksimal HF).

Videre prosedyre:

- 4 hurtighetsdrag på 5 sekunder, med maksimal innsats. 2 drag i flatt terreng og 2 drag i motbakke.
- 4 hurtighetsdrag på 10 sekunder, med maksimal innsats. 2 drag i flatt terreng og 2 drag i motbakke.
- Aktiv pause i 3 minutter mellom hvert drag, rolig i intensitetszone 1 (60-72% av maksimal HF).
- Avslutt med 20-30 minutter lett staking og diagonalgang i intensitetszone 1 (60-72% av maksimal HF).

3.5 Prestasjonstestene.

For å måle effekten av treningsintervensjonen måtte prestasjonstester utarbeides. Aktuell litteratur ble gjennomgått, for å se om noen lignende eksperimenter hadde vært gjennomført tidligere. Dermed ble testprotokollene i dette prosjektet modifisert etter to vitenskapelige artikler (R. Stöggl mfl., 2017; T. Stöggl mfl., 2006), og i samarbeid med veileder.

«En test er en standardisert og normert prøve brukt til måling av prestasjonsevne, egenskaper eller tilstander» (Frøyd, Tønnessen & Gjerset, 2015, s. 251). Derfor ble det utarbeidet standardiserte testprotokoller med sikte på å oppnå relevante, valide og reliable prestasjonstester (Frøyd, Tønnessen, mfl., 2015). Testingen i dette prosjektet ble gjort i tidsrommet 28. august til 25. oktober. Testdatoene måtte planlegges ut fra deltagerens treningshverdag. De skulle gjennomføres tettest mulig, men ikke samme dag eller dagen etter, ettersom det er noen retningslinjer med tanke på forberedelse til testing. Deltagerne skulle ikke trene hardt dagen før prestasjonstestene og ellers ha tilnærmet normal hverdag. Det ble også informert om å spise som under en konkurranseforberedelse, da bør mat spises 3-4 timer før testene begynner (Frøyd, Tønnessen, mfl., 2015). Prestasjonstestene som ble gjennomført i dette prosjektet var en hurtighetstest på 60 meter og en 1000 meter test. Maksimal innsats gjelder for begge testene, man

skal ta seg raskest mulig fra start til mål. Deltagerne ble motivert og heiet på underveis, for å presse seg til å ta ut alt. Testene ble gjennomført i delteknikken staking. Tabell med oversikt over når testene ble gjennomført er nedenfor.

Tabell 4: Datoene prestasjonstestene ble gjennomført.

	T1, 60 meter	T2, 60 meter	T1, 1000 meter	T2, 1000 meter
Dato:	28 August	23 Oktober	4 September 10 September* 13 September*	25 Oktober

*Oppsamling for de utøverne som ikke hadde mulighet ved første test dato.

3.5.1 Utstyr

I begge prestasjonstestene brukte deltagerne samme par ruller (IDT Classic RM2) med Salomon Prolink Pro Classic bindingssystem (IDT Solutions AS, Lena, Norge). Hurtighetstestene ble gjennomført innendørs i Finnmarkshallen på friidrettsdekke av typen polyuretan. I hurtighetstestene, 60 meter, ble deltagerens private skistaver brukt. Brower SpeedGate fotoceller (Brower Timing Systems, Draper, USA) ble brukt til å ta tiden under denne testen og disse ble plassert på laveste hakk i medfølgende stativ, ca. 30 cm over bakken. 1000 meter testene ble gjennomført på en Rodby tredemølle RL 3500 (Rodby Innovation AB, Vänge, Sverige) inne på Alta Forskningslab ved Universitetet i Tromsø, campus Alta. Denne type tredemølle krever spesialpigge derfor ble skistaver lånt fra labben, type: Swix triac 2.0 (Swix Sport AS, Oslo, Norge), der denne spesialpiggen, kalt stavpigge (Biomekanikk AS, Oslo, Norge) var ferdig påmontert. Polar RS400 (Polar Electro Norge AS, Oslo, Norge) ble brukt til å måle hjerterefreknens (HF). Det ble målt høyde og vekt på alle deltagerne før T1 og T2 inne på Alta Forskningslab, vektmålingen ble gjort på en Tanita BC-420MA (Tanita Corporation of America Inc., Illinois, USA).

Ettersom alt utstyr som brukes under testing bør være likt (Frøyd, Tønnessen, mfl., 2015), ble det notert ned merke, modell og lengde på deltagerens private skistaver, skisko og kles-type (for eksempel, shorts og t-skjorte). Slik at det kunne kontrolleres at samme utstyr ble brukt i T1

og T2. Det ble i tillegg notert ned temperatur og luftfuktighet inne på laben for å kontrollere at forholdene var relativt like på de forskjellige dagene.

3.5.2 Pilottesting.

Etter at testprotokollene var utarbeidet ble det gjennomført pilottesting for å se at utstyr, instrument og protokoller fungerte (Thomas mfl., 2015). Under pilottesting for 1000 meter testen var hovedtrener i Nordlysbyen ski forsøksperson. Protokollen til «Hurtighetstest, 60 meter» har jeg tidligere brukt i min bachelor oppgave som omhandlet hurtighet og maksimal styrke i langrenn, men det ble gjort noen små endringer i denne protokollen. Det ble også arrangert en fellestrening med utvalget i forkant av prosjektets start, der jeg fikk kontrollert at innholdet i treningsintervensjon kunne gjennomføres i henhold til planen. Her fikk jeg kontrollert distansene for hurtighetsdragene og tidsbruken i forhold til organisering av pauser. Det ble også gjort tidtaking på de forskjellige dragene, som ble bestemmende for den alternative egentreningen deltagerne kunne gjennomføre på tid istedenfor 40 og 80 meter.

3.5.2.1 Protokoll, 60 meter staketest.

Standardisert oppvarming: Deler av oppvarmingen forutsetter at man har kontroll på individuelle intensitetssoner, noe deltagerne i dette prosjektet hadde. Intensitetssone 1 (60-72% av maksimal HF), intensitetssone 2 (72-82% av maksimal HF).

Generell oppvarming: Løping 15 minutter, intensitetssone 1.

Generell oppvarming: 2 stigningsdrag løp 60 meter. Gradvis økende løpshastighet, og når det gjenstår ca. 15 meter skal deltagerne ha en hastighet på ca. 90% (subjektivt) av maksimal fart, som holdes til stigningsdraget avsluttes. To minutter aktiv pause mellom dragene.

Spesifikk oppvarming: Stakekast med Abilica MedicineBall, 3 kg – grønn (Mylna Sport AS, Mjøndalen, Norge) 20 kast, 2 serier, intensitetssone 2. Tre minutter aktiv pause mellom serier. Øvelsen simulerer delteknikken staking og har delvis samme bevegelsesmønster. Man kaster her ballen ned i bakken, så spretter den opp igjen deretter et nytt kast.

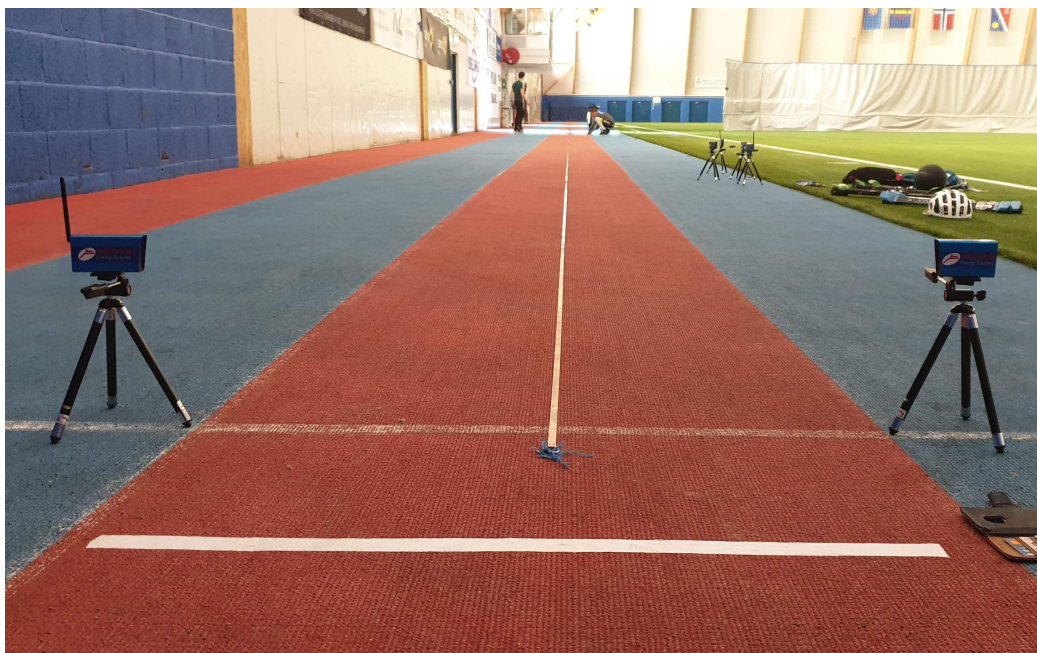
Spesifikk oppvarming og tilvenning: 2 stigningsdrag på rulleski i delteknikken staking, 60 meter. Gradvis økende hastighet, og når det gjenstår ca. 15 meter skal deltagerne ha en hastighet

på ca. 90% (subjektivt) av maksimal fart som holdes til stigningsdraget avsluttes. Tre minutter aktiv pause mellom dragene, intensitetssone 1.

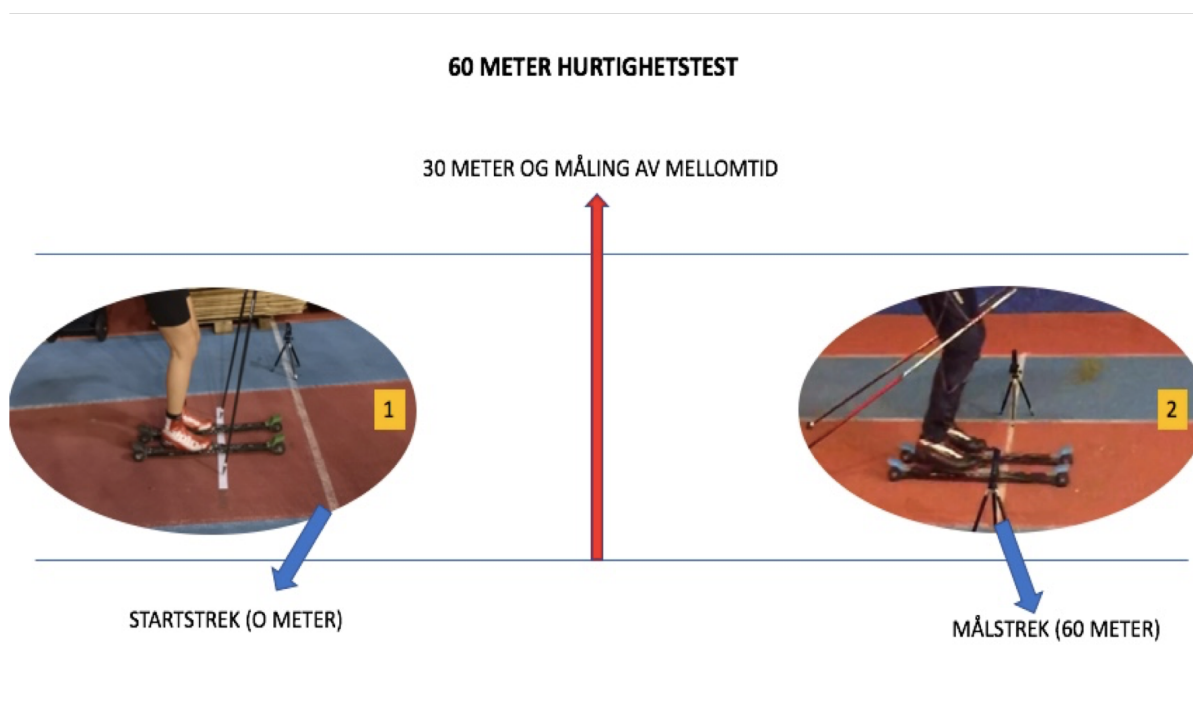
Test protokoll.

60 meter med maksimal innsats i delteknikken staking. Hver deltager fikk 2 forsøk på dette, i tilfelle noe uforutsett skulle skje, for eksempel et stavbrudd. Pause mellom forsøk 1 og 2 ble satt til 8 minutter med rolig aktivitet. Tidene fra begge forsøkene ble notert ned, men kun den raskeste tiden blir brukt i oppgaven. Det ble i tillegg til tid, brukt på 60 meter satt opp en ekstra sensor som målte tiden fra 0-30 meter og fra 30-60 m. Fotocellenes øvrige oppsett og plassering kan sees figur 11 og 12. En standardisert startoppstilling gjør at alle deltagerne må løse dette på samme måte, ikke minst sikrer dette samme startteknikk i T1 og T2. Det ble markert en startstrek 50 cm bak sensorene, se figur 11. Her skal fremste del av bindingen og stavpiggen plasseres (korrekt startoppstilling), se figur 12, bilde 1 markert med gult. Deltagerne valgte selv når de startet draget, det ble kun gitt klarsignal. Det var forbudt å gå diagonalgang i starten, alle startet direkte i delteknikken staking. Når deltagerne så passerte målstreken, etter 60 meter med maksimal innsats, var det ikke lov å strekke fram foten. Målstreken skulle passeres med parallelle bein, se figur 12, bilde 2 markert med gult.

Deltagernes trenere var tilstede under testene. De filmet alle forsøkene til internt bruk, filmklippene ble da også brukt som en kontroll mot at deltagerne passerte målstreken korrekt.



Figur 11 Hurtighetstest, 60 meter. Måling av: distanse for test (60m), høyde på fotocellene (30 cm) og avstand fra fotocellene til startstrek (50 cm, merket med sportstape) Foto: Rikki E. Nilsen (brukt med tillatelse).



Figur 12: Korrekt startoppstilling, bilde 1 (til venstre, markert med gult), og korrekt passering av målstreken, bilde 2 (til høyre, markert med gult). Avstand på banen, 60 meter med måling av mellomtid etter 30 meter.

3.5.2.2 Protokoll 1000 meter staketest.

Standardisert oppvarming: I likhet med oppvarmingen til hurtighetstest, 60 meter, forutsetter det også her at man har kontroll på individuelle intensitetssoner. Intensitetszone 1 (60-72% av maksimal HF), intensitetszone 2 (72-82% av maksimal HF).

Generell oppvarmingen: 15 min løping på tredemølle, 1,8 % stigning, ca. midt i intensitetszone 1. Fra 12-15 min økte deltagerne løpshastigheten til en belastning tilsvarende intensitetszone 2. Etter 15 minutter løping ble det lagt inn en pause på 30 sek. Deretter 1. stigningsdrag på 30 sek med progressiv hastighetsøkning fra intensitetszone 1. De siste 10 sekundene skulle være omkring intensitetszone 4.

Spesifikk oppvarming: 5 min på stakeergometer (ThoraxTrainer Ltd., Charlottenlund, Danmark) med en belastning og frekvens tilsvarende intensitetszone 1-2. De siste 10 sekundene utførte deltagerne en markant frekvensøkning, for å simulere et stigningsdrag.



Figur 13 Spesifikk oppvarming på stakeergometer

Spesifikk oppvarming og tilvenning: Deltagerne fikk totalt 8 minutter med spesifikk oppvarming og tilvenning på rulleskimølla. De 5 første minuttene var med en hastighet tilsvarende deltagerens intensitetszone 1-2. Deretter ingen pause, men over på et 3 minutts drag. I dette draget var det en progressiv hastighetsøkning fra intensitetszone 1-2, der de siste 30 sekundene av draget ble omkring intensitetszone 4. Stigningsgrad på rulleskimølla var satt til 1 grad.

Test protokoll.

Testens starthastighet ble satt ut fra deltagerens erfaringer fra 3 minutters draget i den spesifikke oppvarmingen. Deretter ble denne hastigheten og stigning (1 grad) stilt inn på rulleskimølla. 2 minutter etter oppvarmingen, startet testen. Ettersom starthastighet og stigning var stilt inn på forhånd, økte rulleskimølla automatisk hastigheten progressivt til gitt hastighet.

Testen skulle gjennomføres på kortest mulig tid i delteknikken staking. Ettersom sensorer til å styre hastigheten automatisk ikke var tilgjengelig måtte jeg styre dette manuelt. Dette ble løst med et signal fra deltagerne, her ble kommandoene «opp» eller «ned» brukt. Hastigheten ble da enten satt opp eller ned med 1 km/t. For å ha et forhold til løpsstrategi og tilbakelagt distanse fikk deltagerne beskjed hver hundrede meter om hvor langt de hadde gått. Når testen var ferdig ble følgende notert: tid, høyeste puls registrert, start- og slutt-hastighet.



Figur 14: 1000 meters staketest på rulleskimølla, i delteknikken staking. Foto: eget arkiv

3.6 Analysering av data.

Alle resultater ble registrert direkte i dataprogrammet Microsoft Excel for Mac, versjon 16.35 (Microsoft Corporation, Redmond, USA). Deretter ble samtlige av variablene overført til SPSS Statistics, versjon 25 (IBM Corporation, Armonk, USA) for videre statistisk analyse.

3.6.1 Statistisk analyse

Formålet med denne oppgaven var «å se hvordan hurtighet kan trenes i langrenn, og i tillegg til å se effekten av denne type trening over en 6 ukers periode fra september til oktober, der det også trenes mye utholdenhet». Dette tilsier at jeg ønsker å avdekke mulige systematiske endringer over tid (Medbø, 2018), altså sammenligne resultatene fra T1 og T2, ettersom hypotese 1 og 2 hevder at treningsintervensjonen vil forbedre presentasjonen.

Resultatene ble testet for normalfordeling i SPSS. Histogram, Q-Q plot og signifikansnivå ble studert, det viste seg at det var normalfordelte resultater i hurtighetstesten, men ikke for 1000 meter testen. På bakgrunn av disse resultatene, ble det gjennomført en parett t -test for et utvalg på hastighetstest, 60 meter resultatene. Wilcoxon's ettutvalgs rangtest ble anvendt på resultatene fra 1000 meter testene, da en ikke-parametrisk test var å foretrekke (Medbø, 2018). For å kunne si noe om effektstørrelsen (ES) til endringene i prestasjonstestene, ble det gjort nye utregninger. Dette gir en indikasjon på hvor meningsfull en differanse mellom prestasjonstestene er (Thomas mfl., 2015). ES verdienes styrke ble bedømt ut fra: mindre enn 0,2 = liten; ca. 0,5 = middels; over 0,8 = stor (Cohen, 2013; Thomas mfl., 2015). Fra t -testen for et utvalg sine verdier (gjennomsnittsendring fra T1 til T2, og standardavvik) ble det gjort en Cohen's d utregning ($d = \frac{Gj.snittsendring}{St.avvik}$) (Thomas mfl., 2015). Fra Wilcoxon's ettutvalgs rangtest sine verdier (Z-verdi og deltagere (N)) ble det gjort en utregning med formelen: $r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$ (Rosenthal, 1994). Forskjellige utregningsformler ble brukt ettersom det var gjennomført ulike statistiske tester, på bakgrunn av normalfordelingen.

Oppgavens hypoteser er bearbeidet fram for å kunne si noe om hva man kan forvente av resultat med utgangspunkt i problemstillingene. De statistiske testene som er nevnt i forrige avsnitt brukes for å avkrefte eller bekrefte hypotesene. Når jeg testet hypoteser tok jeg utgangspunkt i en null-hypotese (H_0). For å kunne forkaste den og ta for meg den alternative hypotesen (H_1) må H_0 avkreftes og forkastes først (Medbø, 2018).

I mitt tilfelle ser dette for eksempel slik ut:

→ H_0 : *Hurtighetstrening på rulleski i 6 uker gir ingen forskjell på resultatene, i en 60 meter staketest.*

→ H_1 : *Hurtighetstrening på rulleski i 6 uker vil gi signifikant forbedring på resultatet i en 60 meter staketest.*

Hypotesen 3 påstår at det er en sammenheng mellom resultatene i prestasjonstestene, det ble da gjort en korrelasjonsanalyse. Dette sier hvordan sammenhengen er mellom variabler (Medbø, 2018).

Til å avgjøre om det var en korrelasjon mellom prestasjonstestene i dette prosjektet, ble Kendalls korrelasjonskoeffisient brukt. Ettersom noen av resultatene ikke er normalfordelt, er en ikke-parametrisk test å foretrekke (Medbø, 2018). Spearmans korrelasjonskoeffisient ble vurdert, men på grunn av et lite utvalg ble Kendalls valgt. Da testes graden av lineær sammenheng, og et tall (r) mellom +1 og 0 vil komme fram av denne analysen, ettersom en positiv korrelasjon er å forvente (Medbø, 2018). Punktdiagrammet ble studert for å sjekke at graden av lineær sammenheng var til stede og at andre sammenhenger kunne utelukkes. Trendlinje ble lagt til for å vise korrelasjonens retning. Korrelasjonens styrke oppgitt i r ble kategorisert etter: veldig sterk (utmerket) = 0,9-1; sterk = 0,8-0,9; moderat, 0,7-0,8; liten = < 0,7 (T. Stöggl mfl., 2006).

Statistisk signifikans (p -verdi) i testene ble satt til 0,05 (Jones, 2015). I resultatkapittelet vil verdier av den statistiske analysen bli presentert, herunder vil tilfeldigheten av resultatet bli kategorisert etter: $*p < 0,05$, $**p < 0,01$ og $***p < 0,001$. En lavere p -verdi betyr at resultatet har sterkere signifikans og mindre sannsynlig å trekke feil konklusjon (Medbø, 2018). Videre nevner Medbø at med en p -verdi på 0,05 vil man 5 av 100 ganger trekke feil konklusjon.

I denne oppgaven vil resultater bli presentert som individuelle tider i hundredeler og sekunder, samt som gjennomsnitt og gjennomsnittsendringer med standardavvik (\pm).

3.7 Reliabilitet og validitet.

Reliabilitet er pålitelighet i målingene (Ringdal, 2018). Innenfor den kvantitative rammen nevner Jones (2015) blant annet test-retest reliabilitet. Videre skriver Jones at det er viktig at forskeren finner reliable målemetoder for fenomenet som undersøkes. Repeterbarhet skal sikres uavhengig av hvilket tidspunkt det måles/testes. Reliabilitet er en forutsetning for et hvert suksessfullt prosjekt. Hvordan jeg har tatt for meg dette er nevnt i DK 3.7.1 *Prosjektets reliabilitet*.

Validitet blir av Thomas mfl. (2015) beskrevet som, hvordan en test eller ett instrument måler korrekt, i den forstand at man måler det man vil finne ut. For eksempel, innenfor logisk/åpenbar validitet: «A speed-of-movement test, in which the person is timed while running a specified distance» (Thomas mfl., 2015, s. 204). Det vil si at validiteten oppfattes som ukontroversiell og uproblematisk (Grønmo, 2016). I tillegg nevnes det innenfor eksperimentelle studier ytre og indre validitet. Hvordan jeg har tatt for meg dette er nevnt i DK 3.7.2 *Prosjektets validitet*.

3.7.1 Prosjektets reliabilitet.

Reliabilitet blir påvirket av tilfeldige målefeil (Ringdal, 2018) Når jeg tok for meg pålitelighet i målingene, repeterbarhet og test-retest prinsippet, var det klart at detaljerte og standardiserte testprotokoller måtte utarbeides. Det var viktig å få like testvilkår i T1 og T2 med testprotokoller utarbeidet for å redusere feilmålinger og feilkilder, men fortsatt sikre validitet. Selv om jeg belaget meg på å se en endring i resultatene fra T1 til T2 skulle dette ikke skyldes målingene som ble gjort, men forhåpentligvis treningsintervensjonens effekt. Dermed ble opplegget rundt prestasjonstestene forsøkt standardisert etter best mulig måte. Der alt fra inngang/forberedelse til test og selve testene skulle gjennomføres likt begge gangene.

I tillegg til detaljerte protokoller er også utstyret som ble brukt for å innhente data beskrevet i detalj med merke, modell og leverandør. Dette er gjort på bakgrunn av det som er nevnt i DK 3.1 *Positivism*. Der all eksperimentell forskning skal kunne repeteres av forskeren selv eller andre forskere. Alt utstyr inne på Alta Forskningslab blir jevnlig kalibrert og sjekket. For å være sikker ble rullskimølla kalibrert for helningsvinkel og hastighet før testingen fant sted. Dette ble gjort i ut fra Alta Forskningslab sitt infohefte om prosedyrer og protokoller, i henhold til Olympiatoppens anbefalinger.

Som nevnt ble også alt utstyr som deltagerne benyttet under testene registrert. Hensikten var å redusere feilkilder. Det var for eksempel ikke tillatt at deltagerne kunne bruke lettere og stivere skistaver til T2, da dette potensielt kunne gi en fordel.

3.7.1.1 Likhetstrekk til annen forskning/litteratur.

Hurtighetstest, 60 meter innendørs ble basert på tidligere forskning (R. Stöggl mfl., 2017; T. Stöggl mfl., 2006). Der testingen ble gjennomført på friidrettsdekke innendørs. Å flytte testen inn er med på å redusere målefeil på grunn av ytre forhold som vær og vind kan forårsake. Sandbakk og Tønnessen (2012) skrev også at landslaget har brukt friidrettsbaner for å teste hurtighet. Det gir en bedre pålitelighet i målingene sammenlignet med en hvilken som helst asfaltstrekning, fordi en friidrettsbane har enkelte krav som følges når den blir laget (Norges-Friidrettsforbund, u.å.).

Fotocellene som ble brukt under tidtakingen i denne testen går på automatikk. Start og stopping av tiden styres med sensorer, uten påvirkning fra forsker. Denne typen måleinstrument har vist seg å gi reliable målinger og har blitt vurdert av Shalfawi, Enoksen og Tønnessen (2012) som et godkjent instrument til ta tiden.

Bruken av rulleskimølle for å gjennomføre en test over en distanse på 1000 meter, ble basert på T. Stöggl mfl. (2006) sin forskning. Denne testen kunne også blitt styrt på automatikk i forhold til hastighetsregulering og stopp av testen etter 1000 meter. Dette ble løst med at samme person kontrollerte rulleskimøllen under testene, da dette gir mer nøyaktighet enn om forskjellige personer hadde gjort dette.

3.7.2 Prosjektets validitet.

Igjen vil jeg trekke inn hovedproblemstillingen min: «*Hvordan trene hurtighet i langrenn, og hvilken effekt har denne treningen for langrennutøveres resultater på 60 meter og 1000 meter staketest?*» Her vil jeg ta for meg problemstillingen 'todelt'. Den første delen av problemstillingen: Hvordan trene hurtighet i langrenn? Dette ble gjennomgått i teorikapitlet og derav ble treningsintervensjonen satt sammen basert på teori. Denne delen av prosjektet har en høy ytre validitet. Det går under det Ringdal (2018) kaller felteksperiment. Prosjektets treningsintervensjon gir høy realisme (ytte validitet) på grunn av at det faller naturlig for deltagerne å trene

hurtighet ute på rulleski, altså idrettsspesifikt, sammenlignet med å trene inne på et laboratorium i et apparat. Dette betyr at det er mindre kontroll over den eksperimentelle påvirkningen, enn inne på et laboratorium, men det kunstige preget over eksperimentet blir redusert (Ringdal, 2018).

Til den andre delen av problemstillingen: Hvilken effekt har denne treningen for langrennutøveres resultater på 60 meter og 1000 meter staketest? Det ble her gjort en avgrensning på utvalg, og jeg måtte finne deltagere som var aktive langrennsutøvere. Dette gjør at utvalget ikke er tilfeldig men selektert. På bakgrunn av dette blir det vanskelig å kunne generalisere prosjektets resultater, ettersom dette er en trussel mot den indre validiteten og innenfor en spesiell kontekst (Hurtighetstrening i langrenn) (Ringdal, 2018).

For å finne ut hvilken effekt dette hadde på spesifikk hurtighetsprestasjon, og om dette kunne ha effekt på prestasjon i en lengere distanse, måtte relevante prestasjonstester gjennomføres. Det ble forsøkt en tilnærming til prestasjonstestene basert på tidligere forskning, da vet man at disse type tester er vurdert av andre (Jones, 2015).

Hurtighetstest, 60 meter er som sagt basert på annen forskning. Den kan også knyttes opp mot definisjonen av hurtighet (Enoksen, 2015), som er nevnt i DK 2.2.3 *Hurtighet*. Dette gir ifølge Grønmo (2016) denne prestasjonstesten en definisjonsmessig validitet, ettersom hensikten var å ha en spesifikk hurtighetstest ved å forflytte seg raskest mulig horisontalt over en distanse på 60 meter, i delteknikken staking. 1000 meter testen har i motsetning ingen definisjon å støtte seg på. Hensikten var da å gjennomføre en prestasjonstest av lengere varighet (mellom 2 og 3 minutter), som kan relateres til andre fysiske egenskapene. For å studere om idrettsspesifikk hurtighetstrening kan ha en effekt på andre områder enn hurtighet.

Det har blitt vist tidligere i oppgaven at slike typer prestasjonstester har en sammenheng med langrennsprestasjon (R. Stöggl mfl., 2017; T. Stöggl mfl., 2006). Dermed kan det brukes som argumentasjon for at det er relevante tester å gjennomføre.

Begge prestasjonstestene følger da logisk/åpenbar validitet, som går ut på å måle prestasjonen i en gitt øvelse (Thomas mfl., 2015). Med en høy indre validitet og kontroll når gjennomføringen fant sted innendørs i et kunstig miljø (Ringdal, 2018).

Som jeg nevnte i DK 3.5 *Prestasjonstestene*, er det viktig å oppnå reliable, valide og relevante tester. Det er også viktig at den resultatene jeg har samlet inn er relevant og treffende for det

som er formålet/hensikten med studien (Grønmo, 2016). Prestasjonstestene er utarbeidet for å måle effekten av hurtighetstrening i langrenn. Prosjektet er også relevant og treffende på grunn av det økte fokuset på, og viktigheten av hurtighet for langrennsutøvere. Nevnt innledningsvis i oppgaven og i deler av kapittel 2. *teoretisk perspektiv*.

3.8 Metodediskusjon.

I dette delkapittelet vil jeg ta for meg styrker og svakheter med min metode, som bygger blant annet videre på validitet og reliabilitet. Til dette prosjektet har testprotokoller blitt modifisert etter annet vitenskapelig arbeid. Å bruke de samme protokoller og utstyr som drevne fagfolk, blir sett på som en styrke innenfor reliabilitet og validitet (Jones, 2015)

Ettersom treningsintervensjonen fant sted i et naturlig miljø for deltagerne, og testingen i et kunstig miljø, med kontroll over klima, utstyr, lik inngang til og gjennomføring av prestasjonstester, inneholder prosjektet både deler av et felt- og laboratorieeksperiment. Dette gir en blanding av høy indre og ytre validitet (Ringdal, 2018). Jeg ser på det som en styrke å kombinere disse to eksperimenttypene, i håp om å skape en naturlig tilnærming til treningen og nøyaktighet i målingene under prestasjonstestene. En mulighet var å gjøre som Nilsson mfl. (2004). De la treningsintervensjonen inn på laboratorium i stakeergometer, som gir bedre kontroll. Men dette hadde gått utover mitt ønske om å gjennomføre en treningsintervensjon, med høy realisme og på en idrettsspesifikk måte med rulleski.

Selv om testprotokollene i dette prosjektet var standardisert, og samme person var testleder under både T1 og T2, er det enkelte momenter som kunne gitt bedre pålitelighet i målingene. Tilleggsutstyr som kunne målt rulleskiens rullemotstand i forkant av T1 og T2 hadde vært en styrke. Da kunne jeg med sikkerhet konstatert at rullemotstand var uendret. Men til gjengjeld var de rulleskiene som ble brukt under prestasjonstestene øremerket 'testski', og blir kun brukt under tester på Alta Forskningslab. Dermed ble skiene ikke brukt nevneverdig mye mellom T1 og T2, som har en innvirkning på slitasje og endret rullemotstand.

Det var noe unaturlig for deltagerne å måtte gi kommandoen «opp» eller «ned» for å regulere hastigheten underveis i 1000 meter testen. Dette kunne vært løst med sensorer til å styre hastighet på rulleskimølla. Programvare som gjør at test-type kan stilles inn på forhånd og stoppes nøyaktig på automatikk hadde vært ønskelig. Dette tilleggsutstyret hadde minimert testleders innblanding og redusert tilfeldige målefeil. Utfordringene med hastighetsregulering ble

oppdaget under pilottestingen, men ble ikke sett på som et stort problem. Dette fører meg over til det Ringdal (2018) nevner som trussel mot den indre validiteten i eksperimenter. Når et eksperiment har gjentatte målinger kan deltagerne lære noe av den første testen som påvirker resultatet til den neste testen, kalt instrumenteffekten. Denne potensielle effekten føler jeg er tilstede under 1000 meter testen. Selv om deltagerne valgte starthastighet til prestasjonstestene selvstendig, kan det tenkes at de hadde noen erfaringer fra T1 som påvirket dette til T2. Samtidig kunne deltagerne justere hastigheten valgfritt underveis som gjorde det mulig å ha en individuell løpsstrategi. For å redusere denne instrumenteffekten kunne det vært innført en større andel med tilvenning, der alle deltagerne fikk bli kjent med testprotokollen og prøvd prestasjonstesten i forkant av prosjektet (Frøyd, Tønnessen, mfl., 2015). Eventuelt utarbeidet en annen type prestasjonstest med en annen testprotokoll, hvor mulighet for denne potensielle instrumenteffekten var betydelig redusert.

Noe av utstyret som ble brukt under testingen var også nytt for deltagerne. Herunder spesialpiggen som måtte brukes på rullskimølla og friidrettsdekke i Finnmarkshallen. Spesialpiggen veier noe mer, ca. 70 gram pr stk. (BiomekanikkAS) sammenlignet med en pigg/trinse som brukes på asfalt eller snø. Dette gjør at skistaven og pendelen blir noe tyngre, og under høyere hastigheter som i 1000 meter testene kan pendelen oppleves som uvant. Friidrettsdekket inne i Finnmarkshallen har en mykere overflate enn asfalt, som deltagerne normalt trener på med rullleski. Det gjorde at motstand opplevdes som tyngre enn normalt. Disse to momentene er også en utfordring i forhold til den indre validiteten, der deltagerne erfarer noe i T1 som kan påvirke resultatet i T2.

Som det ble nevnt tidligere under DK 3.5 *Prestasjonstestene*, ble testingen planlagt ut fra deltagerens treningshverdag, for å få tilnærmet lik forberedelse til T1 og T2. Andre feilkilder som kan nevnes er om deltagerne hadde forskjellig dagsform under T1 og T2, eller et underliggende problem i form av sykdom eller skade som ikke ble tatt opp med meg eller veileder for prosjektet.

Dette prosjektets design går ifølge Thomas mfl. (2015) under det som kalles pre-eksperimentelle design, One-Group Pretest-Posttest Design. Et slik design har en svakhet ettersom man ikke bruker to grupper (test og kontrollgruppe) med randomiserte deltagere. Det nevnes samtidig at man kan observere en endring i prestasjon på grunn av flere målinger. Men det kan ikke konkluderes at dette skyldes «behandlingen». Grunnen er at designet ikke har kontroll på vesentlige variabler under historie som: modning, læringseffekt (instrumenteffekt) og trening

utenom eksperimentets rammer. Den opprinnelige planen for prosjektet innebar å ha to grupper, og om mulig et randomisert utvalg som gir et design kalt ekte eksperiment (Ringdal, 2018). Et ekte eksperiment ville innebære en testgruppe som gikk igjennom treningsintervensjonen og en kontrollgruppe som trente normalt. På grunn av økonomiske- og geografiske forutsetninger, samt tilgjengelige aktive junior langrennsutøvere, måtte denne planen dessverre strykes, noe som må betraktes som en svakhet ved studiet. Jeg gjorde flere grep for å ha kontroll på disse variablene. Det ble satt opp fellestreninger med hurtighet, der jeg kunne observere treningen, og gjennomføring. Til egentreningen skulle utgitt mal følges. Det ble tatt oppmøte på fellestreningene og kontrollert antall egentreninger. Ved å ta i bruk slike tiltak, ville det medføre at at jeg i utgangspunktet skulle ha kontroll på hvordan deltagerne trente i eksperimentperioden.

I avsnittet ovenfor nevner jeg tilgjengelige aktive langrennsutøvere i junioralder. Dette har siden prosjektets planleggingsfase vært diskutert i forhold til størrelse på utvalget. Ettersom det i utgangspunktet var 21 deltagere som gjennomførte pretesten (T1) var utvalget til å starte med ganske sårbart, men som Ringdal (2018) nevner kan små utvalg være tilstrekkelig når store forskjeller forventes. Etter et frafall på 7 deltagere var det endelige utvalget 14. Dette er et lite utvalg og en svakhet i prosjektet, men frafall kan ikke kontrolleres. Med et større utvalg ville et frafall på 7 deltagere ikke vært like betydningsfullt, samtidig var det ikke flere tilgjengelige aktive langrennsutøvere i junioralder lokalt. Utvalget består av en blanding mellom gutter og jenter. Jeg ønsket med dette å kunne sammenligne endringer i resultatene fordelt på kjønn. Men igjen, på grunn av et lite utvalg og spesielt få jenter (3) kunne ikke dette gjøres. Jeg har valgt å blande kjønn nettopp for å få et større utvalg, og ettersom inkluderingskriteriene var like for gutter og jenter ble deltagerne med tilstrekkelig deltagelse i treningsintervensjon brukt i prosjektets analyser.

Opprinnelig plan var en 8 uker treningsintervensjon. Denne måtte bli redusert til 6 uker med fellestreninger, på grunn av kaldere vær og frost som gjorde det vanskelig å fortsette treningen på rulleski. Dette resulterte i en del færre økter en først planlagt. Jeg har vært oppmerksom på at antall uker i slike studier varierer. Til eksempel har mitt prosjekt samme varighet som Nilsson mfl. (2004), og andre studier har færre uker med intervensjon (Jakeman mfl., 2016). Enkelte har 8 ukers intervensjon (Sandbakk, Welde, mfl., 2011; Vandbakk mfl., 2017). I utgangspunktet ville prosjektet hatt 24 hurtighetsøkter totalt. Dette ble redusert til 18 økter fordelt på 6 uker og kan ha hatt en innvirkning på resultatet. Ettersom den totale treningsmengden, vil påvirke belastningen og organismens eventuelle utbytte av treningen (Gjerset, Raastad, mfl., 2015).

3.9 Ethiske utfordringer.

I enhver forskningsprosess er det en del retningslinjer som må følges. Ifølge Ringdal (2018) er det 46 retningslinjer, fordelt på 6 temaer. I dette DK skal jeg ta for meg de tema og retningslinjer som jeg har tatt høyde for i dette prosjektet.

Langrenn er en idrett som har interessert meg i store deler av livet. Fra tiden som barn, aktiv langrennsløper, trener og via utdanningen min. Dette medfører en nærhet til temaet jeg forsker på. På grunn av dette er det viktig å reflektere over, og redegjøre hvordan mine interesser, holdninger og verdier kan ha påvirket valg av tema, datakilder og tolkninger. Selv om jeg har valgt et tema som interesserer meg, har jeg i oppgavens kunnskapsgrunnlag *4.1 positivisme* redegjort hvordan prosjektet baseres på objektive målinger og statistiske analyser, som er fri for subjektive vurderinger.

Utvalget av personer som deltar i prosjektet har frivillig takket ja til å være med i prosjektet. Dette sikrer frihet og selvbestemmelse (Ringdal, 2018). Deltagerne fikk informasjon om prosjektet både muntlig og gjennom et informasjonsskriv med samtykkeerklæring (se vedlegg). Mal for dette informasjonsskrivet ble lastet ned fra Norsk Senter for forskningsdata (NSD). Prosjektet ble også registrert og godkjent av NSD. Deltagerne i prosjektet er anonymisert, der navn er skiftet ut med ID nr. Dette gjør at ingen enkeltpersoner kan identifiseres i oppgaven.

Til slutt vil jeg nevne god henvisningsetikk igjennom hele prosjektet har vært sentralt og viktig (Ringdal, 2018).

4 Resultat.

Resultatene i dette prosjektet går som sagt ut på å sammenligne resultatene fra prestasjonstestene (T1 og T2), som ble gjennomført med en treningsintervensjon på 6 uker imellom. Resultatene vil bli framstilt i tabeller for å få en fullstendig oversikt over vesentlige variabler som er samlet inn, og i diagrammer for å illustrere endringene i prestasjon. Ettersom antall deltagere er relativt lite velger jeg å vise alle resultater i oppgaven som tabell, framfor som vedlegg. Deltagernes karakteristikk som jeg har kontrollert før pre- og posttest, viste ingen signifikant endring i høyde og vekt ($p > 0,05$).

4.1 Resultater hurtighetstest, 60 meter staking.

Etter en deltagelse på treningsintervensjonen med 16,4 ($\pm 2,0$) hurtighetstreninger i gjennomsnitt, viser det seg at det har skjedd en endring i prestasjon på hurtighetstesten i gjennomsnitt. Detaljert oversikt av alle deltageres ($N = 14$) tider, fra T1 og T2, fordelt etter de forskjellige distansene (mellomtidene) er i tabell 5, på neste side.

Tabell 5 Resultatene for hurtighetstest, 60 meter, pre- og posttest. Alle tider er oppgitt i hundre-
redeler, det er også oppgitt gjennomsnittstid og standardavvik (\pm).

Deltager (ID)	Pretest (T1)	Posttest (T2)	Pretest (T1)	Posttest (T2)	Pretest (T1)	Posttest (T2)
	0-30 m	0-30 m	30-60 m	30-60 m	0-60 m	0-60 m
1	552	538	406	396	958	934
2	551	543	420	409	971	952
3	676	666	509	502	1185	1168
4	582	568	421	415	1003	983
5	604	590	449	453	1053	1043
6	601	605	464	462	1065	1067
7	526	525	392	393	918	918
8	532	541	398	401	930	942
9	550	538	408	403	958	941
10	552	545	408	408	960	953
11	557	560	422	414	979	974
12	501	500	368	366	869	866
13	554	544	401	390	955	934
14	579	552	439	413	1018	965
Gjennom- snitt (\pm)	565,5 (42,3)	558,2 (40,4)	421,8 (34,9)	416,1 (34,5)	987,3 (76,7)	974,3 (74,5)

I tabellen over kan man se gjennomsnittstidene og at de har endret seg fra T1 til T2. Ut fra de forskjellige målingene som ble gjort viste det seg at deltagerne i gjennomsnitt presterte bedre på alle distansene. Når gjennomsnittstidene fra tabellen 5 blir omgjort til prosentvis økning tilsvarer det en forbedring på 1,29% på 0-30 meter; 1,35% på 30-60 meter og 1,32% på 0-60 meter, etter treningsintervensjonen. Gjennomsnittsendring i hundre- og verdier fra den statistiske analysen finnes i tabell 6 på neste side, den har også samme fordeling etter de forskjellige distansene/mellomtidene.

Tabell 6 Verdier fra den statistiske analysen (paret *t*-test for et utvalg) av resultatene fra hurtighetstest, 60 meter. Forskjell fra pre- til posttest, og tilhørende standardavvik, *p*-verdi og effektstørrelse (ES).

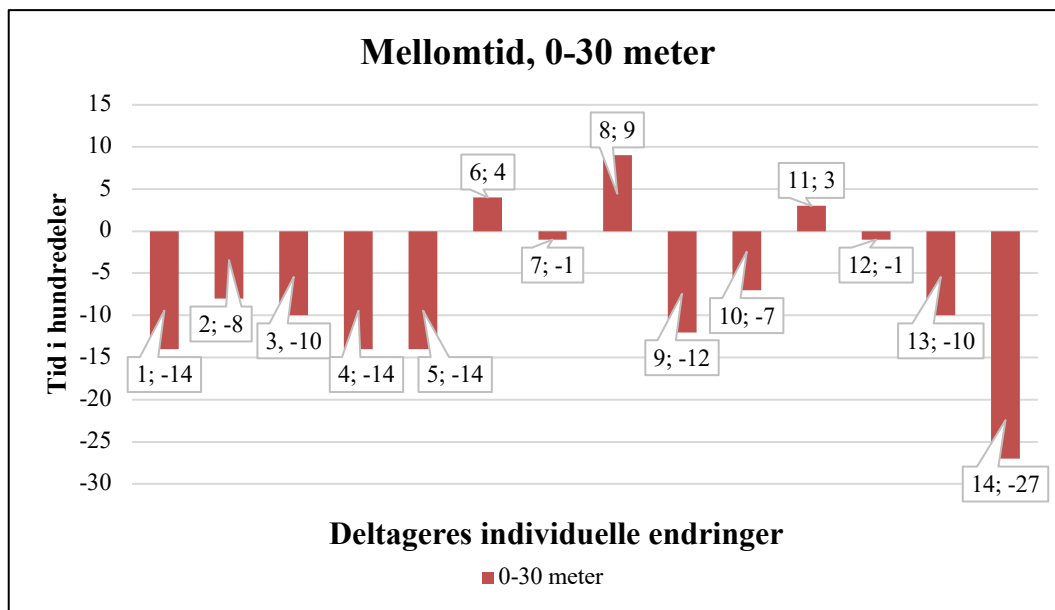
Distanse (meter)	Gjennomsnittsendring (hundredeler)	Standardavvik	<i>p</i> -verdi	ES
0-30	-7,3	9,3	0,012*	-0,78
30-60	-5,7	7,7	0,016*	-0,74
0-60	-13	15,5	0,008**	-0,84

p* < 0,05 og *p* < 0,01

Resultatene i tabell 6 viser at det var en reduksjon (forbedring) i gjennomsnittstid fra T1 til T2. Samlet sett presterte de bedre og ble raskere på samtlige distanser/mellomtider, samt et signifikant resultat med lave *p*-verdier og middels til stor effektstørrelse.

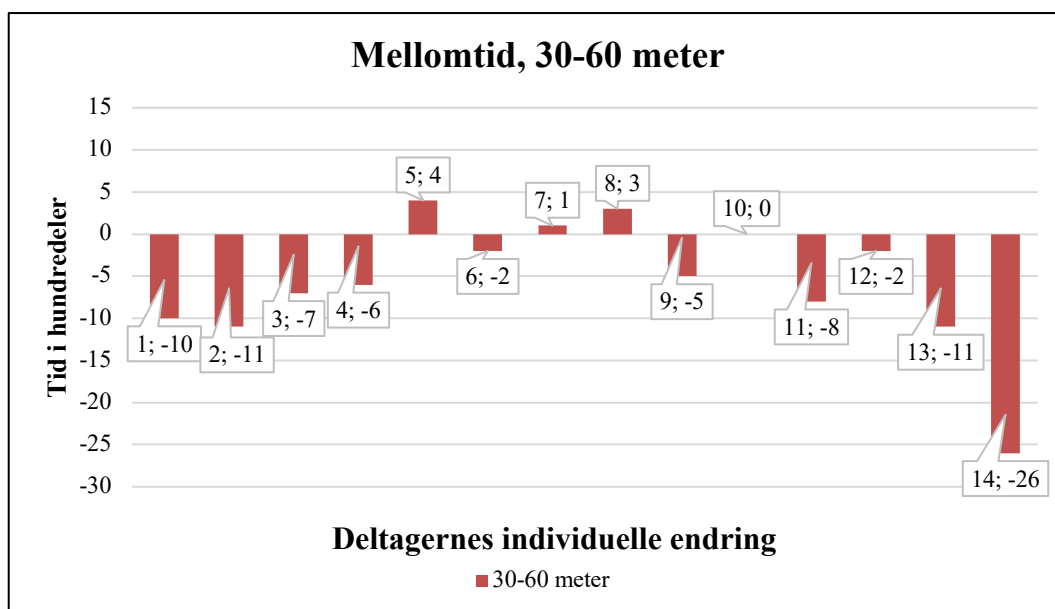
For å illustrere deltagerens individuelle endring fra pre- til posttest har jeg tatt differansen av resultatene, som framkommer i tabell 5, og illustrert dette grafisk i påfølgende figurer: fig. 15 viser resultatene fra 0-30 meter, fig. 16 viser resultatene fra 30-60 meter og fig. 17 viser resultatene 0-60 meter. Figurene viser endring i tid (hundredeler) fra T1 til T2. Noen få av deltagerne presterte dårligere til T2, markert med positivt tall. De fleste presterte bedre og ble raskere, markert med negativt tall (-), samt at noen hadde uendret tid, markert med; 0. Mer detaljerte forklaringer vil komme for hver figur.

Det kommer fram i figur 15 på neste side, at etter treningsintervensjonen presterte 3 deltagerne dårligere enn på T1, de resterende 11 presterte bedre og ble raskere til T2, på distansen 0-30 meter.



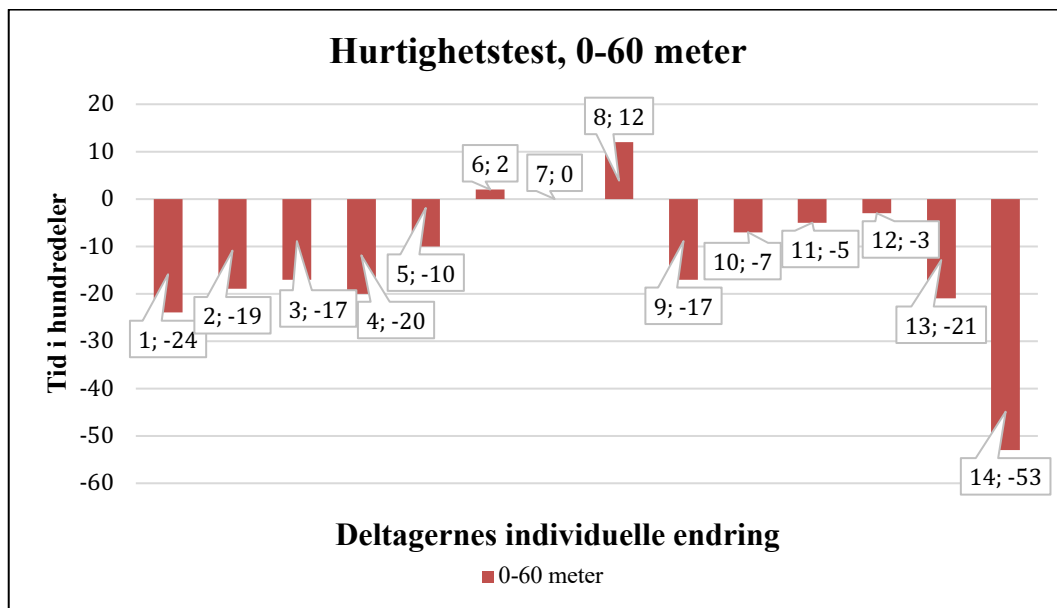
Figur 15 Deltagernes (N=14) individuelle endringer fra T1 til T2, på distansen 0-30 meter. Figuren viser deltagerne med økning i tid og reduksjon (forbedring) i tid. Hver deltagers endring er markert med tekstboks (ID nr. og tidsendring)

Det kommer fram i figur 16 at etter treningsintervensjonen presterte 3 deltagerne dårligere, 10 presterte bedre og ble raskere til T2, på distansen 30-60 meter. 1 deltager hadde uendret tid.



Figur 16 Deltagernes (N=14) individuelle endringer fra T1 til T2, på distansen 30-60 meter. Figuren viser deltagerne med økning i tid og reduksjon (forbedring) i tid, samt deltager med uendret tid. Hver deltagers endring er markert med tekstboks (ID nr. og tidsendring)

Det kommer fram i figur 17 at etter treningsintervensjonen presterte 2 deltagerne dårligere, 11 presterte bedre og ble raskere til T2, på distansen 0-60 meter. 1 deltager hadde uendret tid.



Figur 17 Deltagernes (N=14) individuelle endringer fra T1 til T2, på distansen 0-60 meter. Figuren viser deltagerne med økning i tid og reduksjon (forbedring) i tid, samt deltager med uendret tid. Hver deltagers endring er markert med tekstboks (ID nr. og tidsendring)

4.2 Resultater 1000 meter staketest.

Etter en deltagelse på treningsintervensjonen med 16,4 ($\pm 2,0$) hurtighetstreninger i gjennomsnitt, viser det seg å ha skjedd en endring i prestasjon på 1000 meter testen i gjennomsnitt. Detaljert oversikt av alle deltageres (N = 14) tider, endring i start og slutthastighet (km/t), samt høyeste hjertefrekvens (HF) fra T1 og T2 tider er i tabell 7, på neste side.

Tabell 7 Resultatene fra 1000 meter staketest, pre- og posttest. Alle tider er oppgitt i sekunder, samt gjennomsnittstider og standardavvik (\pm)

Deltager (ID)	Pretest (T1)	Posttest (T2)	Endring i km/t (Start)	Endring i km/t (Slutt)	Høyeste HF (T1)	Høyeste HF (T2)
1	132	126	3	2,8	178	169
2	123	123	3	-3,2	190	190
3	193	182	1	1,8	186	182
4	150	141	4	1	211	204
5	167	154	4	1	195	192
6	182	180	1	1	193	186
7	129	122	3	-1	194	196
8	127	120	1	1	179	179
9	134	134	1	1	190	186
10	134	130	1	5	198	195
11	142	135	1	2,4	195	188
12	122	115	4	1	198	194
13	135	127	2	2	181	180
14	139	138	1	-2	202	203
Gjen- nomsnitt (\pm)	143,50 (22,0)	137,64 (20,8)	2,1** (1,3)	0,9 [#] (2,0)	192,1 (9,1)	188,8* (9,6)

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ og [#] $p > 0,05$

I tabellen over kan man se gjennomsnittstidene, og at de er endret seg, det var en signifikant endring i starthastighet (km/t) og høyeste HF under fra T1 til T2. Ut fra målingene som ble gjort viste det seg at deltagerne i gjennomsnitt presterte bedre. Når gjennomsnittstidene fra tabell 7 omgjøres til prosentvis økning tilsvarer det en forbedring med 4,1% på 1000 meter staketesten etter treningsintervensjonen. Gjennomsnittsendringer i sekunder og verdier fra den statistiske analysen finnes i tabell 8, på neste side.

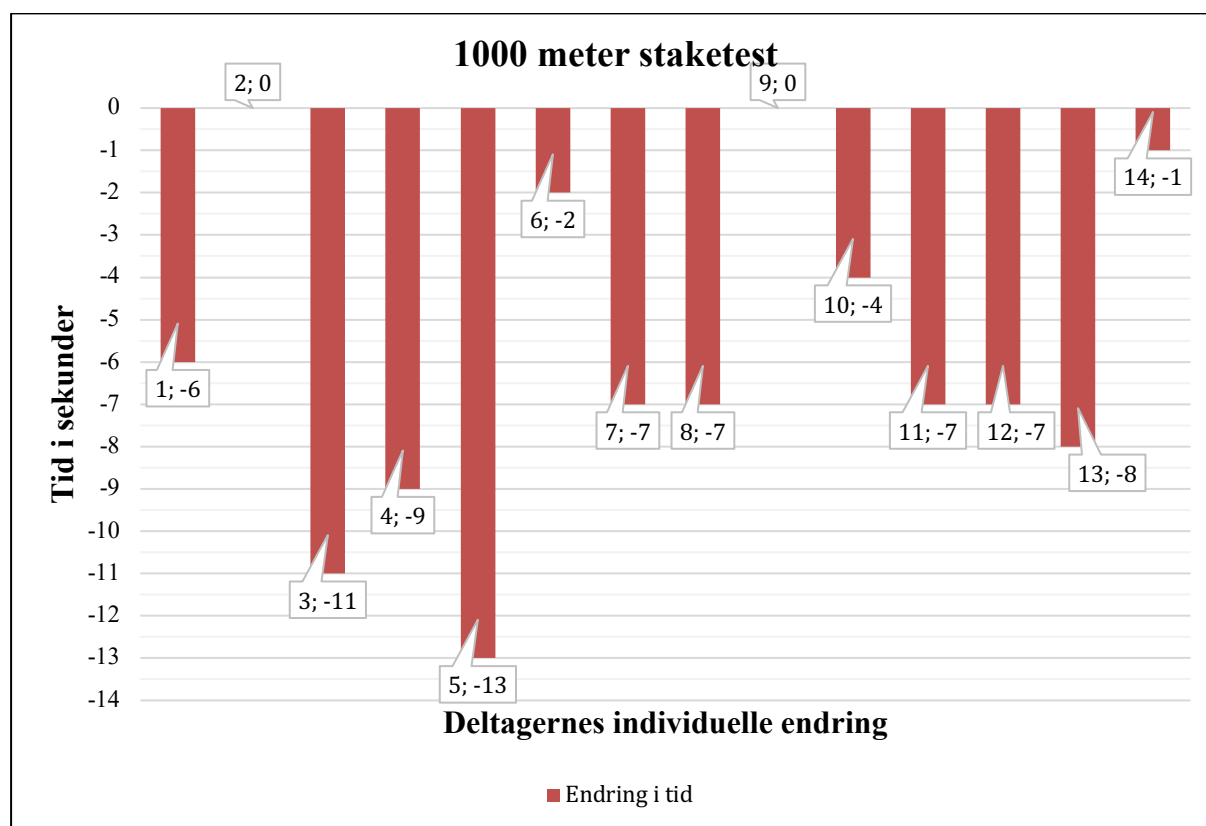
Tabell 8 Verdier fra den statistiske analysen (Wilcoxon's ettutvalgs rangtest) av resultatene fra av 1000 meter staketest. Forskjell fra pre- til posttest, og tilhørende standardavvik, z-verdi, p-verdi og effektstørrelse (ES).

1000 meter test	Gjennomsnittsendring (sekunder)	Standardavvik	z-verdi	p-verdi	ES
T1 - T2	-5,8	3,9	-3,071	0,002**	-0,82

** $p < 0,01$

Resultatene i tabell 8 viser at det var en reduksjon (forbedring) i gjennomsnittstid på 1000 meter staketesten til T2, samt et signifikant resultat med lav p-verdi og stor effektstørrelse.

For å illustrere deltagerens individuelle endring fra pre- til posttest har jeg tatt differansen av resultatene, som framkommer i tabell 7, og illustrert dette grafisk i påfølgende figur 18. Den viser en endring i tid (sekunder) fra T1 til T2, der 12 deltagerer presterte bedre og ble raskere, markert med negativt tall (-), og 2 deltagerer hadde uendret tid, markert med; 0.



Figur 18 Deltagerens (N=14) individuelle endringer fra T1 til T2, på 1000 meter staketesten. Figuren viser deltagerer som har reduksjon i tid (forbedring) og deltagerer som hadde uendret tid. Hver deltagers endring er markert med tekstboks (ID nr. og tidsendring)

4.3 Korrelasjon mellom prestasjonstestene.

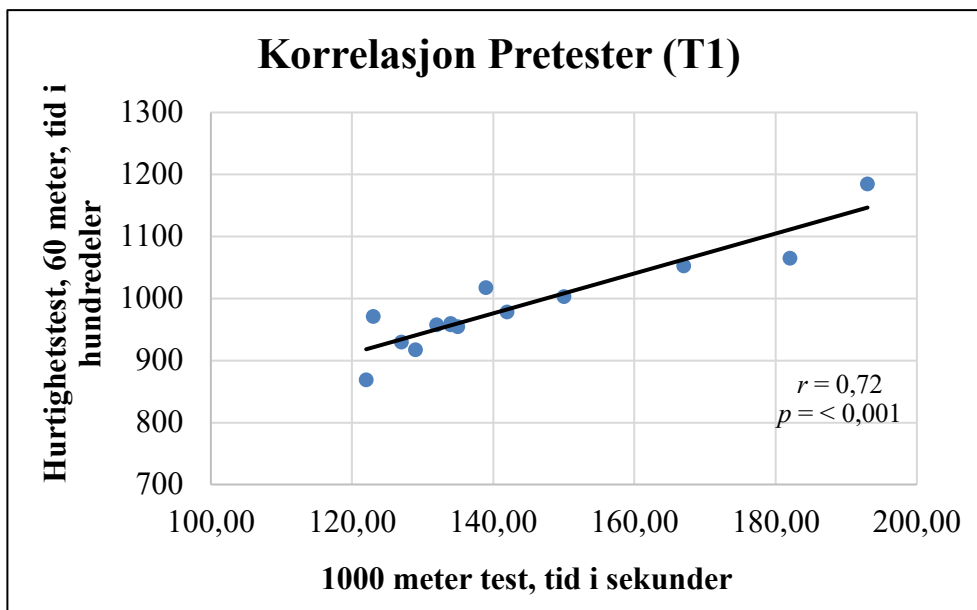
Det visste seg at det at det var en korrelasjon mellom prestasjonstestene allerede ved pretestene. Etter en deltagelse på treningsintervensjonen med 16,4 ($\pm 2,0$) hurtighetstreninger i gjennomsnitt, viste det seg å fortsatt være en korrelasjon. Detaljert oversikt fra den statistiske analysen (Kendalls korrelasjonskoeffisient), korrelasjonens styrke og signifikants (p -verdi) finnes i tabell 9, her sammenlignes pretestene med hverandre, og posttestene med hverandre.

Tabell 9 Korrelasjonen mellom prestasjonen i 60 meter og 1000 meter staking med maksimal innsats.

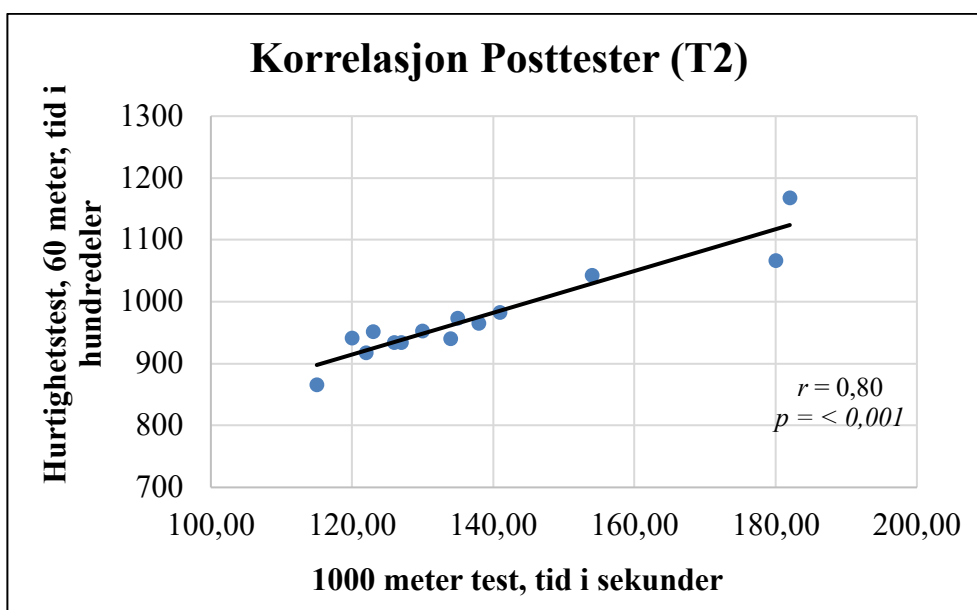
	Hurtighetstest, 60 meter (T1)		Hurtighetstest, 60 meter (T2)	
1000 meter test (T1)	$r = 0,72$	$P = 0,000^{***}$	-	
1000 meter test (T2)	-		$r = 0,80$	$P = 0,000^{***}$

*** $p < 0,001$

Det kommer fram i tabell 9 at det var en moderat sammenheng mellom prestasjon i 60, og 1000 meter testen før treningsintervensjonen startet. Det var en sterk korrelasjon etter treningsintervensjonen. Det var også et signifikant resultat i begge korrelasjonsanalysene, med lave p -verdier. Resultatene som analysen baseres på, er fra tabell 5 (0-60 meter) og tabell 7 (1000 meter), dette er framstilt grafisk i figur 19(T1) og figur 20 (T2). Punktene i diagrammet representerer hver deltager, plasseringen i diagrammet er satt ut fra individuelle resultater i prestasjonstestene.



Figur 19 Viser korrelasjonen mellom prestasjonen i 60 meter og 1000 meter staking med maksimal innsats, før treningsintervensjonen. (N=14)



Figur 20 Viser korrelasjonen mellom prestasjonen i 60 meter og 1000 meter i delteknikken staking med maksimal innsats, etter treningsintervensjonen. (N=14)

Man kan observere en forskjell i korrelasjon på de ulike tidspunktene, da det er mindre spredning i punktene i korrelasjonen for T2. Som jeg nevnte tidligere i resultatkapittelet ble deltagerne raskere med 13,0 hundreleder (1,32%) på 0-60 meter og 5,8 sekunder (4,1%) på 1000 meter. Dette kan også gjenspeiles i figurene der de fleste punktene har flyttet seg nærmere y og x akse i figur 20, som betyr at de fleste deltagerne forbedret sine tider fra T1 til T2.

4.4 Andre funn

I utgangspunktet ville jeg i dette prosjektet se om gutter og jenter responderte ulikt på hurtighetstreningen. På grunn av størrelsen på utvalget ble dette dessverre ikke gjort. Likevel vil jeg legge fram noen resultater i forhold til kjønnsforskjeller, selv om det ikke er gjennomført en grundig statistisk analyse. Oversikt av aktuelle resultater finnes i tabell 10.

Tabell 10 Viser gjennomsnittstidene og standardavvik (\pm) i prestasjonstestene og endring i tid, basert på kjønn ($N=14$, 11 gutter og 3 jenter).

Kjønn	Hurtighetstest, 60 meter			1000 meter test		
	0-60 meter (T1)	0-60 meter (T2)	Endring i hundre-der	1000 meter (T1)	1000 meter (T2)	Endring i sekunder
Gutter	956,3 (40,6)	942 (31,5)	-14,3	133,3 (8,3)	128,2 (8,1)	-5,1
Jenter	1101 (73,0)	1092,7 (66,3)	-8,3	180,7 (13,1)	172 (15,6)	-8,7

I tabell 10 kommer det fram at jentene hadde størst reduksjon (forbedring) i prestasjon på 1000 meter testen, og guttene hadde størst reduksjon (forbedring) i prestasjon på hurtighetstesten på 60 meter.

5 Diskusjon.

I dette kapittelet vil jeg knytte resultatene fra dette prosjektet, opp mot hypotesene og tidligere forskning som er nevnt i kapitlene 1. *Introduksjon* og 2. *Teoretisk perspektiv*.

Prosjektets hovedproblemstilling:

Hvordan trene hurtighet i langrenn, og hvilken effekt har denne treningen for langrennutøveres resultater på 60 meter og 1000 meter staketest?

Med hoved- og underproblemstillingene i bakhånd ble det utarbeidet en treningsintervensjon om hvordan hurtighetstrening kan utøves i langrenn. For å kunne si noe om effekten av denne treningsintervensjonen ble hypotesene laget for å avkreftes eller bekreftes. Jeg velger å dele dette kapittelet opp etter hypotesene, for å gi en oversiktlig diskusjon av funnene mine.

5.1 Hypotese 1.

Hurtighetstrening på rulleski i 6 uker vil gi signifikant forbedring på resultatet i en 60 meter staketest.

Som nevnt innledningsvis i oppgaven gir hurtighetstrening størst effekt når den gjøres på en idrettsspesifikk måte (Enoksen, 2015; Haugen, u.å; Rumpf mfl., 2016). Prinsippet om spesifisitet står sentralt for all grunnleggende ferdighetsutvikling (Gjerset, Raastad, mfl., 2015), også utvikling av hurtighet. Det var derfor interessant å se utfallet av denne treningsintervensjonen. Ettersom Sandbakk og Tønnessen (2012) nevner rulleski, som en av tre idrettsspesifikke måter å trene hurtighet for langrennsutøvere.

I resultatkapittelet kunne man se en markant endring i gjennomsnitttiden, altså deltagerne ble raskere etter treningsintervensjonen. Over en distanse på 60 meter gikk den gjennomsnittlige tidsbruken ned fra 987,3 ($\pm 76,7$) til 974,3 ($\pm 74,5$) hundredeler. En statistisk signifikant reduksjon (forbedring) med -13 ($\pm 15,5$) hundredeler og stor ES fra T1 til T2. Dette kan være et unikt resultat, da det ut fra mine litteratursøk er få studier som har sett på effekten av hurtighetstrening i langrenn, når den gjøres på rulleski. Det finnes samtidig lignende resultater av hurtighet- og repetert sprint-trening, fra ulike idretter med løping som bevegelsesform (Jakeman mfl., 2016; Mathisen & Pettersen, 2015; Paradisis mfl., 2009; Tønnessen mfl., 2011). Nilsson mfl. (2004) viste i sitt studie til en signifikant forbedring i en 30 sekunders test med stakeergometer. Etter 6 uker med stakeintervaller med maksimal innsats i 20 sekunder, 3 ganger i uken.

I tillegg til en forbedring i prestasjon på 0-60 meter, kunne man i tabell 6 se at gjennomsnittsendringen for de ulike mellomtidene viste signifikant forbedring. En endring i prestasjon på 0-30 meter med en reduksjon (forbedring) på $-7,3 (\pm 9,3)$ hundredeler, harmonerer med funnene til Mathisen og Pettersen (2015), som viste at treningsmetodene sprint med motstand og fri sprint, forbedret prestasjon på 0-10 og 0-20 meter med maksimal innsats i løping. En slik forbedring kan relateres til akselerasjonsfasen (ca. 0-30 meter) i løping, og viktige faktorer for hurtighetsprestasjon, som å utvikle stor kraft raskt (Enoksen, 2015). Forbedring i prestasjon fra 30-60 meter er den mellomtiden med minst endring i tid ($-5,7 (\pm 7,7)$ hundredeler), men størst prosentvise forbedring (1,35%). Om man sammenligner dette med fasen for maksimal hastighet i løping (30-60 meter) (Enoksen, 2015), kan det tyde på at deltagerne i gjennomsnitt økte sin maksimalhastighet. Disse resultatene støtter opp under funnene til Tønnessen mfl. (2011).

I friidrett er verdensrekorden for menn på 100 meter løping, 09,58 (World-Athletics, u.å), og verdensrekorden i supersprint for menn (100 meter) på ski er, 10,78 (Godø, 2019). Om man sammenligner disse to tidene kan det tyde på at hurtighetsfasene jeg nevnte i forrige avsnitt, kan være litt annerledes i langrenn. Ettersom det ikke finnes egne faser for hurtighet i langrenn valgte jeg å trekke paralleller mot løping. Jeg vil samtidig minne på at fasene kan variere fra utøver til utøver, da noen kan ha en bedre akselerasjon som gjør at man oppnår maksimalhastighet tidligere (Enoksen, 2015).

Det hadde vært interessant og gjennomført en annen intervensjonsstudie av idrettsspesifikk hurtighetstrening for langrenn, med forskjellige treningsmetoder til ulike eksperimentgrupper. Interessant i den forbindelse, er eksperimentet til Paradisis mfl. (2009) som sammenlignet fri-sprint, mot en metode kombinert av frisprint, sprint med og uten motstand i samme øvelse. Dette kunne styrket kunnskapsfeltet angående effekten av forskjellige treningsmetoder i forhold til langrenn. Som nevnt i DK 2.5.1 *Trening av hurtighet i eksplosive idretter*, viser Rumpf mfl. (2016), at forskjellige metodene hadde en effekt på ulike distanser. For eksempel ga sprint med motstand størst effekt på 10 og 20 meter. Haugen mfl. (2019) nevner også at sprint med motstand er mye brukt for å bedre prestasjon i akselerasjonsfasen. Dette prosjektet kan antyde en forbedring i prestasjon med 1,29% på 0-30 meter, med en treningsmetode av drag på flate parti (fri sprint) og motbakke (sprint med motstand). Kanskje kan effektene være forskjellig i langrenn og løping, når Paradisis mfl. viste at metoden fri sprint, ga en økning på 1,7% på 0-35 meter. Det må samtidig nevnes at antall hurtighetstreninger totalt, var noe forskjellig, som igjen kan ha betydning på utbytte (Gjerset, Raastad, mfl., 2015).

Ettersom det har skjedd en forbedring i hurtighetsprestasjon etter prosjektets treningsintervensjon, kan årsaken muligens forklares ut fra endringer i teknikk/biomekanikk og fysiologiske endringer.

Delteknikken staking kan som sagt brukes i akselerasjonsfasen, og på flate partier med stor hastighet, som på et oppløp (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Hurtighetstestens første mellomtid (0-30 meter) kan fungere som en akselerasjons-fase og 0-60 meter kan indikere maksimalhastighet. Ettersom det var en forbedring i disse fasene, kan det også ha skjedd en endring i tekniskutførelse, Sandbakk mfl. (2010) mener at forskjellen på nasjonale og internasjonale sprintspecialister kan relateres til en god og kraftfull teknikk. Det kom også fram at langrennsutøvere som oppnår høye hastigheter har optimal arbeidsfrekvens og arbeidsvei (Hérbert-Losier mfl., 2016). Haugnes mfl. (2019) nevnte at en nedgang i hastighet i en avsluttende spurt kunne forklares av at arbeidsfrekvensen avtar. Dermed kan det tenkes at det har skjedd en endring i det tekniske, da jeg ikke har noen målinger på teknikk/biomekanikk, kan jeg ikke konkludere med dette. Utsagn fra enkelte løpere er at de ved å trene flere økter med hurtighet, så registrerte de at de 'treffer' bedre med krafttilpasning og at 'timingene' sitter bedre. Det kan bety at noe av forbedringen kan forklares av bedre utviklet teknikk, og momenter ved koordinative egenskaper (Enoksen mfl., 2015).

Som nevnt i definisjonen for hurtighetstrening er dette en treningspåvirkning, med hensikt å øke og utnytte sentrale muskler, som er viktige for å skape stor hastighet (Enoksen, 2015). Muskelfibersammensetningen har som sagt betydning for hurtigheten (Sand mfl., 2014). Det hadde derfor vært interessant å vite hvordan denne sammensetningen er hos deltagerne i dette prosjektet, der det var relativt store variasjoner i prestasjon. Det at flere studier så en endring i antall raske muskelfibrer med denne type trening (Dawson mfl., 1998; Jacobs mfl., 1987; Jansson mfl., 1990), er bemerkende, samtidig nevner Sand mfl. at trening ikke øker antall muskelfiber, men forandrer egenskapene til de vi allerede har. Dette skjer med repeterte, korte kraftanstrengelser opp mot musklens maksimale ytelse, styrketrening nevnes som metode. Men prinsippene er også lik det som gjøres i hurtighetstrening, tilnærmet maksimal eller maksimal innsats i korte perioder over flere drag. Det kan også nevnes at gjentatte eksplosive aksjoner eller bevegelser, kan påvirke hastigheten på nervelednings-hastigheten (Ross mfl., 2001). Dette går jeg ut ifra at relateres til det som jeg nevnte i DK 2.4.1 *starten på en bevegelse*, hvor nervesystemet sender ut signaler for å gjøre en bevegelse (Sand mfl., 2014). Det kan bety at nevro-muskulære forhold har ført til forbedring på hurtighetstestene, og at det er lite det er lite

sannsynlig at endringer er skjedd i muskelfibrene. Spesielt fordi perioden der treningsintervensjonen har pågått, er en tid der det trenes mye utholdenhet.

Flere av treningsmetodene i studiene jeg har henvist til i denne oppgaven, har en intensitet som tilsier spalting av ATP og CP. Selv om det er uenighet at lagrene av disse kan påvirkes med trening (Enoksen, 2015), virker det som at denne metoden er 'standardisert' for å utvikle hurtighet (Glaister, 2005).

Som avsluttende diskusjon under denne hypotesen vil jeg kort nevne den individuelle endringen. I figur 15, 16 og 17 kunne man se relativt store forskjeller på den individuelle endringen. Noen få fikk en dårligere tid, en hadde identisk tid, men de fleste forbedret prestasjonen. Dette kan relateres til det som ble nevnt i DK 2.3 *Trening i langrenn*, der langrennsutøvere trener forskjellig ut fra de ulike arbeidskravene (se figur 2.). Kanskje hadde noen utøvere trent lite hurtighet fra før, som resulterte i en større økning i prestasjon. Prinsippet om individuell stimulering er også sentralt og hver utøver utvikler seg ulikt (Gjerset, Raastad, mfl., 2015). Selv om jeg ikke har noe belegg for å diskutere kjønnsforskjeller med oppgavens teori, vil jeg likevel trekke inn at det var også interessant å observere at guttene forbedret seg mer enn jentene, på denne testen.

5.2 Hypotese 2.

Hurtighetstrening på rulleski i 6 uker vil gi signifikant forbedring på resultatet i en 1000 meters staketest.

Om man drar paralleller mot lignende trening med korte drag, har dette vist seg å ha en effekt på både hurtighet og en test av lengere distanse. Det ble for eksempel vist at repetert sprint trening i løping, ga moderat framgang i bip-test (Tønnessen mfl., 2011), og at sprint intervall trening påvirker VO_{2maks} (Vandbakk mfl., 2017). Resultatene viste en signifikant bedre prestasjon i en 6 minutter test etter staketestintervaller av 20 sekunder (Nilsson mfl., 2004). Derfor syntes jeg 5,8 sekunder (4,1 %) forbedring fra T1 til T2 på 1000 meter staketesten er et spennende og unikt resultat. Når treningsintervensjonens oppskrift fulgte prinsipper om hurtighetstrening som er nevnt i kapittel 2.5 *Trening av hurtighet*. Det ble tatt opp at en aktivitet med maksimal innsats forsyner seg av ATP og CP lagrene, som da holder i ca. 8 -10 sekunder (Frøyd, Gjerset, mfl., 2015; Glaister, 2005; Sand mfl., 2014). Treningen i dette prosjektet er bygd på og gjennomføres etter denne erkjennelsen. Det kan tenkes at denne formen for trening relateres til system 1

(det umiddelbare), og muligens de andre studiene som er nevnt i dette avsnittet, kan relateres til system 2, ettersom det blir en annen totalbelastning ved litt lengere varighet på dragene eller med kortere pauser. Thomas Losnegard (2019) argumenterer for at et heat i langrennssprint kan sammenlignes bedre mot en 800 meter i friidrett enn 1500 meter. Det kan da tenkes at 1000 meter staketest på tredemølle kan relateres med en 800 meter i friidrett, ettersom det ikke er variasjon i terrenget i denne testen. Tredemøllen staketesten ble gjennomført på, hadde en konstant helningsvinkel på 1 grad. Det er vist i tabell 1 at en 800 meter i friidrett med en varighet på 1.45 min, med et energibidrag bestående av ca. 40% anaerobe- og 60% aerobe prosesser. Under en aktivitet på 2 minutter er det i hovedsak system 3 (aerob glykogen) som brukes for å skape energi. Trening i system 1 og 2 kan altså påvirke resultatet i en aktivitet bestående av system 3. Hva kan være forklaringen til at korte drag kan påvirke prestasjonen på en lengere distanse?

Her vil jeg i likhet som under hypotese 1 relatere til tekniske og fysiologiske endringer. Endring i teknikk og arbeidsøkonomien kan være en mulig forklaring, til den signifikante endringen i prestasjon på 1000 meter med redusering (forbedring) på -5,8 sekunder ($\pm = 3,9$). Det ble tidligere nevnt at hurtighetstrening i langrenn er viktig, for blant annet å forbedre teknikken og arbeidsøkonomien i konkurransefart (Sandbakk mfl., 2017). Sandbakk mfl. (2010) kunne se en sammenheng mellom arbeidsøkonomi og prestasjon i sprint. Eliteutøvere hadde bedre arbeidsøkonomi og mer effektiv framdrift på en gitt hastighet, sammenlignet med nasjonale utøvere. Det kan også tenkes at den anaerobe utholdenheten har blitt bedre ettersom hurtighetsøker er en måte å påvirke dette (Sandbakk mfl., 2017). Vi vet at langrenn er en kompleks idrett. Sandbakk og Holmberg (2017) nevner også arbeidsøkonomi som en viktig faktor, i tillegg til 'timing' og krafttilpasning via armer og bein. Disse faktorene blir utfordret og trent på under treningsintervensjonen, og det vil være sannsynlig at det skjer forbedringer. Tønnessen mfl. (2011) argumenterte også for en mulig endring i arbeidsøkonomi innenfor løping, da deltagerne fikk en moderat framgang i bip-test. De nevner også at styrke-, spenst- og hurtighetstrening i kombinasjon med utholdenhetstrening har vist å forbedre arbeidsøkonomien. Det er også noe som gjøres i dette prosjektet når deltagerne trener relativt mye utholdenhet i denne perioden (se figur 6). Det er også vist at 30 sekunders intervaller med maksimal innsats forbedrer arbeidsøkonomien i sykling (Creer mfl., 2004).

Om man studerer resultatene nærmere er det bemerkende at deltageren med størst forbedring (53 hundredeler) i hurtighetstesten, var en av de med minst forbedring (1 sekund) i 1000 meter testen. Løp strategi har vi har vist seg å ha betydning for prestasjonen i langrenn (Sandbakk & Tønnessen, 2012). Ifølge samtale med treneren ble det opplyst at deltageren hadde disponert løpet dårlig, det kan være en forklaring på liten forbedring fra T1 til T2.

Jeg vil også trekke fram den signifikante reduseringen i høyeste HF, som er vist i tabell 7. Dette kan altså tyde på at deltagerne har blitt i bedre form i løpet av treningsintervensjonen. Det kan ikke konkluderes med at dette skyldes hurtighetstreningen, blant annet på grunn av manglende kontrollgruppe. Treningsintervensjonen fant sted i en periode med mye trening, hvor målsetting pleier å være å utvikle utholdenhetskapasiteten (Sandbakk mfl., 2017), ifølge trenerne, er dette også målsetningen til disse deltagerne. Det er også tidligere vist at en periode der en økning i fysisk form vanligvis finner sted, er i perioder hvor man reduserer treningstiden (Tønnessen mfl., 2014), noe som ikke var tilfelle under denne intervensjonen. I tabell 7 kunne man også se en signifikant økning i starthastighet, men ikke i slutthastighet. Denne utfordringen er nevnt i DK 3.8 *Metodediskusjon*, hvor jeg mener at en instrumenteffekt var tilstede under denne testen. Selv om deltagerne ikke hadde mulighet til å øve på testen, kan erfaringer fra T1 kan som sagt ha påvirket dette, og gitt en bedre løpsstrategi til T2. Deltagerne kan for eksempel ha tenkt at de tåler en høyere starthastighet til T2, for å forbedre tiden sin. Dette kan ha vært sannsynlig da det var økning i både start og slutthastighet, men kun signifikant endring i starten.

5.3 Hypotese 3.

Det er en korrelasjon mellom resultatene i 60 meter og 1000 meter staketestene.

Langrenn er som sagt en av de mest krevende utholdenhetsidrettene (Sandbakk & Holmberg, 2014). Det var derfor interessant å kunne vise til en moderat korrelasjon mellom hurtighetsprestasjon over 60 meter og 1000 meter testen. På bakgrunn av slik type forskning har det vært mulig å predikere langrennsprestasjon på distanser fra 3 til 6 km for juniorutøvere (R. Stöggl mfl., 2017). Da disse distansene (3 og 6 km) hadde en moderat korrelasjon med prestasjon i en 50 meter test. Det er også vist en sammenheng mellom prestasjon i ulike tester (2-3km) i løping og rulleski, mot sammenlagt prestasjonen i en skisesong for juniorer (Carlsson mfl., 2014). Det hadde vært interessant å sett etter en slik sammenheng med mine resultater.

Funnene i dette prosjektet harmonerer med forskningen til R. Stöggl mfl. (2017), og T. Stöggl mfl. (2006). Der de henholdsvis viser til en moderat og sterk korrelasjon mellom hurtighetsprestasjon og lengere distanser. Den samme korrelasjonsstyrken kom fram av mine resultater med moderat korrelasjon i T1 og sterk korrelasjon i T2

T. Stöggl mfl. (2006) fremhever da viktigheten med hurtighetstrening, ettersom prestasjonen over kort distanse har en sammenheng med lengere distanser. Resultater i dette prosjektet støtter opp under dette, på bakgrunn av en forbedring i både hurtighetsprestasjon og 1000 meter test. T. Stöggl mfl. sammenligner også sine resultater mot lignende forskning innenfor løping, der sprint prestasjon viste en sammenheng med mellomdistanse 400-1500 meter (Rusko, Nummela & Mero, 1993). Det kan tyde på at hurtighetstrening er viktig faktor for prestasjonen både i langrenn og mellomdistanse løping, når den forbedrer en utøvers maksimalhastighet.

Maksimal styrke og hurtighet har som sagt vist seg å være egenskaper som har en sammenheng (Enoksen, 2015; Hérbert-Losier mfl., 2016; T. Losnegard mfl., 2011; Wisløff mfl., 2004). Det hadde derfor vært interessant og hatt målinger på maksimal styrke i dette prosjektet. For eksempel kunne deltagerne vært testet i maksimal styrke før og etter treningsintervensjonen, for å se om en endring fant sted også der. Dermed hadde det vært mulig å studere korrelasjon mellom maksimalstyrke, hurtighet og 1000 meter staking. Som nevnt tidligere ble denne treningsintervensjonen en del av deltagerens helhetlige treningsplan. I ettertid tenker jeg at treningsdagboken til deltagerne skulle vært studert noe nærmere, for å se om enkelte utøvere trente mer maksimal styrke i denne perioden. Det ble gitt strenge, klare retningslinjer for hurtighetstrening i denne perioden, men trening av maksimal styrke ble ikke nevnt.

5.4 Praktisk anvendelser av prosjektets resultater og videre forskning

Dette prosjektet er enda en brikke i puslespillet av hvordan forbedre hurtighetsprestasjonen. Det er vist at forskjellige metoder anvendes, men at grunnprinsippene med tanke på innsats, varighet/distanse og pause er noenlunde de samme. Det er likevel spennende å kunne antyde at idrettsspesifikk hurtighetstrening i langrenn, endrer hurtighetsprestasjonen og prestasjon i en 1000 meter test.

Det økte fokuset på hurtighet som arbeidskrav innenfor langrenn er blitt fremmet. Viktigheten av en godt utviklet hurtighet er tilstede under flere konkurranseformer. En god akselerasjons-hurtighet er viktig om man vil 'ta teten' i en fellesstart for å unngå uhell eller gå taktisk, samt

om man skal rykke fra konkurrentene eller henge seg på et rykk fra en konkurrent. Når målstreken nærmer seg, kan det som sagt være flere som kniver om å vinne. Da er det en fordel å ha hundredelene på sin side og en høy maksimal hastighet, da man ofte ser slike dueller bli avgjort med målfoto. Samtidig må dagens langrennsutøvere ha en god nok utholdenhet for å henge med til oppløpet.

Ettersom det er vist at selvtillit henger sammen med mestring og prestasjon (Pensgård & Hollingen, 2006), kan det tenkes at utøvere som opplever framgang av hurtighetstrening vil kunne dra nytte av dette i skirenn. Det ble beskrevet tidligere at Petter Northug var taktisk ut fra sine styrker, kanskje vil deltagerne med framgang etter hurtighetstrening, kunne gå taktisk og endre handlingsmønster for å oppnå best mulig resultat (Giske, 2015). Kanskje vil de ha bedre tro på at de kan legge inn et avgjørende rykk eller vinne et spurtoppgjør.

Sekunder kan være også være utslagsgivende under en sprint prolog, som 1000 meter staketesten kan sammenlignes med, ettersom hensikten er å komme seg raskest mulig fra start til mål. Da kan for eksempel en reduksjon (forbedring) på -5,8 sekunder, som dette studiet viser, skille mellom mange plasseringer i et Norgescup renn for juniorer (Norges-skiforbund, 2020).

T. Stöggl mfl. (2006) argumenterte for at langrennsutøvere kan dra nytte av å trene hurtighet i alle delteknikker. Resultatene i dette prosjektet kan tilsi at det innenfor langrenn bør trenes hurtighet, og at metoden kan følge prinsippene som friidrettsutøvere har benyttet for å utvikle både akselerasjonen og maksimal hastighet. En slik type trening understøttes av fysiologisk kunnskap om å trene med maksimal innsats på korte distanser eller i få sekunder og relativt lange pauser. Treningens hoveddel bør komme etter en god oppvarming med noe progresjon på intensitet, og avsluttes med stigningsdrag.

Som nevnt tidligere var det relativt store individuelle endringer og forbedringer i prestasjonen fra T1 til T2. Dette tilsier at det ikke er noen fasit på hvordan man på best mulig måte kan påvirke prestasjonen til flere utøvere med et opplegg (Haugen, u.å) Individualisert treningsopplegg ble også nevnt som et av prinsippene for hurtighetstrening (Haugen mfl., 2019), for å ta høyde for individuelle forskjeller.

Kanskje kan sammenhengen (korrelasjon) mellom hurtighetsprestasjon og lengere distanser vært studert nærmere. Forskningen på området tyder på at korrelasjonsstyrken for voksne utøvere og juniorutøvere er ulik. T. Stöggl mfl. (2006) viser til en sterk korrelasjon for voksne,

og R. Stöggl mfl. (2017) viser til en moderat korrelasjon for juniorutøvere, i tillegg til resultatene i dette prosjektet som peker begge veier.

Som jeg har vært inne på i diskusjonen hadde det vært interessant å følge opp resultatene fra dette prosjektet mot en konkurranse, for å se om det er en overførbarhet til en naturlig kontekst med langrennski og snø. Videre hadde det også vært interessant å sammenligne de forskjellige fasene av hurtighet fra løping mot langrenn, i forskjellige delteknikker. I tillegg vil det være interessant å se effekten av forskjellige treningsmetoder av hurtighet i langrenn generelt, og i forhold til mulige kjønnsforskjeller. Denne treningsintervensjonen fant sted i en periode med mye utholdenhetstrening, og det ville det vært interessant å se effekten av dette i en periode med mindre trening.

Gjennom arbeid med dette studiet, som tar for seg hurtighet innenfor langrenn, har jeg ikke funnet en standardisert test for hurtighet. Det ble nevnt at landslaget og enkelte andre studier testet dette på friidrettsdekke, og tredemølle (Sandbakk & Tønnessen, 2012; R. Stöggl mfl., 2017; T. Stöggl mfl., 2006). Da hurtighetskravet i langrenn har fått større betydning, vil det være svært ønskelig å utvikle en gullstandard for hurtighetstesting, også i denne idretten.

6 Konklusjon.

I denne oppgaven har en gruppe langrennsutøvere (N=14), deltatt på en treningsintervensjon av idrettsspesifikk hurtighetstrening i 6 uker. Den valgte treningsmetoden kan se ut til å ha fungert, ifølge deltagerens trener kom det fram i sesong evalueringen at flesteparten var fornøyd med hurtighetstreningen. Jeg sitter også med en følelse av en vellykket treningsintervensjon, og det var interessant å sette seg inn i hurtighetstreningens univers. Det ble gjennomført prestasjonstester i forkant og etter treningsintervensjonen, dette ble gjort for å svare på hovedproblemstillingen min, den var som følger:

«Hvordan trene hurtighet i langrenn, og hvilken effekt har denne treningen for langrennutøveres resultater på 60 meter og 1000 meter staketest?»

Når man studerer resultatene for endring i prestasjon, viste det seg å være en signifikant forbedring, både på 60 meter og 1000 meter staketestene, et resultat med stor effektstørrelse. Det er vist til andre studier av hurtighetstrening med lignende resultat, som kan brukes som argumentasjon for at hurtighetstreningen har hatt en effekt. Korrelasjonsanalysen viste en moderat korrelasjon i forkant av prosjektet, mellom prestasjon i 60 meter og 1000 meter med maksimal innsats, i delteknikken staking. Etter treningsintervensjonen var denne korrelasjonen sterk.

På bakgrunn av et lite utvalg, manglende kontroll gruppe og utfordringer i forhold til indre validitet, kan jeg ikke trekke en sikker konklusjon på at denne forbedringen i prestasjon skyldes treningsintervensjonen. Samtidig kan også de samme utfordringene ha påvirket resultatet av korrelasjonsanalysen for posttestene. Dette gjør også at det ikke vil være mulig å generalisere noen av disse resultatene.

Jeg kan altså si at det er observert en signifikant forbedring i prestasjon fra T1 til T2 i de aktuelle prestasjonstestene, med stor effekt for distansen 0-60 meter og 1000 meter testen. Jeg kan med større sikkerhet si at det var en moderat korrelasjon mellom prestasjon i 60 meter og 1000 meter med maksimal innsats, i delteknikken staking, ved pretestene.

Referanseliste.

- Afyon, Y. A., Mulazimoglu, O. & Boyaci, A. (2017). The effects of core trainings on speed and agility skills of soccer players. *International Journal of Sports Science*, 7(6), 239-244. <http://doi.org/10.5923/j.sports.20170706.06> (DOI virker ikke, se URL: https://www.researchgate.net/profile/Yakup_Afyon/publication/322599785_The_Effects_of_Core_Trainings_on_Speed_and_Agility_Skills_of_Soccer_Players/links/5a61e96e0f7e9b6b8fd4174f/The-Effects-of-Core-Trainings-on-Speed-and-Agility-Skills-of-Soccer-Players.pdf)
- Benz, A., Winkelman, N., Porter, J. & Nimphius, S. (2016). Coaching Instructions and Cues for Enhancing Sprint Performance. *Strength and Conditioning Journal*, 38(1), 1-11. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000185>
- BiomekanikkAS. Hentet 04.01.2018 fra <http://www.biomekanikk.no/index.php/produkter/store-tredemoller/stavpigger>
- Boissinot, J. (2017, 12.05.2020). *Bjørgen ubeseiret i klassisk stil etter comebacket* [Bilde]. Hentet fra <https://www.dagsavisen.no/sport/bjorgen-ubeseiret-i-klassisk-stil-etter-comebacket-1.940103>
- Carlsson, M., Carlsson, T., Hammarström, D., Malm, C. & Tonkonogi, M. (2014). Time trials predict the competitive performance capacity of junior cross-country skiers. *International journal of sports physiology and performance*, 9(1), 12-18. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2012-0172>
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (revidert utg.): Academic press.
- Creer, A. R., Ricard, M., Conlee, R., Hoyt, G. & Parcell, A. (2004). Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint-interval training in trained cyclists. *International journal of sports medicine*, 25(02), 92-98. <http://doi.org/DOI:10.1055/s-2004-819945>
- Dawson, B., Fitzsimons, M., Green, S., Goodman, C. l., Carey, M. & Cole, K. (1998). Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 78, 163-169. <http://doi.org/10.1007/s004210050402>
- de Wahl, S. A. (2019, 11.10.19). Klæbo ønsker ny supersprint velkommen: - Det handler om å skape underholdning og større interesse for sporten. Hentet 19. desember fra

- <https://www.nettavisen.no/sport/klaebo-onsker-ny-supersprint-velkommen--det-handler-om-a-skape-underholdning-og-storre-interesse-for-sporten/3423858258.html>
- Duffield, R., Dawson, B. & Goodman, C. (2004). Energy system contribution to 100-m and 200-m track running events. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(3), 302-313. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(04\)80025-2](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(04)80025-2)
- Enoksen, E. (2013). Trening av anaerob utholdenhet. I L. I. Tjelta, E. Enoksen & E. Tønnessen (Red.), *Utholdenhetstrening: Forskning og beste praksis* (1 utg. s. 235-259). Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Enoksen, E. (2015). Hurtighet og hurtighetstrening. I A. Gjerset (Red.), *Idrettens treningslære* (s. 443-458). Oslo: Gyldendal.
- Enoksen, E., Nilsson, J. & Gjerset, A. (2015). Koordinasjon og koordinasjonstrening. I A. Gjerset (Red.), *Idrettens treningslære* (s. 491-507). Oslo: Gyldendal Undervisning.
- Fasting, S. (2019). Muskelvev. Store norske leksikon. Hentet 12.02.2020 fra <https://snl.no/muskelvev>
- FIS. (2018). *FIS Cross-Country Homologation Manual*. Hentet fra https://assets.fis-ski.com/image/upload/v1540977224/fis-prod/FIS_homologation_manual_2018_jaa_v3.pdf
- FIS. (2019). Cup standings. Hentet 19. desember fra <https://www.fis-ski.com/DB/cross-country/cup-standings.html?sectorcode=CC&seasoncode=2019&cupcode=WC&disciplinecode=S&gendercode=M&nationcode=>
- Frøyd, C., Gjerset, A., Nilsson, J. & Enoksen, E. (2015). Utholdenhet og utholdenhetstrening. I A. Gjerset (Red.), *Idrettens treningslære* (2 utg. s. 270-361). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Frøyd, C., Tønnessen, E. & Gjerset, A. (2015). Dokumentasjon, testing og evaluering av testing. I A. Gjerset (Red.), *Idrettens treningslære* (2 utg. s. 247-260). oslo: gyldendal.
- Gilje, N. & Grimen, H. (1993). *Samfunnsvitenskapens forutsetninger. Innføring i samfunnsvitenskapens vitenskapsfilosofi* (15 utg.). Oslo: universitetsforlaget.
- Giske, R. (2015). Taktikk. I A. Gjerset (Red.), *Idrettens treningslære* (s. 531-549). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Gjerset, A., Raastad, T. & Nilsson, J. (2015). Grunnleggende treningsprinsipper. I A. Gjerset (Red.), *Idrettens treningslære* (s. 25-56). oslo: Gyldendal norsk forlag.

- Gjerset, A., Tønnessen, E., Frøyd, C., Johansen, E., Enoksen, E. & Nilsson, J. (2015). Treningsplanlegging. I A. Gjerset (Red.), *Idrettens treningslære* (s. 168-241). Oslo: Gyldendal.
- Glaister, M. (2005). Multiple sprint work - Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Med.*, 35(9), 757-777.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200535090-00003>
- Godø, Ø. (2019). Ny verdensrekord! Verdens raskeste vil ha Klæbo-hevn - etter bruddet, *Dagbladet*. Hentet fra <https://www.dagbladet.no/sport/verdens-raskeste-vil-ha-klæbo-hevn---etter-bruddet/70888527>
- Gotaas, T. (2010). *Først i løypa, historien om langrenn i Norge*. Oslo: Dreyers forlag.
- Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder* (2 utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Haugen, T. (u.å). Trening av hurtighet. Hentet 27.04.2020 fra https://www.olympiatoppen.no/fagstoff/spenst_og_hurtighet/hurtighet/trening_av_hurtighet/page9323.html
- Haugen, T., Seiler, S., Sandbakk, Ø. & Tønnessen, E. (2019). The Training and Development of Elite Sprint Performance: an Integration of Scientific and Best Practice Literature. *Sports Medicine - Open*, 5(1), 44. <http://doi.org/10.1186/s40798-019-0221-0>
- Haugen, T., Tønnessen, E., Leirstein, S., Hem, E. & Seiler, S. (2014). Not quite so fast: effect of training at 90% sprint speed on maximal and repeated-sprint ability in soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1-8.
<http://doi.org/10.1080/02640414.2014.976248>
- Haugnes, P., Torvik, P. Ø., Ettema, G., Kocbach, J. & Sandbakk, Ø. (2019). The effect of maximal speed ability, pacing strategy, and technique on the finish sprint of a sprint cross-country skiing competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(6), 788-795. <http://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0507>
- Hérbert-Losier, K., Zinner, C., Platt, S., Stöggl, T. & Holmberg, H.-C. (2016). Factors that Influence the Performance of Elite Sprint Cross-Country Skiers. *Sports Medicine*, (47), 319-342. <http://doi.org/10.1007/s40279-016-0573-2>
- Jacobs, I., Esbjörnsson, M., Sylvén, C., Holm, I. & Jansson, E. (1987). Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate. *Medicine and science in sports and exercise*, 19, 368-374. <http://doi.org/10.1249/00005768-198708000-00008>
- Jakeman, R. J., McMullan, A. J. & Babraj, A. J. (2016). Efficacy of a Four-Week Uphill Sprint Training Intervention in Field Hockey Players. *Journal of Strength and*

- Conditioning Research*, 30(10), 2761-2766.
<http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001373>
- Jansson, E., Esbjörnsson, M., Holm, I. & Jacobs, I. (1990). Increase in the proportion of fast-twitch muscle fibres by sprint training. *Acta physiologica Scandinavica*, 140, 359-363.
<http://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1990.tb09010.x>
- Jones, I. (2015). *Research methods for sport studies* (3 utg.). Oxon: Routledge.
- Langrenn.com. (u.å.). Trysil, Norge, 24. januar, stevnerapport. Hentet 24 mars, 2020 fra
<https://www.langrenn.com/resultater-world-sprint-series-supersprint-100-meter-2019.6261833-333547.html>
- Losnegard, T. (2019). Energy system contribution during competitive cross-country skiing. *European Journal of Applied Physiology*, 119(8), 1675-1690.
<http://doi.org/10.1007/s00421-019-04158-x>
- Losnegard, T., Mikkelsen, K., Rønnestad, B. R., Hallén, J., Rud, B. & Raastad, T. (2011). The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(3), 389-401. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01074.x>
- Mathisen, G. E. & Pettersen, S. A. (2015). The effect of speed training on sprint and agility performance in female youth soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(3), 395-399. <http://doi.org/10.7752/jpes.2015.03059>
- Medbø, J. I. (2018). *Innføring i statistikk og dataanalyse for studenter i idretts- og helsefag*. Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Morin, J.-B., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P. & Lacour, J.-R. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 112(11), 3921-3930. <http://doi.org/10.1007/s00421-012-2379-8>
- Müller, E., Lindinger, S., Sattler, G., Schwameder, H. & Stöggl, T. (2007). The role of biomechanics in optimizing performance in nordic skiing. I V. Linnamo, V. P. Komi & E. Müller (Red.), *Science and nordic skiing* (s. 13-22). Oxford: Meyer & Meyer Sport.
- Nilsson, J., Holmberg, H.-C., Tveit, P. & Hallén, J. (2004). Effects of 20-s and 180-s double poling interval training in cross-country skiers. *European Journal of Applied Physiology*, 92(1), 121-127. <http://doi.org/10.1007/s00421-004-1042-4>
- Norges-Friidrettsforbund. (u.å.). Anlegg. Hentet 10. April 2020 fra
<https://www.friidrett.no/om-nfif/anlegg/>

- Norges-skiforbund. (2020). Resultatliste Finale, Equinor NC JR Lynga Sprint K, M 19/20 år.
Hentet 04.05.2020 fra
<https://www.skiforbundet.no/contentassets/00e3966e6b114e13a319808a02213042/sprint/m19-offisiell.pdf>
- Olsson, H. & Sørensen, S. (2003). *Forskningsprosessen: Kvalitative og kvantitative perspektiver*. Oslo: Gyldendal.
- Olympiatoppen. (2007, 17. September). Arbeidskravsanalyse - Langrenn. Hentet fra
https://olympiatoppen.no/fagstoff/motorikkteknikk/langrenn/treningsutvikling_15-16_aar/arbeidskrav/arbeidskravsanalyse/media3290.media
- Olympiatoppen. (u.å.). Olympiatoppens Intensitetsskala. Hentet 14.05.2020 fra
<https://www.olympiatoppen.no/fagstoff/utholdenhet/oltsintensitetsskala/page594.html#>
- Olympicvancouver2010 (2010, 16.03.2020). *Cross-Country Skiing Team Free Sprint Full Event - Vancouver 2010 Olympics* [Videoklipp]. Hentet fra
<https://www.youtube.com/watch?v=e3i8rkYrhHc>
- Paradisis, G., Bissas, A. & Cooke, C. (2009). Combined Uphill and Downhill Sprint Running Training Is More Efficacious Than Horizontal. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(2), 229-243. <http://doi.org/10.1123/ijsp.4.2.229>
- Pellegrini, B., Stoggl, T. L. & Holmberg, H.-C. (2018). Developments in the Biomechanics and Equipment of Olympic Cross-Country Skiers.(Brief article). *Frontiers in Physiology*, 9(JUL). <http://doi.org/10.3389/fphys.2018.00976>
- Pensgård, A. M. & Hollingen, E. (2006). *Idrettens mentale treningslære* (2 utg.). Oslo: Gyldendal undervisning.
- Porter, M. J., Wu, F. W. W., Crossley, M. R., Knopp, W. S. & Campbell, C. O. (2015). Adopting an External Focus of Attention Improves Sprinting Performance in Low-Skilled Sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 947-953. <https://doi.org/10.1097/JSC.0000000000000229>
- Ringdal, K. (2018). *Enhet og mangfold: samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (4. utg.). Bergen: Fagbokforl.
- Rosenthal, R. (1994). Parametric measures of effect size. I H. Cooper & L. V. Hedges (Red.), *The Handbook of Research Synthesis* (s. 231-244). New York: Russel Sage Foundation.

- Ross, A., Leveritt, M. & Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running - Training adaptations and acute responses. *Sports Med.*, 31(6), 409-425.
<http://doi.org/10.2165/00007256-200131060-00002>
- Rumpf, C. M., Lockie, G. R., Cronin, B. J. & Jalilvand, B. F. (2016). Effect of Different Sprint Training Methods on Sprint Performance Over Various Distances: A Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1767-1785.
<http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001245>
- Rusko, H., Nummela, A. & Mero, A. (1993). A new method for the evaluation of anaerobic running power in athletes. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 66(2), 97-101. <https://doi.org/10.1007/BF01427048>
- Raastad, T., Nilsson, J., Enoksen, E. & Gjerset, A. (2015). Muskelstyrke og styrketrening. I A. Gjerset (Red.), *Idrettens treningslære* (s. 369-420). Oslo: Gyldendal.
- Sand, O., Sjaastad, Ø. V. & Haug, E. (2014). *Menneskets fysiologi* (2 utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Sandbakk, Ø., Hegge, A., Losnegard, T., Skattebo, O., Tønnessen, E. & Holmberg, H. C. (2016). The Physiological Capacity of the World's Highest Ranked Female Cross-country Skiers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 48(6), 1091-1100.
<http://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000862>
- Sandbakk, Ø. & Holmberg, H.-C. (2014). A reappraisal of success factors for Olympic cross-country skiing. 117-121. <http://doi.org/10.1123/ijssp.2013-0373>
- Sandbakk, Ø. & Holmberg, H.-C. (2017). Physiological Capacity and Training Routines of Elite Cross-Country Skiers: Approaching the Upper Limits of Human Endurance. *International journal of sports physiology and performance*, 12(8), 1003-1011.
<http://doi.org/10.1123/ijssp.2016-0749>
- Sandbakk, Ø., Holmberg, H.-C., Leirdal, S. & Ettema, G. (2010). Metabolic rate and gross efficiency at high work rates in world class and national level sprint skiers. *European Journal of Applied Physiology*, 109(3), 473-481. <http://doi.org/10.1007/s00421-010-1372-3>
- Sandbakk, Ø., Holmberg, H.-C., Leirdal, S. & Ettema, G. (2011). The physiology of world-class sprint skiers. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01117.x>
- Sandbakk, Ø., Rise, P. & Nymoen, P. (Red.). (2017). *Utviklingstrappa i langrenn* (2. utg.). Skien: Langrennsportens venner.
- Sandbakk, Ø. & Tønnessen, E. (2012). *Den norske langrennsboka*. Oslo: Aschehoug.

- Sandbakk, Ø., Welde, B. & Holmberg, H.-C. (2011). Endurance Training and Sprint Performance in Elite Junior Cross-Country Skiers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1299-1305.
<http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d82d11>
- Schär, S. (2019). 1953-2019 [Tegning]. Hentet fra
<https://www.instagram.com/p/B4zyzqXpcdi/>
- Shalfawi, S., Enoksen, E. & Tønnessen, E. (2012). Assessing test-retest reliability of the portable brower speed trap II testing system. *International Journal of Fundamental and Applied Kinesiology*, 44(1), 24-30.
- Solli, G. S., Tønnessen, E. & Sandbakk, Ø. (2017). The Training Characteristics of the World's Most Successful Female Cross-Country Skier. *Frontiers in Physiology*, 8.
<http://doi.org/10.3389/fphys.2017.01069>
- Spencer, R. M. & Gastin, B. P. (2001). Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(1), 157-162. <http://doi.org/10.1097/00005768-200101000-00024>
- Stoggl, T., Welde, B., Supej, M., Zoppiroli, C., Rolland, C. G., Holmberg, H.-C. & Pellegrini, B. (2018). Impact of Incline, Sex and Level of Performance on Kinematics during a Distance Race in Classical Cross-Country Skiing. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17(1), 124-133. Hentet fra
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5844199/>
- Stöggl, R., Müller, E. & Stöggl, T. (2017). Do Maximal Roller Skiing Speed and Double Poling Performance Predict Youth Cross-Country Skiing Performance? *Journal of Sports Science and Medicine*, 16, 383-390. Hentet fra
https://www.researchgate.net/publication/319303622_Do_Maximal_Roller_Skiing_Speed_and_Double_Poling_Performance_Predict_Youth_Cross-Country_Skiing_Performance
- Stöggl, T., Lindinger, S. & Müller, E. (2006). Reliability and Validity of Test Concepts for the Cross-Country Skiing Sprint. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(3), 586-591. <http://doi.org/10.1249/01.mss.0000190789.46685.22>
- Stöggl, T., Müller, E., Ainegren, M. & Holmberg, H. C. (2011). General strength and kinetics: fundamental to sprinting faster in cross country skiing? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(6), 791-803.
<http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01078.x>

- Thomas, J. R., Nelson, J. K. & Silverman, S. J. (2015). *Research Methods in Physical Activity* (7 utg.). Champaign: Human Kinetics.
- Thybo, P. & Christensen, P. H. (2007). Bevægeapparatet og motorik. I U. Fasting & J. Hougaard (Red.), *Fysiologi og anatomi - Det levende mennesket* (s. 397-428). København: Munksgaard Danmark.
- Tønnessen, E., Haugen, T. A., Hem, E., Leirstein, S. & Seiler, S. (2015). Maximal Aerobic Capacity in the Winter-Olympic Endurance Disciplines: Olympic-Medal Benchmarks for the Time Period 1990-2013. *International journal of sports physiology and performance*, 10(7), 835-839. <http://dx.doi.org/10.1123/ijsp.2014-0431>
- Tønnessen, E., Hisdal, J. & Ronnestad, B. R. (2020). Influence of Interval Training Frequency on Time-Trial Performance in Elite Endurance Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9). <http://doi.org/doi:10.3390/ijerph17093190>
- Tønnessen, E., Shalfawi, S., Haugen, T. & Enoksen, E. (2011). The Effect of 40-m Repeated Sprint Training on Maximum Sprinting Speed, Repeated Sprint Speed Endurance, Vertical Jump, and Aerobic Capacity in Young Elite Male Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2364-2370. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182023a65>
- Tønnessen, E., Sylta, Ø., Haugen, T. A., Hem, E., Svendsen, I. S. & Seiler, S. (2014). The road to gold: training and peaking characteristics in the year prior to a gold medal endurance performance. *PLoS one*, 9(7). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0101796>
- Uth, N. (2005). Anthropometric comparison of world-class sprinters and normal populations. *Journal of sports science & medicine*, 4(4), 608-616.
- Vandbakk, K., Welde, B., Kruken, A., Baumgart, J., Ettema, G., Karlsen, T. & Sandbakk, Ø. (2017). Effects of upper-body sprint-interval training on strength and endurance capacities in female cross-country skiers. *PLoS One*, 12(2), e0172706. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0172706>
- Wikipedia. (2017). Fil:Johannes Høsflot Klæbo 2017 03.jpg. Hentet 11.02.2020 fra https://no.wikipedia.org/wiki/Fil:Johannes_H%C3%B8sflot_Kl%C3%A6bo_2017_03.jpg
- Wikipedia. (u.å, 12.05.2020). Muscle fascicle. fra https://en.wikipedia.org/wiki/Muscle_fascicle

- Winkelman, N. C., Clark, K. P. & Ryan, L. J. (2017). Experience level influences the effect of attentional focus on sprint performance. *Human Movement Science*, 52, 84-95. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.01.012>
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. 38, 285-288. <http://doi.org/10.1136/bjism.2002.002071>
- World-Athletics. (u.å.). All time top lists, 100 Meters Men. Hentet 01.05.2020 fra <https://www.worldathletics.org/records/all-time-toplists/sprints/100-metres/outdoor/men/senior?page=2>
- Worldsprintseries.com. (u.å.). XC supersprint. Hentet 24. mars, 2020 fra <https://www.worldsprintseries.com/about.html>
- Zoppirolli, C., Pellegrini, B., Bortolan, L. & Schena, F. (2015). Energetics and biomechanics of double poling in regional and high-level cross-country skiers. *European Journal of Applied Physiology*, 115(5), 969–979. <http://doi.org/10.1007/s00421-014-3078-4>

Vedlegg

Vedlegg 1. Godkjenning av NSD

Vedlegg 2. Informasjonsskriv og samtykkeerklæring

Godkjenning av NSD



NSD sin vurdering

Prosjekttittel

Effekten av hurtighetstrening på rulleski i 8 uker

Referansenummer

619407

Registrert

15.08.2019 av John Vegard Hagen Medlie - jme009@post.uit.no

Behandlingsansvarlig institusjon

UIT – Norges Arktiske Universitet / Det helsevitenskapelige fakultet / Idrettshøgskolen

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Tor Oskar Thomassen, tor.o.thomassen@uit.no, tlf: 78450252

Type prosjekt

Studentprosjekt, masterstudium

Kontaktinformasjon, student

John Vegard Hagen Medlie, johnvegardmedlie@me.com, tlf: 47034559

Prosjektperiode

29.08.2019 - 15.05.2020

Status

14.10.2019 - Vurdert

Vurdering (1)

14.10.2019 - Vurdert

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet 14.10.2019 med vedlegg. Behandlingen kan starte.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke typer endringer det er nødvendig å melde:

https://nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/meld_endringer.html

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle særlige kategorier av personopplysninger helseforhold og alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 15.05.2020.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger.

Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 nr. 11 og art. 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse, som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes uttrykkelige samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a, jf. art. 9 nr. 2 bokstav a, jf. personopplysningsloven § 10, jf. § 9 (2).

PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke viderebehandles til nye uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19), dataportabilitet (art. 20).

NSD vurderer at informasjonen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

Det er oppgitt at OneDrive er databehandler i prosjektet. NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og eventuelt rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Siri Tenden

Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

Informasjonsskriv og samtykke erklæring

Vil du delta i forskningsprosjektet *”Effekten av hurtighetstrening, pigging på rulleski”?*

Formål: I dette masterprosjektet skal jeg se hvilken effekt hurtighetstrening i 8 uker har. Det skal trenes 3 ganger i uken, 24 økter totalt. Det vil bli satt opp fellesøkter og egentrening. Grov øktplan: Oppvarming, 20 min med 4 stigningsdrag. Hoveddel, 4 hurtighetsdrag på 5 sekunder (40 m) og 4 hurtighetsdrag på 10 sekunder (80m), pausene blir satt til 3 min. Stilart i prosjektet er klassisk, pigging.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet? Masterprosjektet skrives under studiet Master i Idrettsvitenskap ved det helsevitenskapelige fakultet på Universitetet i Tromsø, Idrettshøgskolen.

Tor Oskar Thomassen, 1. amanuensis og forsker ved UiT, idrettshøgskolen er veileder for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Jeg spør nettopp deg, fordi du er bosatt her i Alta og du er en aktiv satsende junior langrennsløper.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du aksepterer å delta som testperson i forbindelse med mitt eksperiment vil det si at jeg kan bruke testresultatene dine i prosjektet. Dette prosjektet har et eksperimentelt design, det vil si at det gjøres et treningseksperiment for så å se på hvilken effekt dette har. Før selve treningseksperimentet starter vil det bli gjennomført en hurtighetstest i Finnmarkshallen 28. august. Når treningseksperimentet på 8 uker er ferdig vil det bli gjort ny test 23. oktober for å se om det er noen endringer i resultatet. Det vil også bli testet prestasjonen på en 1000m prolog, dato for disse testene er i nærheten av hurtighetstestene.

Tilleggs data som samles inn er informasjon om deg: Alder, høyde, vekt, treningstimer i året.

Du som deltager og testperson skal være helt anonym, som innebærer at du ikke skal kunne kjennes igjen i prosjektet når det publiseres. Det som kan være identifiserende er dette informasjonsskriv, direkte kontakt med meg på sosiale medier eller telefon. Intet av dette vil opptre i det endelige prosjektet. All digital kommunikasjon vil bli slettet etter prosjektets avlevering 15. mai 2020.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli anonymisert. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Det er kun forskeren som har tilgang til de innsamlede opplysninger.
- Testresultatene og tilleggsopplysninger om deg vil bli lagret på ekstern lagringsplass på nett, navnet ditt vil også bli erstattet med en kode. Listen over koder og navn vil bli lagret separat.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes 15. Mai 2020. Etter avlevering av oppgaven slettes alle testresultater og tilleggsopplysninger fra PC.

Dine rettigheter:

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Universitetet i Tromsø, det helsevitenskapelige fakultet, Idrettshøgskolen 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 til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Universitetet i Tromsø, Idrettshøgskolen

Prosjektansvarlig:

John Vegard Hagen Medlie
Student, Master i Idrettsvitenskap, UiT
Tel: +47 47034559
Epost: johnvegardmedlie@me.com

Veileder:

Tor Oskar Thomassen
1. amanuensis UiT
Tel: +47 78450252
Epost: tor.o.thomassen@uit.no

- Personvernombud, UiT:
Joakim Bakkevold

Tel: 77646322
Epost: personvernombud@uit.no

NSD:
Norsk senter for forskningsdata AS

Tel: 55 58 21 17
Epost: personverntjenester@nsd.no

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig

John Vegard H. Medlie

Veileder

Tor Oskar Thomassen

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Effekten av hurtighetstrening, pigging på rulleski*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i denne eksperimentelle studien i henhold til dette informasjonsskriv

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. 15 Mai 2020.

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

(Om du er under 18 år må en foresatt/verge signere dette)

