



UiT Norges arktiske universitet

# Skarp i motbakke

- Fysisk form og kognitiv funksjon

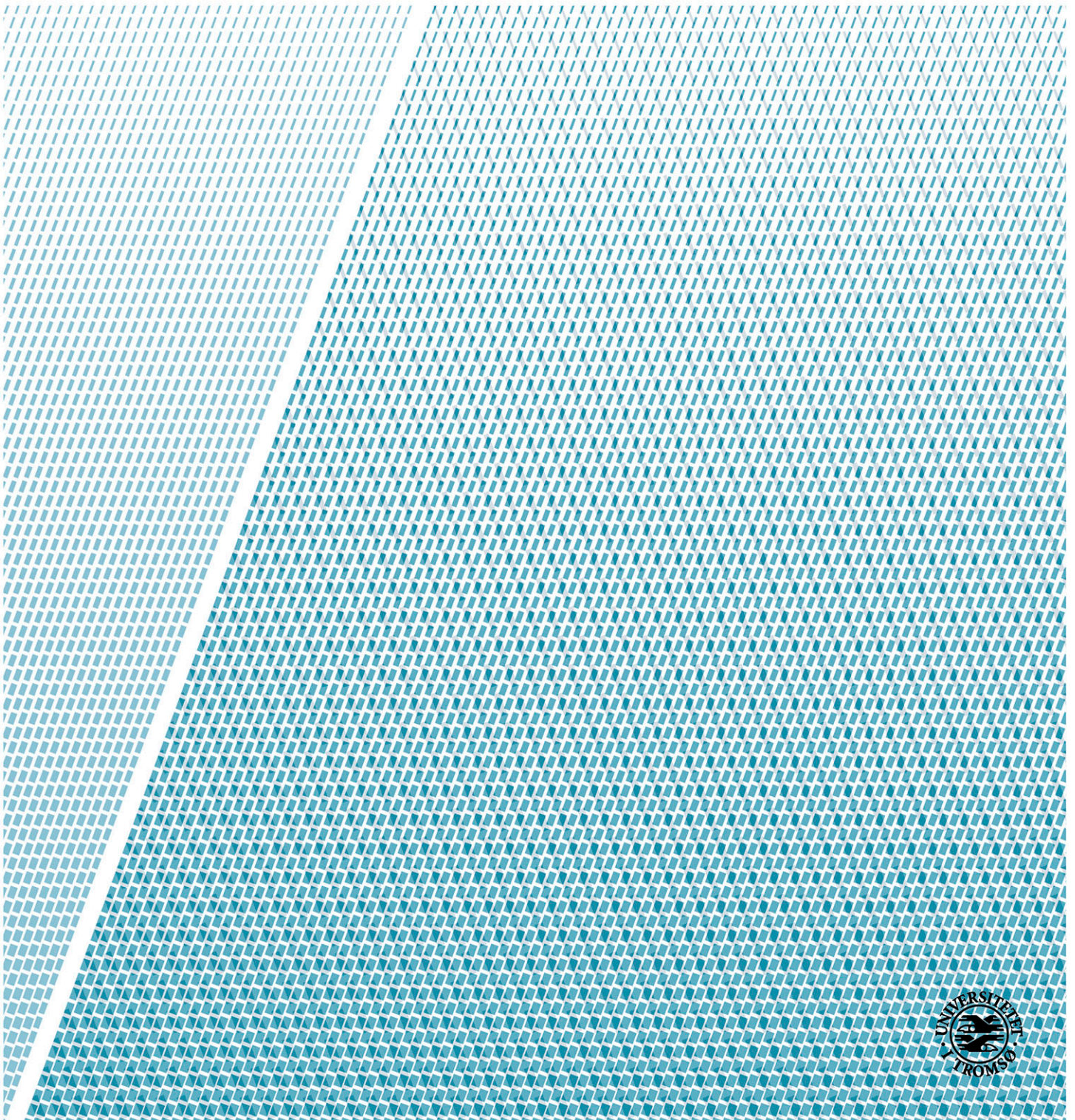
- Det helsevitenskapelige fakultet
- August Nygaard Nordby
- Masteroppgave i Idrettsvitenskap
- IDR-3901
- 2019-2020



**Til minne om min pappa,**

**Baard Nordby**

**10.03.2020**





# Innholdsfortegnelse:

Sammendrag.....	8
Abstract .....	9
Figurliste.....	11
1 Innledning.....	1
2 Teoretisk bakgrunn og tidligere forskning .....	3
2.1 Snøskred: Det vanskelige læringsmiljøet.....	3
2.1.1 Snøskred, tilbakemelding og risiko.....	3
2.1.2 Beslutningsverktøy .....	4
2.1.3 Et komplekst fenomen.....	5
2.2 Hvordan vi lærer: Intuitivt og rasjonelt.....	5
2.2.1 Erfaringsbasert læring og læring som prosess.....	6
2.2.2 Tosidig prosess.....	7
2.3 Expert halo og Dunning-Kruger effekten.....	12
2.4 Fysisk aktivitet og kognitive evner .....	12
2.4.1 Fysisk aktivitet – forbedring og forverring av kognitiv kapasitet.....	13
2.4.2 Automatisering av fysisk aktivitet frigjør kognitiv kapasitet.....	15
2.4.3 Hvordan påvirkes våre kognitive evner av fysisk aktivitet.....	17
3 Mål med studien .....	19
3.1.1 Hypoteser: .....	19
4 Metode.....	20
4.1 Forklaring av deltakere og testene .....	20
4.2 Deltakere .....	21
4.3 Beskrivende prosedyre til test 1. og test 2.....	21
4.4 Materiell .....	22
4.4.1 Måling av peak hjertefrekvens .....	22
4.4.2 Subjektiv opplevelse av fysisk og kognitiv innsats.....	22

4.4.3	Utstyr for å simulere å gå opp et fjell.....	23
4.4.4	Bildegjennkjennelsestest DRM.....	23
4.4.5	Rasjonalitetstest (RQ) .....	24
4.4.6	HF <sub>peak</sub> test på sykkel .....	24
4.5	Prosedyrer.....	25
4.5.1	Prosedyre HF <sub>peak</sub> -testen (test 1).....	25
4.5.2	Prosedyre på kognitive tester under ulike HF .....	26
4.6	Etikk .....	27
4.7	Analyse.....	27
5	Resultater.....	28
5.1	Sammenhengen mellom fysisk form og evnen til rasjonell tenking .....	28
5.2	Fysisk aktivitet og rasjonell tenking.....	29
5.3	Fysisk form, fysisk aktivitet og intuitive vs. rasjonelle spørsmål .....	30
6	Diskusjon.....	32
6.1	Begrensninger med studien .....	35
6.2	Deltakerne .....	35
6.3	Fysiske og kognitive tester .....	35
6.4	Fremtidig forskning.....	36
7	Konklusjon .....	37
8	Vedlegg .....	39
8.1	Vedlegg: Notatark – Kognitive oppgaver under FA .....	39
8.2	Vedlegg – Notatark – Kognitive oppgaver under FA .....	40
8.3	Vedlegg – NSD – del 1. ....	41
8.4	Vedlegg - Personvernombudet for forskning .....	42
8.5	Vedlegg – Informasjon om testene.....	43
8.6	Vedlegg – Forespørsel om deltakelse.....	44
9	Referanseliste .....	45

## Figurliste

Figur 1. Fremgangsplan for testdag.....	27
Figur 2. Histogram viser fordeling av fysisk form.....	29
Figur 3. Rasjonalitetsskåre i tre runder.....	30
Figur 4. Kjønnforskjeller i rasjonalitetstestene.....	31
Figur 5. Rasjonalitetsskåre mellom intervensjons- og kontrollgruppe.....	32

# Forord

## Høst 2018

Fred Inge og jeg sitter på kontoret. Vi er i starten av august måned. Vi skal starte forberedelsene til masteroppgaven. Diskusjonen går flittig frem og tilbake, hvordan skal vi legge dette opp. Det er nå Alvoret starter.

## Juletider 2018

Vi nærmer oss juleferie. Vi har laget noen enkle utkast og skisser. Planene begynner å ta form. På kontoret arbeides det iherdig. Vi skal starte testingen av deltakere i januar, men enn så lenge mangler vi mange deltakere.

## Januar 2019

Innhenting av deltakere går trått, det er vanskelig å finne deltakere som er relativt dårlig trent. Vi har hyppige skolesamlinger i Alta, i tillegg til innlevering av arbeidskrav og eksamener. Oppstart av testing må utsettes. Innhenting av deltakere pågår for fullt. Sosiale medier og aviser blir brukt flittig.

## Mars 2019

Etter flere måneder med hard jobbing, har vi endelig nok deltakere til å starte testingen. Vi har som plan at alle deltakerne skal gjennom pre og post test, i tillegg til treningsintervensjon på åtte uker før sommerferien.

## April og Mai 2019

Deltakerne blir sluset gjennom ulike tester og tre treningsøkter ukentlig. De får tett oppfølging av oss. Vi opplever en treningsgruppe som starter nervøst, men som jobber seg godt inn i rollen som testdeltakere.

## Juni 2019

Deltakerne er ferdig med pre og post test i tillegg til treningsintervensjonen. Vi tar alle sommerferie med noen ekstra kilo borte fra skuldrene.

## Fredag 5. Juli 2019

Livet mitt blir snudd på hodet. Jeg er på en etterlengtet fisketur med gjenget fra jobb. Plutselig ringer telefonen. Mamma og pappa er i den andre enden, de høres nervøse og triste ut. De spør om jeg er alene. Kort tid etterpå sier dem, August, dette er tøft, men pappa har kreft i bukspyttkjertelen med spredning til leveren og kommer ikke til å bli frisk. Tårene triller.

## Sommer 2019

For meg, pappa og resten av familien har det hele tiden vært viktig å se fremover. Livet skal ikke stoppe opp, vi skulle fortsette med de samme faste aktivitetene. Pappa og mamma stod fjellstøtt i denne perioden. Men det var meget tungt og livet gikk i store bølgedaler.

## Høst 2019

Ingen visste om pappa kom til å overleve frem til julen. Pappa går gjennom totalt åtte cellegiftkurer. Skolearbeidet, humør og livsglede gikk konstant nedover. Å leve med en slik usikkerhet er vanskelig. I denne perioden skulle mye av grunnlaget for masterskrivingen legges, men dessverre ble det bare en pøl av ord uten mening. Denne høsten startet jeg og Fred Inge i tillegg opp som studenter på praktisk pedagogisk utdanning ved NTNU i Trondheim. Pappa har hele tiden vært klar på at hans sykdom ikke skal påvirke min utdanning.

Julen 2019

En stor seier for oss som familie. Vi hadde en veldig trivelig jul, med de samme gode tradisjonene som tidligere. Kvalitetstid, glede og livsmestring stod i fokus. En jul fåtallet av oss trudde vi skulle få sammen.

Januar og februar 2020

Det nye året starter med en tøff nyhet. Pappas kreft har spredd seg til lymfeknutene. Smertene ble veldig store og innleggelse på sykehuset var nødvendig. Ny smertelindringskur ble satt sammen. I midten av februar ble hele storfamilien tilkalt. Vi måtte komme hjem øyeblikkelig, pappas form var drastisk forverret. Skolearbeidet har i stor grad vært satt på vent frem til nå, men nå er det enten eller og 12. februar leverte jeg første del av masteroppgaven til veiledning.

Torsdag 20. februar

Pappa hastesendes med ambulanseflyet til Bodø sykehus. Tidligere på kvelden har en kardiolog funnet en stor væskeansamling i en av pappas hjerteposer. Væsken må fjernes øyeblikkelig. Natt til fredag blir pappa operert.

Mandag 2. mars

Væsken som ble tatt ut fra pappas hjertepose er analysert. Kreften har spredd seg og forårsaket hjerteproblemene. Alle livsforlengende behandlinger blir øyeblikkelig stoppet opp. Sluttfasen er innledet. Fremover blir det bare smertelindring. Ingen vet hvor lang tid pappa har igjen å leve. Hvis jeg blir kalt hjem nå, da må masteroppgaven utsettes.

Helgen 6. til 8. mars

Spontant setter jeg meg i bilen om morgenen fredag 6.mars. Syv timer senere er jeg hjemme. Pappa er i dårlig form, han trenger hjelp til det meste. Helgen blir derimot min fineste helg siden jeg flyttet ut som 16åring. Søndag før avreise har jeg en dyp og veldig fin samtale med pappa.

Tirsdag 10. mars

Kreftene tok slutt. Pappa døde med mamma, mine to søsken med sine respektive og tanter og onkler rundt seg. Det ble en verdig avskjed og akkurat slik pappa ønsket seg. Selv var jeg i Tromsø, etter eget ønske. Jeg ønsket ikke å være der når pappa gikk bort, jeg ville takle sorgen på min måte og uten å måtte ta hensyn til andre familiemedlemmer.

Mai

Innleveringsfristen 15. mai utgår, den psykiske belastningen ble for stor. To uker utsettelse innvilges. 1. juni leveres oppgaven inn - Pappas største ønske for meg er gått i oppfyllelse.

Jeg ønsker ikke å bruke pappas bortgang som en unnskyldning eller som en faktor for å få medlidenhet, men heller som en påminnelse om at livet er skjørt og at vi må ta vare på de vi er glade i. Alle mennesker går gjennom noen tøffe tider i livet, enkelte får mer enn andre. En kreftpasient rammer ikke bare en person, men en hel familie og alle pårørende. Det har vært viktig å fullføre denne utdanningen både for meg selv, men også for å hedre pappa med at framtidsutsiktene ser bra ut og at vi vil klare oss i årene som kommer. Denne masteroppgaven hadde ikke vært mulig uten mine veiledere, studiepartnere, testdeltakere, forlovede og familie. Audun Hetland, Boye Welde, Gerit Pfuhl, Fred Inge Guttormsen, Kevin Wilsgård, Brage Heil, Tonje Merete Kyllø, Ragnhild Nygaard Nordby og sist, men ikke minst Baard Nordby. Tusen takk for all hjelp og takk for at du er akkurat den du er!

## Sammendrag

Topptur på ski er en risikoaktivitet, fordi sjansene for å bli tatt av snøskred er tilstede. I løpet av de siste ti årene har 75 mennesker omkommet i snøskred i Norge, 91 % mens de var på tur. Av de som omkommer i snøskred har omtrent 90% utløst skredet selv, eller noen i deres gruppe (Brattlien, 2017; NGI, 2019; Tremper, 2008). Å ta gode beslutninger kan med andre ord være livbergende. Hensikten med denne studien er å etablere kunnskap om hvordan fysisk form og fysisk aktivitet påvirker beslutningstaking i skredterreng. Studien vil besvare tre hypoteser: (1) deltakere i god fysisk form vil gjøre det bedre på testen om rasjonell tenking (RQ) sammenlignet med deltakere i dårlig fysisk form. (2) Deltakerne vil prestere dårligere på rasjonell tenking umiddelbart etter intens fysisk aktivitet, i form av makspulstest og fysisk aktivitet av lengre varighet målt ved gange, sammenlignet med når de sitter stille. (3) Både dårlig fysisk form og høy fysisk aktivitet vil – hver for seg – føre til en reduksjon i prestasjon på ikke-intuitive spørsmål i rasjonalitetstester. Spørsmålene med et intuitivt svar vil ikke påvirkes av fysisk form eller fysisk aktivitet. **Metode:** Deltagerne har svart på RQ testen før aktivitet etter at de hadde løpt makspuls test på tredemølle og etter å ha gått lengre økt på tredemølle på 75 og 85 % av makspuls. **Resultat:** Fysisk form ble bestemt ved målt eller estimert maksimalt O<sub>2</sub> opptak (VO<sub>2</sub> maks). Det var en signifikant positiv korrelasjon mellom deltakernes fysiske form og prestasjoner på en rasjonalitetstest. Det ble ikke funnet signifikante resultater som viste at fysisk aktivitet påvirker evnen til å tenke rasjonelt, verken under kortvarig og intensiv aktivitet eller langvarig aktivitet med lavere intensitet. Det ble funnet at fysisk aktivitet førte til at deltakere gjorde det dårligere på spørsmålene som hadde et intuitivt svar, og bedre på de spørsmålene som ikke hadde et intuitivt svar. **Konklusjon:** Funnene viser at fysisk form og fysisk aktivitet påvirker menneskers evne til å tenke og ta beslutninger.



## Abstract

Ski touring is a risk activity, because of the chances of being caught by avalanches. During the last ten years 75 people have died in avalanche accidents in Norway, 91 % of them while on ski touring. 90 % of the ones who lost their life in avalanches triggered the avalanche their self, or by someone in the same group (Brattlien, 2017; NGI, 2019; Tremper, 2008). Making good decisions could in other words be lifesaving. The objective of this study is to establish knowledge about how physical shape and physical activity influences decision making in the terrain. The study aim to answer three hypotheses: (1) participants in good physical shape will show higher performances in tasks of rational thinking (RQ) compared to participants in poor physical shape. (2) Participants will show poorer performances in tasks of rational thinking immediately after intense physical activity, in terms of maximum heart rate tests and physical activity with longer duration measured with walking, compared to while sitting down. (3) Poor physical shape and high physical activity will, separately, lead to a reduction in performances on non-intuitive questions in rational tests. The questions with an intuitive answer will not be influenced by physical shape or physical activity. **Method:** The participants answered the RQ test before physical activity after running the maximum heart rate test on a treadmill, and after a longer walking session on a treadmill with 75 % og 85 % of the maximum heart rate. **Results:** Physical shape was determined by measuring estimated maximum O<sub>2</sub> uptake (VO<sub>2</sub> max). A significant positive correlation was found between physical form and performances on a rational test. No significant results was found showing that physical activity influences the ability to think rationally, neither during short, high intensity activity or longer, low intensity activity. The participants performed poorer on the intuitive questions and better on the non-intuitive questions after physical activity. **Conclusions:** the findings suggest that physical shape and physical activity influences the human ability to think and make decisions.

# 1 Innledning

I de siste årene har topptur på ski eksplodert i popularitet. Deltakerne søker blant annet etter gode naturopplevelser og mestringsfølelse. Topptur på ski er en risikoaktivitet, fordi sjansene for å bli tatt av snøskred er tilstede. I løpet av de siste ti årene har 75 mennesker omkommet i snøskred i Norge, 91 % mens de var på tur. Av de som omkommer i snøskred har omtrent 90% utløst skredet selv, eller noen i deres gruppe (Brattlien, 2017; NGI, 2019; Tremper, 2008).

Skredvurdering er en vanskelig og kompleks øvelse, fordi den avhenger av en rekke faktorer som påvirker våre evner til å ta gode beslutninger. Deltakerne på topptur får ingen tilbakemelding på kvaliteten av deres vurderinger, men konstant tilbakemelding på resultatet som er god skikjøring og fine opplevelser. Når raset går, får de riktig nok tilbakemelding. Men dette er relativt sjeldent, og de får aldri tilbakemeldinger på at det var like før. Det gjør at det blir en ubalanse mellom våre intuitive og rasjonelle beslutninger. Dette kan deles inn i opplevelseslæring (intuisjon) og instruksjonslæring (rasjonell). Intuisjon baserer seg på læringen som oppstår av tidligere erfaring, mens rasjonelle beslutninger baserer seg på en refleksjon av teorien og informasjon som er tilgjengelig. Intuitivt lærer vi at det ikke er fare for snøskred, fordi vi ikke har opplevd det. I stedet får deltakerne positive tilbakemeldinger på fin skikjøring. Rasjonelt vet vi at det er en fare for snøskred og tar det med i vurderingene underveis på turen (Brattlien, 2017; Hertwig & Hogarth, 2018; Hogarth, Lejarraga, & Soyer, 2015).

Det er gjort mye forskning på snøskred og beslutningstaking. For eksempel risikooppfatninger og holdninger (Hallandvik, Andresen, & Aadland, 2017), kognitive skjevheter (Marengo, Monaci, & Miceli, 2017), gruppedynamikk (Jordy & Jerry, 2014), sikkerhetsutstyr i snøskredsammenheng (Haegeli et al., 2014) og snøskredrisiko (Vanpouille, Vignac, & Soulé, 2017). Data fra disse studiene er primært innhentet gjennom intervju, spørreundersøkelser eller analyser av ulykkesdata. Dette gjør at man ikke kan trekke kausale konklusjoner, og studiene lider av «etterpåkløskaphet». Det er derimot ikke gjennomført noen studier på hvordan fysisk aktivitet påvirker beslutninger i skredterreng (terreng som er 30 grader eller brattere).

Tidligere forskning på fysisk aktivitet og kognitive evner, viser to strømmer av forskning med motstridende resultat. En metaanalyse viser at fysisk aktivitet forbedrer kognitive evner (Chang, Labban, Gapin, & Etnier, 2012), mens en annen viser at de kognitive evnene blir forverret (Lambourne & Tomporowski, 2010). Tre ulike studier viser til totalt seks primærfaktorer som kan gi grunnlag for de sprikende resultatene; test-intensitet, type kognitiv test, tidspunktet de kognitive oppgavene utføres, deltakernes fysiske form, varighet på testen og type aktivitet (Chang et al., 2012; Lambourne & Tomporowski, 2010; Tomporowski & Ellis, 1986). Studien til Chang med fl. (2012) fant ut at deltakere i fysisk god form presterte bedre på kognitive oppgaver, enn deltakerne i dårlig fysisk form. Dette støttes opp av to studier som hevder at fysisk godt trente personer har en fordel av økt vedlikehold av oksygenmetning i prefrontal korteks, i forhold til dårligere trente (Labelle, Bosquet, Mekary, & Bherer, 2013; Rooks, Thom, McCully, & Dishman, 2010).

Denne studien vil derfor se på hvilken effekt fysisk form har på evnen til å tenke rasjonelt både før fysisk aktivitet, etter en kort men intens fysisk aktivitet og etter en lengre men mindre intens fysisk aktivitet. For å undersøke dette har jeg brukt data fra tre ulike datainnsamlinger (pre-test fra nåværende datainnsamling til masteroppgaven, bacheloroppgaven min og 48 deltakere fra Silje Osnes masteroppgave). Deltakerne har gjennomført makspulstest og tre sesjoner av 15 rasjonelle spørsmål fordelt etter studiens design og på bakgrunn av deltakernes fysiske utmattelse på 75, 85 og 75 % av makspuls. I tillegg var deltakerne gjennom The Deese-Roediger-McDermott metoden (DRM), det er en enkel kognitiv test for å undersøke falske minner (Pardilla-Delgado & Payne, 2017). Omtrent 1/3 del av den samlede deltakermassen var også med på en åtte ukers treningsintervensjon med pre og post test og en fysisk kartleggingstest av deltakernes fysiske form. Data fra DRM og treningsintervensjon er ikke tatt med i min oppgave.

## 2 Teoretisk bakgrunn og tidligere forskning

I dette kapittelet ønsker jeg å gå gjennom teori og tidligere forskning som er knyttet til forsknings-spørsmålet mitt. Kapittelet er inndelt i tre deler.

1. Snøskred: det vanskelige læringsmiljøet
2. Hvordan vi lærer: både intuitivt og rasjonelt
3. Expert halo og Dunning-Kruger effekten
4. Fysisk aktivitet og kognitive evner

Første del tar for seg faktorer som er nødvendig for at snøskred skal utløses, hvilke faktorer som påvirker beslutningstaking, ulike beslutningsverktøy og snøskred som læringsarena. Andre del trekker frem hvilke faktorer vi er avhengig av for at læring skal oppstå, vanskelig læringsmiljø, tilbakemeldinger, to typer beslutningsteorier (system 1 og 2), heuristiske feller og hvordan fysisk aktivitet påvirker muligheten til å være rasjonell. Siste del av kapittelet tar for seg hva som skjer i kroppen under fysisk aktivitet, hvordan kognitive evner påvirkes av fysisk aktivitet og ulike teorier knyttet til det.

### 2.1 Snøskred: Det vanskelige læringsmiljøet

#### 2.1.1 Snøskred, tilbakemelding og risiko

I hovedsak er det tre nødvendige faktorer for at et snøskred skal utløses. Bratt terreng (30 grader eller brattere), lagdelt snø og været. Disse faktorene blir omtalt som de naturvitenskapelige faktorene. De er avgjørende for at et snøskred skal utløses. På midten av 90-tallet ble det presentert en fjerde faktor, menneskelig faktor. Den representerer mennesket og omtales av flere eksperter som en joker, da menneskets beslutninger og handlinger i snøskredterreng kan være uforutsigbare (Brattlien, 2017; Fredston, 1994).

Selv om det å vurdere skredfare handler om å vurdere konkrete faktorer som bratthet på terrenget og kvaliteten på snøen er det en ferdighet som er vanskelig å lære. Årsaken er blant annet mangel på tilbakemelding. Mennesket er avhengig av tilbakemelding for at læring skal oppstå. I snøskredterreng er denne tilbakemeldingen ikke til å stole på. Deltakerne kan gjøre dårlige valg, men likevel oppleve fantastisk skikjøring eller foreta seg gode valg, men bli tatt av snøskred (Brattlien, 2017; Landrø, 2019).

Risikoen for å bli tatt av et snøskred kan i ytterste konsekvens føre til alvorlig skade eller død. Tidligere forskning viser at halvparten av de som begravnes i et snøskred omkommer. En av fem som blir begravet i snøskred dør av mekaniske skader. Majoriteten av de som fremdeles lever i det skredet stopper, dør i de fleste tilfeller av kvelning i løpet av de første 15 minuttene. Kun unntaksvis overlever noen å være fullstendig begravet mer enn 30 minutter (Brattlien, 2017; McIntosh, Grissom, Olivares, Kim, & Tremper, 2007; Van Tilburg, 2010). Derfor er det viktigste en kan gjøre er å unngå å bli tatt av snøskred – og det avhenger av å kunne ta gode beslutninger i skredterreng.

### **2.1.2 Beslutningsverktøy**

Beslutningene som foretas i skredterreng er så vanskelig at det er laget flere beslutningsverktøy, men det viser seg at hverken eksperter eller nybegynnere bruker dem (Landrø, 2019)

En studie av Landrø, Pfuhl, Engeset, Jackson, and Hetland (2020) undersøkte ti av de mest brukte beslutningsverktøyene. I beslutningsverktøyene identifiserte de totalt 44 underliggende faktorer, i tillegg til ni faktorer som snøskred eksperter anser som viktige. Totalt undersøkte de 53 faktorer som er relevante i beslutningsprosessen. Strukturen på verktøyene er delvis ulike, da noen tar for seg beslutningsprosessen, mens andre tar for seg en «stopp-eller-gå beslutning». Beslutningsverktøyenes mål er å forenkle beslutningsprosessen i skredterreng, slik at deltakerne på topptur kan fatte de mest optimale avgjørelsene for å unngå å bli tatt av snøskred. Det finnes i hovedsak to typer metoder, reduksjonsmetoder og analytiske metoder. Reduksjonsmetodene bygger på Werner Munter sin 3x3 metoden (Munter, W. I Landrø et al., 2020) hvor målet er å statistisk redusere risikoen for snøskred ved å gå i mindre bratt terreng ved høy faregrad. Afterski-metoden er annen reduksjonsmetode, den er norsk og en mer konservativ variant (Brattlien, 2015). Reduksjonsmetodene er enkle i bruk, men med grove kategorier blir de ofte lite presise. Systematisk snødekkeanalyse er derimot en analytisk metode som krever langt mer kunnskap å beherske, men som til gjengjeld er mer presis hvor vurderingene tas på bakgrunn av en sammenstilling av flere forskjellige faktorer og ikke få enkeltfaktorer som i reduksjonsmetodene (Kronthaler, G. I Landrø et al., 2020).

Jeg vil oppsummere dette delkapittelet ved å vise til at beslutningstaking forekommer ved alle stadier og er avhengig av en rasjonell vurdering av en rekke faktorer. I et miljø med manglende tilbakemelding er læring vanskelig og det er krevende å skulle utvikle noen form for pålitelig intuisjon. Å kunne tenke rasjonelt er en forutsetning for å ta gode valg i



skredterreng – og for å kunne gjøre det må man kunne ta til seg informasjon som er tilgjengelig.

### **2.1.3 Et komplekst fenomen**

Hvordan vi opptrer i skredterreng er dermed avgjørende for å unngå ulykker. Naturlovene avgjør om et skred utløses og hvor stort det kan bli. Kunnskap, utstyr, ferdigheter og tilfældigheter blant deltakerne på topptur avgjør utfallet (Brattlien, 2017; Landrø et al., 2020).

Brattlien (2015) fremhever at mennesker som ønsker å lære mer om snøskredfaget må oppsøke skredterreng. Forfatter Brattlien mener at en kombinasjon av teori og praksis er retningen å gå for å fatte kloke beslutninger og oppnå trygghet i vinterfjellet. Videre trekker han frem at mange av deltakerne på topptur har liten erfaring med snøskredvurdering, fordi den tidligere skredtradisjonen i Norge har handlet om å unngå snøskredterreng. Deltakere på topptur bør i stor grad vie mye av tiden på topptur til å lære mer om skred. Ingen blir ferdig utlært i skredfaget og selv de fremste skredeksperter lærer nye ting hvert år. Selv skredeksperter med mye kompetanse og bred erfaring kan gjøre feilvurderinger (Brattlien, 2017; Landrø et al., 2020).

Om et snøskred utløses avhenger av et komplisert forhold mellom en rekke faktorer som vi bare til en viss grad kan observere. Og selv om vi beveger oss i skredterreng under skredfarlige forhold vil vi ofte være heldige og ikke utløse noe skred. Slik kan en dag med dårlige vurderinger hvor vi kanskje var en hårsbredd fra katastrofe bli oppfattet som en fin dag på fjellet. Ja kanskje til og med som at vi har tatt gode beslutninger – siden det tross alt ikke gikk noe snøskred. Denne mangelen på pålitelig tilbakemelding og positiv belønning for å kjøre i stedet for å la være gjør snøskred til et vanskelig læringsmiljø.

## **2.2 Hvordan vi lærer: Intuitivt og rasjonelt**

For at læring skal oppstå er vi avhengig av tre faktorer: Passelig vanskelig oppgave, mulighet for repetisjon og pålitelig og god tilbakemelding (Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993). En tidligere studie av Hogarth et al. (2015) undersøkte ideen om gode og vanskelige læringsmiljø. Et godt læringsmiljø gir regelmessige og korrekte tilbakemeldinger på hvilke beslutninger eller handlinger som vil gi positive utfall. Sjakk eller lignende aktiviteter kan være eksempler på gode læringsmiljø. Deltakeren får mulighet til å gjennomføre gjentakende repetisjoner med gode tilbakemeldinger, som kan føre til et forbedret resultat.

Et vanskelig læringsmiljø er et læringsmiljø hvor det ikke finnes en korrelasjon mellom utfallet og spesifikke beslutninger eller at handlingene er misvisende, tvetydige eller ikke-eksisterende (Hogarth et al., 2015). Snøskredterreng er et godt eksempel på et vanskelig læringsmiljø. Deltakerne får ikke tilbakemelding på kvaliteten av beslutningene de tar, men på resultatet som oftest er fin skikjøring, men også i sjeldne tilfeller kan være snøskred. På denne måten høster deltakerne ikke erfaring om kvaliteten av skredvurderingen – som kan ha vært dårlig, men på resultatet av den – som gjerne opplevdes veldig god. Læren om snøskred skiller seg på flere vis fra tradisjonell læring i friluftslivet hvor læring først og fremst erverves gjennom erfaring.

### **2.2.1 Erfaringsbasert læring og læring som prosess**

Erfaringsbasert læring vokste frem gjennom den pragmatiske tradisjonen for nærmere 100 år siden. John Dewey frontet begrepet «Learn to do by knowing, and know by doing», senere forkortet til «learning by doing» (Ronglan, 2008). Erfaringen vi tilegner oss gjennom handling, knytter seg til en tidligere erfaring og på den måten utvikler deltakernes forståelse og læring. Refleksjon og ettertanke over erfaring gir i følge Kolb (2015) sin lærings sirkel grunnlag for utvikling av nye kognitive strukturer og handlinger (Hallandvik, Høyem, & Forum for friluftslivsfag, 2019). Beames (2016) skriver at erfaringen må skje i autentiske omgivelser for at den skal gi de beste forutsetninger for god læring. Skigåere som ønsker å lære mer om beslutningstaking i skredterreng er med andre ord avhengig av å bygge autentiske og pålitelige erfaringer med både terreng, snø og vær på en måte som legger til rette for kontinuerlig læring (Hallandvik et al., 2019).

Ivar Bjørgen mener at læring er en prosess, uten sluttresultat. Han mener læringen kommer som en konsekvens av en kontinuerlig læringsprosess, men at den hele tiden kan forandres eller videreutvikles, lik en spiral som alltid kan erfare nye problemstillinger (Ronglan, 2008). Deltakerne på topptur befinner seg i en kontinuerlig lærings spiral, hvor de står ovenfor ulike problemstillinger underveis på turen. Været og snøens kvalitet forandres hver dag, i tillegg kan snøens kvalitet og stabilitet være annerledes fra et sted til et annet underveis på turen. På bakgrunn av den informasjonen som er tilgjengelig og tidligere erfaring går deltakerne gjennom en kontinuerlig beslutningsprosess. Læringsprosessen kan sees på som det overordnende begrepet, mens beslutningsprosessen er et ledd i læringsprosessen (Bjørgen I Ronglan, 2008).

Sosiologen Ivar Frønes fremmet to læringsmetoder: Læring som intensjon og læring som konsekvens. Læring som intensjon kan for eksempel være skolen eller organiserte fotballtreninger. Deltakeren oppsøker et miljø hvor målet er at de skal tilegne seg kunnskap. I snøskredsammenheng vil skredkurs være et godt eksempel på læring som intensjon. Læring som konsekvens har ikke som mål at deltakerne skal tilegne seg kunnskap, men den kommer som en konsekvens av deres aktiviteter. For eksempel vil barn og unges kroppslige utfoldelse i friminutt på skolen eller hjemme i hagen i stor grad bidra til barns læring om kroppens egenskaper og ferdigheter. Topptur med venner vil også være et eksempel på læring som konsekvens, men om handlingen ikke får noen konsekvenser er det også lite læring å hente. Om tilbakemeldingen er falsk, altså at du gjør feil, men får tilbakemelding om at det var rett, fører det til direkte feillæring. Begge disse scenarioene er vanlige i skredterreng. Det fører til feil læring både for intuitive og rasjonelle beslutninger, ofte omtalt som tosidig prosesseringsteori eller system 1 og system 2 (Frønes I Ronglan, 2008).

## **2.2.2 Tosidig prosess**

### **2.2.2.1 System 1 og 2**

Tosidig prosesseringsteori deler menneskers tenking inn i to separate systemer ofte kalt system 1 og system 2 (Kahneman, 2013; Stanovich, 2009). System 1 – det intuitive systemet - er selvstyrende, automatisk, raskt, uanstrengt og uten bevissthet. System 2 – det rasjonelle systemet - er tregt, analytisk, reflekterende og er avhengig av bevissthet og innsats. Disse to systemene har også blitt undersøkt i en skredkontekst (Shooter & Furman, 2011).

Eksempelvis vil deltakere på topptur møtes av en utrettelig mengde sanseintrykk og informasjon. Denne informasjonen vil først filtreres gjennom system 1, før den eventuelt formidles videre til system 2. Hvis deltakeren på forhånd er kjent med området de skal bevege seg i og hvilke skredproblemer de kan møte vil system 1 lettere kunne kjenne igjen faretegn og skredproblemer. Dette vil øke sannsynligheten for at deltakerne oppdager skredproblemene som er angitt i skredvarselet (Hallandvik et al., 2019).

Som deltaker på topptur er vi avhengig av begge systemene. System 1 bruker vi blant annet mens vi kjører på ski. Deltakerne tar raske (intuitive) avgjørelser for hvordan de skal bevege kropp og ski i samsvar med terrenget de beveger seg i. De får rask tilbakemelding (informasjon) på om det er gode eller dårlige avgjørelser, da dårlig kjørestil ofte fører til flere fall. Denne informasjon kan dermed brukes til å forbedre tidligere avgjørelser og det er essensen for at system 1 skal fungere optimalt. I tillegg til å ta inn mest mulig informasjon fra

området de beveger seg i, er system 1 en viktig bidragsyter på topptur. Derimot er deltakerne avhengig av å ta veloverveide og gode avgjørelser når de skal eksponere seg i bratt terreng. Logisk og langsom resonering av landskapet, været og snøen i tillegg til øvrig informasjon tilgjengelig er avgjørende for å ta gode beslutninger, med minst mulig risiko (Brattlien, 2017).

### **2.2.2.2 Intuitive system**

Når kan vi forstå at vår intuisjon er gyldig og ikke bare ren gjetting? Mange forbinder intuisjon med noe magisk, noe som bare dukker opp. Men intuisjon kan forklares mye mer spesifikt. Kahneman (2013) er i boken «tenke fort og langsomt» kritisk til såkalte eksperters intuisjon. Han viser til børsmejlere og politikkeksperter som «bare vet» at aksjene kommer til å synke, eller at en finanskriser kommer til å inntreffe. Hvordan kan de vite dette? Disse ekspertene har gjerne en lang utdanning og bred erfaring i ryggen. Høye lønninger og respekterte lederstillinger gir en følelse av at arbeidet er viktig og meningsfullt. Med all denne kompetansen og ikke minst støtten fra miljøet rundt, føler de seg trygge på arbeidet de gjør. En aksjemejler har stor tiltro til sine intuisjoner om hvordan aksjeprisene kommer til å bli, og at fortiden kan forstås og gi mening. Dette kaller Kahneman ekspertillusjonen, og er en variant av ferdighetsillusjonen. Vi mennesker er svært koherenssøkende og lager oss årsakshistorier av noe som like gjerne kunne vært, eller mest sannsynlig er, tilfeldigheter. Dette er en skjevhet, en heuristikk, som ligger lett tilgjengelig i system 1 hvor vi fyller inn informasjon som vi selv mener mangler, selv om det objektivt ikke er mulig å kunne forutsi. Det gjør at vi alt for raskt konkluderer og dømmer, uten at vi har nok informasjon tilgjengelig. På samme måte som at aksjemejleren predikerer fremtiden, uten at vedkommende på noen måte kan vite sikkert hvordan aksjene kommer til å utfolde seg. Vedkommende har ingen fakta om fremtiden, og kan derfor heller ikke spå aksjene. Slike prediksjoner kalles ikke-regressive prediksjoner.

Tetlock (2005) gjorde et eksperiment for å finne ut om intuisjonene og prediksjonene til eksperter kunne sees på som gyldige. Han fikk 284 eksperter til å predikere hvordan politikken og økonomien kom til å utvikle seg. Resultatene viste tydelig at ekspertene kunne like gjerne ha gjettet vilt. Kahneman (2013) utførte også et lignende eksperiment med børsmejlere, der han sammenlignet deres prediksjoner med det faktiske utfallet. Han fikk de samme resultatene.

Vi ser altså at eksperterers intuisjoner og prediksjoner ofte ikke har gyldighet, i følge Kahneman (2013). Men, når kan de være gyldige? For å finne svar på dette gikk Kahneman sammen med Gary Klein, forgrunnsfiguren i Natural Decision Making (NDM). Klein hadde et mye mer positivt syn på intuisjon enn Kahneman. Sammen ga de ut en artikkel om intuisjoners gyldighet (Kahneman & Klein, 2009). Klein hadde også studert eksperterers intuisjoner, men på en litt annen måte enn Kahneman. Ved å studere brannmenns intuisjoner kom nemlig Klein frem til en annen konklusjon enn Kahneman. Klein fant ut at brannmennene hadde en egen metode for å bruke og sjekke intuisjonen sin på. Når de møtte på potensielt farlige situasjoner, fikk brannmennene en intuitiv løsning i tankene. Uten å finne andre løsninger å sammenligne med, testet de den intuitive løsningen ved å visualisere den. Virket det som om løsningen holdt mål, brukte de den. Hvis ikke forbedret de den, eller fant en ny løsning. Klein kalte denne metoden for «Recognition Primed Decision». Ved å bruke denne metoden holdt som regel intuisjonen mål (Kahneman, 2013; Klein, 1993).

Det som gjorde at Kahneman og Klein fikk forskjellige resultater, var at de studerte forskjellige typer eksperter. Kahneman studerte børsmeglere, politikk-eksperter og økonomivitere, mens Klein studerte brannmenn og anestesileger. Forskjellen på disse ekspertene er miljøet rundt dem. Hvis ekspertenes miljø var regelstyrt, hadde tilgang til øvelse og raske tilbakemeldinger for om det de gjør er riktig eller ikke, kunne man si at intuisjonene deres var gyldige. Et klassisk eksempel på regelstyrt miljø er sjakkspilleren, der spillet har tusenvis av faste trekk som den proffe sjakkspilleren etter tusen timer med øvelse, mest sannsynlig har sett før. Gjør sjakkspilleren et feiltrekk, vil motstanderen med engang få overtaket. På samme måte er det med anestesileger, der de med engang får tydelige tilbakemelding på om det de gjør er riktig eller galt. Skjærer de over en stor arterie spruter blodet og får de ikke intubasjonstuben ned i luftrøret klarer de ikke å ventilere pasienten. I tillegg er dette konkrete oppgaver som de har kunnet øve på under utdanningen sin. Dette bygger en pålitelig erfaringsbank med handling og konsekvens. En slik erfaring gjør at en erfaren sjakkspiller eller kirurg raskt kan kjenne igjen situasjonen og intuitivt vite hva de skal gjøre. En aksjemegler derimot, opererer i en verden der det meste er tilfeldig. Han har aldri opplevd akkurat samme situasjon før, og har ikke hatt mulighet til å øve på akkurat denne situasjonen. Aksjemegleren vet ikke hva som er rett og galt, fordi han ikke kan hente frem informasjon om hva han skal gjøre fra hukommelsen. De opererer i et slags nullgyldighetsmiljø, uten faste regler. Skredterreng er en plass mellom disse to ytterpunktene. I snøskredterreng er det mangel på tilbakemelding. Den eneste sikre tilbakemeldingen er når skredet går. Snøskred er



en sjelden begivenhet selv om vi tar dårlige beslutninger. Snøens kvalitet, terreng og været vil være forskjellig fra gang til gang og deltakerne på topptur har dermed ikke muligheten til å øve på akkurat denne situasjon på forhånd (Brattlien, 2017; Kahneman, 2013). For at intuisjonen skal være gyldig, må den oppfylle visse krav. Vi kan ikke stole på intuisjonen til noen som ikke har vært borti samme, eller nesten samme, situasjon tidligere. Eksperters og fagfolks gyldige intuisjoner er ikke mer enn en assosiasjonsmekanisme i hjernen (Kahneman, 2013). Å utvikle en pålitelig intuisjon i skredterreng er vanskelig, tidkrevende men ikke umulig. En av de sentrale delene av intuisjon vår er heuristikker.

### **2.2.2.3 Heuristikker**

Heuristikker er mentale snarveier som baserer seg på erfaringsteknikker som bidrar til problemløsning og læring. Når mennesker benytter seg av heuristikker bruker de den informasjon som er lettest tilgjengelig, selv om den ikke alltid er like relevant. Beslutningene bidrar til effektivisering, men det er ikke nødvendigvis de mest optimale beslutningene. Heuristikker blir i stor grad benyttet i dagliglivet, for eksempel gjennom å velge det kjente foran det ukjente (Teigen, 2019). Kahneman (2013) mener vi er avhengige av heuristikker, men at det også kan være en feilkilde. For eksempel vil mennesker som står ovenfor vanskelige og komplekse utfordringer være avhengig av å kunne forenkle problemet, selv om det inneholder feilkilder. System 1 forandrer et vanskelig spørsmål til noe enklere, slik at det kan besvares effektivt, dette kalles erstatnings-mekanismen. Kahneman mener system 2 blir lurt til å ikke sjekke, selv om det finnes informasjon tilgjengelig.

Flere eksempler på heuristikker kan være: Forståelsesillusjonen, vi skaper en historie utfra mangelfull informasjon og tror vi kan forutse fremtiden. Gyldighetsillusjonen, overdreven tiltro til egne overbevisninger, selv når overbevisningen blir motbevist. Ferdighetsillusjonen, omhandler overdreven tiltro til egne prediktive ferdigheter. Ekspertillusjonen, jo bedre, jo mer bombastisk, jo mer selvtillit, jo mer skjevhet. Jo bedre ekspertene er på sitt fagfelt, jo dårligere predikasjoner har de. Overkonfidens, subjektiv bedømming overgår objektiv bedømming. Kontrollbedrag, fokuserer bare på egne ferdigheter og tar blant annet ikke flaks, uflaks og konkurranse inn i vurderingsbildet (Kahneman, 2013; Tetlock, 2005).

Mennesker tror verden er enkel å forstå, men i enkelte sammenhenger har vi en manglende evne til å huske gamle overbevisninger. Valg som blir gjort, men som ender dårlig, vil ofte føre til etterpåklokskap. Når beslutningene ender dårlig, klandres personene som har tatt dem, selv om beslutningene opprinnelig var gode, dette kalles utfallsbedraget. For deltakere som

blir tatt av snøskred kan de lett tenkes å være etterpåklok, feilen synes åpenbar i ettertid selv om de ikke visste det på forhånd (Kahneman, 2013).

Formler er på mange områder bedre enn eksperters intuitive vurdering. De vurderes på bakgrunn av faste, enkle og standardiserte algoritmer. Dawes (1979) publiserte en revolusjonerende artikkel, hvor han mener at de mest presise prediksjonene oppnås på bakgrunn av formler. Vi som bedømmere, prøver å være smarte og se hvert tilfelle som unikt, dette blir ifølge Dawes feil. Han mener vi må vektlegge alle indikatorene etter en algoritme som kalles multippel regresjon. Multippel regresjons oppgave er å finne en vektet kombinasjon av alle indikatorene. Dessverre oppdaget Dawes at algoritmen ga liten eller ingen verdi. I ettertid er det funnet ut at ved å vektlegge alle indikatorene likt, vil gi et bedre resultat, da indikatorene ikke blir påvirket av tilfeldigheter. På bakgrunn av Dawes forskning, kan enkle algoritmer som skrives ned, ofte konkurrere med en optimalisert formel og slå eksperters vurderinger. Eksempelvis brukte jordmødre i USA deres intuitive dømmekraft og tidligere erfaring, til å vurdere om barn som ble født var i risikozonen for å utvikle hjerneskade eller omkomme. På bakgrunn av jordmødres praksis utviklet Virginia Apgar en systematisk vurdering av nyfødte barn. Metoden var basert på sjekklister og poengskårer, på denne måten hadde jordmødre standardiserte metoder for å vurdere barns helsestatus ved fødsel noe som førte til dramatisk bedring i overlevelse blant nyfødte (Dawes, 1979; Kahneman, 2013).

I skredlitteraturen er det forsket mye på heuristiske feller. På bakgrunn av en lang rekke ulykkesrapporter samlet over flere tiår foreslo Ian McCammon (2004) begrepet heuristiske feller. I sin gjennomgang av ulykkesrapportene fant McCammon at mange beslutninger ble tatt uten noen form for systematiske og gjennomtenkte analyser. Han mente beslutningene ble tatt ubevisst ved hjelp av enkle tommelfinger-regler ofte kalt heuristikker (Brattlien, 2017). McCammons studie konkluderte med at ulykker finner sted på bakgrunn av seks heuristiske feller oppsummert i akronymet FACETS. Familiarity; vi er kjent med terrenget vi beveger oss i fra før av. Acceptance; vi ønsker å være akseptert i gruppen vi er på tur med. Consistency; grupper som ikke har flere alternativ til ruter strekker seg lengre for å nå målet. Experts; grupper med en tydelig leder, stoler i større grad på ekspertens vurderinger, enn å foreta egne. Tracks; grupper tar større sjanser når mulighetene for gode spor minsker. Social facilitation; deltakerne på tur tar større sjanser når de blir evaluert av andre.

I 1994 foreslo Fredston (1994) 14 forskjellige menneskelige faktorer som kan påvirke vurderinger i skredterreng, deriblant ego, latskap, gruppepress, holdning, dårlig kommunikasjon og fatigue (kan forklares med trøtthet, slitenhet eller utmattelse). Flere av de menneskelige faktorene er grundig studert, men det er gjort svært lite forskning på hvordan fysisk aktivitet og fatigue påvirker beslutningene i skredterreng.

### **2.3 Expert halo og Dunning-Kruger effekten**

Dunning, Johnson, Ehrlinger, and Kruger (2003) gjennomførte i 1999 en studie for å undersøke om mennesker som er inkompetente ikke er klar over deres egen inkompetanse. Eksperimentet ble utformet slik at en gruppe frivillige mennesker skulle oppgi hvor kompetente de anså seg selv på tre ulike felt, før de ble testet for sin faktiske kompetanse. Resultatene viste at mennesker som er mindre kompetente overvurderer sine egne evner, mens mennesker som er kompetente undervurderer deres. Dette ble siden kalt for Dunning-Kruger effekten. I tillegg var det en tendens til at de mest inkompetente menneskene, undervurderte de mest kompetente. Mennesker som ikke oppfatter at de gjør noe galt, kan ikke forstå hvordan de skal gjøre det riktig. Kognitive skjevheter oppstår fordi kompetansen for å gjøre noe riktig er den samme som kreves for å vurdere en handling.

### **2.4 Fysisk aktivitet og kognitive evner**

Fysisk aktivitet bidrar til å forandre deg som menneske. For eksempel vil leddene myknes (økt leddvæske). Musklene sammen med sener og bindevev blir mer elastisk. Kroppstemperaturen vil øke, slik at musklens arbeidsevne forbedres og pulsen vil stige. Ved hjelp av vektbærende trening vil skjelettet bli sterkere. Kroppens energireserver som kan benyttes uten oksygen er relativt små og dermed øker også forbrenningen når kroppen bruker fett- og karbohydratlagre for å ha nok «drivstoff» til å gjennomføre treningsøktene. Fysisk aktivitet bidrar til å danne nye hjerneceller, økning i synapser og forbedre kommunikasjon mellom sentrene i hjernen, fordi fysisk aktivitet øker produksjon av enkelte signalstoffer i hjernen. Mosjon og fysisk aktivitet bidrar til en bedre søvnkvalitet, fordi slitne muskler er avhengig av hvile (restitusjon) for å bygge seg opp igjen. Dette gjør at kroppen slapper mer av og innsovning er lettere (Gjerset et al., 2015; Gottlieb, 2019). Med andre ord bidrar fysisk aktivitet til en bedre kropp og et skarpere sinn. Samtidig vil en utarming av fysiologiske resurser føre til svekket kognitiv kapasitet (Lambourne & Tomporowski, 2010). En topptur er udiskutabelt godt for helsen, men det er et åpent spørsmål hvordan det påvirker evnen vår til å ta rasjonelle beslutninger under fysisk aktivitet.

Hvordan fysisk aktivitet påvirker kroppen kan deles inn i to prosesser, de vi legger merke til og de vi ikke legger merke til. De vi legger merke til er enkle prosesser som for eksempel økt åndedrag, høyere puls eller økt kroppstemperatur. De prosessene vi ikke legger merke til er for eksempel regulering av blodsukker eller senket blodtrykk. Disse prosessene er viktig for at kroppen skal kunne fungere optimalt og være frisk. Fysisk aktivitet kan også gi gode ringvirkninger til hjernen, blant annet gjennom reduksjon av angst, bedre søvnkvalitet og økt effekt på læring. I tillegg kan fysisk aktivitet styrke produksjonen av flere kjemikalier, for eksempel endorfiner som bidrar til økt lykkefølelse og tilfredshet, under og etter endt treningsøkt (Runners High). Det vil bidra til at kroppen er bedre rustet for å mestre stress og kan i enkelte tilfeller også redusere stresset i kroppen (Gjerset et al., 2015; Helsedirektoratet, 2019).

#### **2.4.1 Fysisk aktivitet – forbedring og forverring av kognitiv kapasitet**

Det er flere aspekt som påvirker kognitiv funksjon. For eksempel har tre ulike studier vist hvordan det kan være en sammenheng mellom menneskers aktivitetsnivå og kognitive utvikling (Hillman, Erickson, & Kramer, 2008; Sibley & Etnier, 2003; Tomporowski, 2003). Studien til Hillman et al. (2008) viser en oversikt over hvordan fysisk aktivitet, hjernefunksjon og kognitiv funksjon henger sammen gjennom hele livsforløpet. Andre studier peker på at lav fysisk aktivitet kan ha en negativ effekt på strukturer og funksjoner i hjernen. I tillegg til å påvirke hjernevolumet for områder som bidrar til den motoriske kontrollen (Laura Chaddock et al., 2010; Laura Chaddock, Pontifex, Hillman, Kramer, & Chaddock, 2011).

Fysisk aktivitet kan påvirke den kognitive prestasjon på to måter - forbedring og forverring. Chang et al. (2012) fremhever at en forbedret aerob fysisk kapasitet bidrar til at enkelte fysiske arbeidskrav krever mindre av våre kognitive ressurser og dermed gir en forbedret kognitiv prestasjon. Derimot fant Lambourne and Tomporowski (2010) ut at testdeltakernes kognitive prestasjoner ble forverret.

En tidligere studie av Lautenschlager et al. (2008) har vist at fysisk aktivitet kan gi moderate forbedringer i den kognitive funksjonen hos voksne mennesker (over 50 år). Gruppen med forbedringer gjennomgikk et 24 ukers langt treningsprogram og hadde en kognitiv gevinst av treningen i opp til tolv måneder etter at treningsopplegget var avsluttet. Deltakerne trente i gjennomsnitt 20 minutter hver dag.

En annen studie av Ardoy et al. (2014) undersøkte effekten av fysisk aktivitet på kognitiv funksjon hos barn og unge. Studien pågikk i fire måneder og var inndelt i tre grupper. Kontrollgruppen hadde to vanlige treningsøkter i uken, eksperimentgruppe 1 hadde fire moderate treningsøkter og eksperimentgruppe 2 hadde fire treningsøkter med høy intensitet. Resultatene viste at eksperimentgruppe 2 hadde en signifikant økning i de kognitive prestasjonene sett opp mot kontrollgruppen. Studien konkluderer med at fysisk aktivitet gir en positiv effekt på kognitiv prestasjon, men fremhever at intensiteten på treningsøktene kan spille en viktig rolle for hvor stor effekt fysisk aktivitet har på kognitiv funksjon.

En studie av Dishman et al. (2006) viser hvordan frivillig fysisk aktivitet kan påvirke hjernens evner til å tilpasse seg, ved å forbedre den kognitive kontrollen i hjernens struktur og funksjon. Ved hjelp av metabolske og nevrokjemiske koblinger mellom skjellettuskler, ryggmarg og hjerne, kan plausible, men testbare mekanismer forklare hvilke effekter fysisk aktivitet kan gi til nervesystemet. Derimot mener (Dietrich & Audiffren, 2011) at resultatene av fysisk aktivitet ikke kan komme som en konsekvens av reguleringer i det nevralt mønsteret, men heller som en konsekvens av permanente strukturelle forandringer i angiogenese (en fysiologisk prosess hvor nye blodkar dannes i allerede eksisterende kar).

I følge Dietrich (2003) vil en av de tingene som forverres under fysisk aktivitet være prefrontal aktivitet (hypofrontalitet). Prefrontal korteks er nødvendig for rasjonell tenking, men ikke intuitivt. For å undersøke hvordan fysisk aktivitet påvirker den kognitive funksjon har Dietrich and Audiffren (2011) kommet frem til at man må skille mellom to funksjoner i hjernen; den implisitte og den eksplisitte funksjonen. Fysisk aktivitet øker spenningsnivået slik at den implisitte kognitive prestasjon forbedres, men samtidig gir negative ringvirkninger til den eksplisitte funksjon, fordi fysisk aktivitet fører til en deaktivering av nevralt strukturer. Dermed vil den eksplisitte funksjonen i hjernen forverres, som igjen fører til at fysisk aktivitet påvirker kognitiv funksjon negativt.

Lambourne and Tomporowski (2010) fant også ut at kognitiv prestasjon ble forbedret under fysisk aktivitet, men da under aktiviteten sykling. Derimot fant de at kognitive tester tatt under gange eller løping på tredemølle ga negative resultater og en forverring av testdeltakernes kognitive prestasjon. Forfatterens funn kan tolkes på to måter: Enten som at sykling er en aktivitet som er lettere å utføre, uavhengig av intensitetsnivå, enn gange eller løping eller at løping krever mer oppmerksomhetsressurser enn sykling. Under fysiske aktiviteter som løping på tredemølle vil dermed den kognitive kapasiteten til testdeltakerne



forverres, fordi testdeltakerne er avhengig av å konsentrere seg om å opprettholde korrekt hastighet og balanse, i tillegg til å konsentrere seg om de kognitive testene. Til sammenligning med sykling på ergometersykkel vil den eneste konsekvensen være at tråkkfrekvensen går ned. Dette kan tolkes dit hen at fysiske aktiviteter som krever flere kognitive ressurser, vil påvirke testdeltakernes evne til å løse de kognitive oppgavene.

I følge Chang et al. (2012) er det få studier som har undersøkt hvordan langvarig fysisk aktivitet påvirker kognitiv funksjon underveis eller etter fysisk aktivitet. For at det skal la seg gjennomføre er man avhengige av å tilrettelegge for undersøkelser med energiforbruk, dehydrering og fatigue. Topptur er en langvarig affære og dermed ville en slik studie vært mer treffende for å undersøke hvordan kognitiv funksjon blir påvirket av fysisk aktivitet. Schmit and Brisswalter (2018) trekker frem varighet som den viktigste faktoren for å påvirke kognitiv funksjon under fysisk aktivitet. Studien deres kan sees på som et godt og viktig tilskudd til litteraturen. Den legger blant annet frem et nevro-kognitivt perspektiv, basert på fatigue og menneskers dårlige evne til selvkontroll under lengre fysisk aktivitet. Studien tar for seg både gammel og nyere forskning, hvor de fremhever både styrker og svakheter med tidligere studier. Schmit og Brisswalter konkluderer med at en dynamisk funksjon av fysisk aktivitet og kognitiv funksjon først vil være positiv før den blir negativt påvirket. Tidligere har det blitt gjennomført mye forskning på hvordan forskjellige intensitetssoner påvirker kognitiv funksjon, men Schmit og Brisswalter mener den fysiske testen bør utøves til utmattelse. Da vil også den omvendte U-hypotesen og oppmerksomhetsteori, lik teorien til Balagué, Hristovski, Aragonés, and Tenenbaum (2012) om ikke-lineær oppmerksomhet treffe bedre.

Det kan dermed tyde på at fysisk aktivitet både kan forbedre og forverre kognitiv funksjon. Men i langvarig eller intens fysisk aktivitet kan vi kanskje se et skille mellom forverret rasjonell kapasitet (system 2), men uforandret intuitiv kapasitet (system 1).

## **2.4.2 Automatisering av fysisk aktivitet frigjør kognitiv kapasitet**

### **2.4.2.1 Motorisk læring**

Motorisk læring handler om å utvikle motoriske egenskaper og ferdigheter. Kroppslig bevegelse er noe vi utfører hver dag fra vi står opp til vi legger oss, flere beveger seg også mens de sover. Bevegelsene vi utfører kommer oftest som et resultat av læring skjedd gjennom prøving og feiling eller i samhandling med andre mennesker. I hovedsak bestemmes menneskers evner til å utføre bevegelser ut fra individets forutsetninger for mobilitet,

stabilitet og koordinasjon. I barne- og ungdomsårene danner vi grunnlaget for bevegelsesbasen senere i livet. Motorisk læring kan forklares som en prosess som bidrar til å øke evnen til å gjennomføre utfordrende handlinger, eller gi varige endringer i menneskers evner til å utføre vanskelige handlinger. Innlæring av nye bevegelsesmønstre kan være utfordrende og er en kompleks prosess mellom ulike systemer i kroppen (Gjerset et al., 2015).

#### **2.4.2.2 Innlæring av nye bevegelser**

Bevegelser må læres. Unntaket er modningsbestemte bevegelser, altså bevegelser som er bestemt av den fysiologiske utviklingen. Når barn- og unge skal lære nye ferdigheter er det essensielt med et kognitivt forarbeid, slik at individet kan danne seg et bilde av hvordan bevegelsene skal utføres. For at ferdigheter skal utvikles er individet avhengig av å repetere bevegelsesmønstret flere ganger. Når bevegelsene blir regelmessig repetert, vil det dannes bevegelsesminner i hjernen og etterhvert vil bevegelsen bli automatisert. Det vil si at individet ikke trenger å gi bevegelsen like mye kognitiv oppmerksomhet for å utføre øvelsen. Som en konsekvens av at bevegelser blir automatisert, frigjøres en stor del av den kognitive kapasiteten. Da kan individet i større grad fokusere på andre arbeidsoppgaver samtidig som bevegelsen utføres. Automatiserte bevegelser lagres som sensorisk og kognitiv informasjon i hjernen og kan enkelt hentes frem ved en senere anledning. For eksempel sykling, når du først har lært deg å sykle, kan du håndtere bevegelsene opp til flere år senere. Innlæringsprosessen av nye bevegelser er altså veldig komplisert og er avhengig av et sterkt samarbeid mellom nerve- og muskelsystemet. Miljøet og de motoriske faktorene er i tillegg til motivasjon, kognisjon, emosjon og intuisjon viktige faktorer for innlæring av nye motoriske ferdigheter. Sansing og persepsjon vil også være viktige aspekter i den motoriske utviklingen (Gjerset et al., 2015).

#### **2.4.2.3 Sansesystemet**

Hovedoppgaven til sansesystemet er å oppfatte stimuli og gi dem videre til nervesystemet. For at sansene skal fungere mest mulig optimalt er de avhengig av å oppfatte stimuli både fra omgivelsene rundt (eksteroseptive systemet) og i kroppens indre miljø (proprioceptive systemet). Det eksteroseptive systemet tar for seg sanser som synssansen og den visuelle persepsjonen, hørselen og den auditive persepsjonen, berøringssansen og den taktile persepsjonen. I det proprioceptive systemet finner vi muskel, sene og ledd (den kinestetiske sansen) og balanse og likevekt (den vestibulære sansen). Synssansen er en av de viktigste sansene. Hovedoppgaven til synssansen er å oppfatte visuelle stimuli. Synet brukes blant annet for å oppfatte en gjenstand eller helheten i omgivelsene vi beveger oss i. Den vil i

tillegg være en viktig faktor i koordinative aspekter som for eksempel involverer øye-hånd, øye-fot koordinasjon, romorientering, balanse eller reaksjonsevnen. Synssansen vil også spille en viktig rolle for å opprettholde kroppsbalansen. Med andre ord er sansesystemet et komplekst system og er avhengig av et samarbeid med andre instanser i kroppen for at de koordinative egenskapene skal kunne utnyttes maksimalt. Motoriske vanskeligheter så vel som kognitive utfordringer kan skyldes reduserte sensoriske evner, men er ofte oversett. Oppførselen avhenger av det motoriske system (prestasjon og handling), sensoriske system (samhandling med omgivelsene) og kognisjon (når og hvordan vi skal handle) (Gjerset et al., 2015).

#### **2.4.2.4 Samspillet mellom koordinative egenskaper**

Ved hjelp av modning, vekst og læring, vil samspillet mellom nerve- og muskelsystemet utvikles. Når vi skal løfte en gjenstand er vi avhengig av at hjernen kobler inn nok motoriske enheter og muskler for å utøve bevegelsen. Vi tenker helhetlig når øvelsen utøves, det betyr at vi ikke tenker over hvordan musklene trekkes sammen eller hvordan vi for eksempel koordinerer øye-hånd, det vi derimot gjør er å utvikle nok kraft i musklene for å løfte gjenstanden. Hvordan samspillet mellom de koordinative egenskapene og sansesystemet fungerer avhenger av medfødte evner, erfaring og trening. Ved å utvide bevegelseserfaringene vil samspillet forbedres. Da vil også evnene til å tilegne seg nye bevegelsesmønstre øke. Det betyr at en allsidig bevegelseserfaring fra barne- og ungdomsårene, vil forbedre sjansene for et økt ferdighetsnivå i ulike idrettslige aktiviteter senere i livet. Et barn som tidlig starter spesialisering i en bestemt øvelse vil dermed få et veldig ensidig og snevert koordinasjonsregister. Gjennom den motoriske læreevnen, styreevnen, tilpasningsevnen og den motoriske omstillings- eller omformingsevnen vil koordinative egenskaper kunne måles og gi uttrykk for menneskets koordinative ferdighetsnivå. Felles for veldig mange med et høyt ferdighetsnivå er at de har et bredt spekter av koordinative egenskaper. Det er tidligere vist at et økt fokus på trening av ulike bevegelsesmønstre vil kunne gi et forbedret ferdighetsnivå, men hva skjer i kroppen underveis og hvordan påvirkes både kroppen og vår kognitive kapasitet av fysisk aktivitet? (Blindheim, 2005; Gjerset et al., 2015).

#### **2.4.3 Hvordan påvirkes våre kognitive evner av fysisk aktivitet**

Det finnes flere teorier som forklarer hvordan våre kognitive funksjoner påvirkes av fysisk aktivitet. For eksempel Yerkes og Dodsons omvendte U-hypotese, dual task performance (fleroppgavekjøring/multitasking) og midlertidig hypofrontalitet.

### **2.4.3.1 Yerkes og Dodsons omvendte U-hypotese**

Den omvendte U-hypotesen viser hvordan prestasjonen øker basert på optimal fysiologisk aktivering til et visst punkt. Det vil si at for lav eller for høy aktivering fører til dårlige prestasjoner (Yerkes & Dodson, 1908). Den omvendte U-hypotesen har vært en foregangsteori for å forklare hvordan aktivering og prestasjon henger sammen, men flere har innvendinger mot teorien, fordi det ikke kommer frem hvordan og hvorfor fysiologisk aktivering påvirker prestasjonen. Enkelte utøvere bruker derfor mye tid før konkurranse for å øke aktiveringen, fordi de mener det vil gi et forbedret resultat (Schmidt & Lee, 2014). Derimot har studien til Chang et al. (2012) vist at moderat aktivering av de fysiologiske og psykologiske endringene som opptrer under moderat intensitet ført til best kognitiv prestasjon under fysisk aktivitet. Dietrich and Audiffren (2011) kritiserer hypotesen, fordi den ikke gir uttrykk for hvordan den kognitive prestasjonen blir påvirket eller hvordan de nevrale mekanismene påvirker hypotesen.

### **2.4.3.2 Dual task performance**

Dual task performance (fleroppgavekjøring) er en teori som undersøker hvordan vi presterer når flere oppgaver skal løses samtidig og hvordan de blir påvirket av hverandre. En av de synlige konsekvensene av fleroppgavekjøring er at prestasjonen daler, når to eller flere oppgaver skal utføres samtidig, dette kalles dual task interference. Det finnes blant annet to selektive oppmerksomhetsteorier, flaskehalsteorien og filter som forklarer hvordan hjernen selektivt prosesserer hele eller deler av oppfattede stimuli. Flaskehalsteorien bremser tilgangen av informasjon, mens filterteorien blokkerer deler av informasjon og selektivt velger ut deler av den. De fleste studier på fleroppgavekjøring har brukt strukturelle faktorer som flaskehalsteorien som utgangspunkt i forskningen (Balagué et al., 2012; Broadbent, 1958). Kahneman (1973) lanserte en motstridende teori, kapasitetsteorien. Den tar utgangspunkt i at vi selv kan bestemme hvor vi ønsker å rette oppmerksomheten og på hvilke oppgaver vi ønsker å utføre. Teorien fremhever hvordan vanskelige oppgaver trenger større ressurser, mens enkle oppgaver krever få ressurser. Koch, Poljac, Müller, and Kiesel (2018) viste også til at menneskers evne til å utføre to eller flere oppgaver samtidig er avhengig av vanskelighetsgraden til oppgavene.

### **2.4.3.3 Midlertidig hypofrontalitet**

Sett i sammenheng med de fysiske faktorene har det blitt antydnet at aktivering av de motoriske og sensoriske systemene som er nødvendig når man er i fysisk aktivitet, bidrar i negativ forstand til de kognitive sentrene i prefrontal korteks. Dette betegner Dietrich (2003)

som midlertidig hypofrontalitet. Han mener at fysisk aktivitet som foregår over lengre tid, og som nødvendiggjør mange nevraltressurser, kan føre til en deaktivering av nevraltressurser i prefrontal korteks. Dietrich and Sparling (2004) undersøkte siden denne hypotesen. De brukte to studier med likt design, men ulike kognitive tester. Resultatene viste at oppgaver som var avhengig av mye prefrontal hjerneaktivitet ble forringet under fysisk aktivitet, mens oppgaver med et mindre behov for prefrontal korteks virket å være upåvirket.

### **3 Mål med studien**

Som det fremgår av litteraturgjennomgangen er det en uklar sammenheng mellom fysiske akutte effekter og rasjonell tenking. Derfor er det overordnede målet med studien å teste hvordan fysisk form og fysisk aktivitet påvirker evnen til å tenke rasjonelt. Basert på dette målet har jeg konkretisert følgende hypoteser:

#### **3.1.1 Hypoteser:**

- 1) Deltakere i god fysisk form vil gjøre det bedre på testen om rasjonell tenking (RQ) sammenlignet med deltakere i dårlig fysisk form.
- 2) Deltakerne vil prestere dårligere på rasjonell tenking umiddelbart etter intens fysisk aktivitet, i form av makspulstest og fysisk aktivitet av lengre varighet målt ved gange, sammenlignet med når de sitter stille.
- 3) Både dårlig fysisk form og høy fysisk aktivitet vil – hver for seg – føre til en reduksjon i prestasjon på de ikke intuitive spørsmålene i RQ testen. Spørsmålene med et intuitivt svar vil ikke påvirkes av fysisk form eller fysisk aktivitet.

Testene for rasjonell tenking ble målt i tre runder. Første test var i hvile, før fysisk aktivitet. Den andre testen ble utført etter at deltakerne hadde gjennomført en makspulstest. Tredje og siste test ble utført etter at deltakerne hadde gått på tredemøllen i 85 og 75 % av makspuls, med en oppakning på 15 % av kroppsvekt på ryggen og 1 til 1,5 kg vekter på ankene.



## 4 Metode

### 4.1 Forklaring av deltakere og testene

I denne studien brukes data fra tre tidligere undersøkelser. Det var 48 deltakere fra Silje Osnes masteroppgave. Fra hennes studie er det 24 menn og 24 kvinner i alderen 19-49 år ( $M=30,5$ ). Fra undertegnede bacheloroppgave var det 22 deltakere. Det var 14 menn og 8 kvinner i alderen 18-61 år ( $M=27,2$ ). Siste undersøkelse er fra nåværende datainnsamling til masteroppgaven. Der var det 21 deltakere, 10 menn og 11 kvinner i alderen 20-64 år ( $M=37,5$ ). I tillegg ble 19 deltakere fra Silje Osnes masteroppgave rekruttert til en ny testrunde, de fungerer som kontrollgruppe for deler av denne studien. Deltakerne som ble rekruttert til min og Fred Inges masteroppgave gjennomgikk også en 7 ukers treningsintervensjon, med tre ukentlige treninger og kontinuerlige oppfølgninger gjennom hele treningsperioden. Jeg henviser til Fred Inge Guttormsen sin masteroppgave for mer informasjon om kontroll- og intervensjonsgruppen, utover det som står under punkt «4.2 Deltakere», samt treningsopplegget.

På grunn av det er ett komplekst testbatteri forklares testene i to omganger. I følgende avsnitt kommer en overordnet beskrivelse av testene og senere i oppgaven kommer en detaljert beskrivelse av testdagene for deltakerne. Det er to overordnede tester i studien: Test 1. består av makspulstest på tredemølle, gåing med vekter på tredemølle og kognitive tester. Test 2. er en prestasjonstest på sykkel. Test 1. ble gjennomført på et laboratorium ved UIT Norges Arktiske Universitet på institutt for psykologi. Makspulstesten og de kognitive testene er i samme testbatteri, det vil si at hver testperson kommer inn på laboratoriet og gjennomfører både makspulstest og kognitive tester før de er ferdige. Test 1. tar ca. 1,5 time per deltaker. Test 2. ble gjennomført på et laboratorium på Alfheim Stadion og tok ca. 30 minutter per deltaker. All testing foregikk mellom klokken 09.00 og 19.00.

Test 1. ble gjennomført et par dager til en uke før test 2. Dagen før test fikk alle deltakerne tilsendt det informerte samtykket og info om testprosedyren til test 1. på mail (se vedlegg). I samme mail fikk deltakerne beskjed om å spise ett passelig måltid to timer før test, slik at de verken er sultne eller veldig mette når de tar testen. Deltakerne ble også bedt om å ikke trene hardt dagen før test. Under både test 1. og test 2. var det kun lov å innta vann. Etter test 1. ble deltakerne muntlig orientert om test 2. Begge testene ble gjennomført før og etter treningsintervensjon.

## 4.2 Deltakere

Deltakerne i kontrollgruppen bestod av 8 kvinner og 11 menn (19 totalt). Deltakernes alder varierte fra 24 til 49 år. Gjennomsnittsalderen var 33,6 år (SD 8,7). Gjennomsnittsvekten var 74,6 kg. Deltakerne ble rekruttert fra en tidligere datainnsamling til en masteroppgave høsten 2018. Det ble kontaktet 48 deltakere gjennom facebookside til Center for Avalanche Research and Education (CARE) og messenger. Av de 48 deltakerne gjennomførte 19 deltakere samme test på nytt (kun oppgavetekstene og bildene var endret). Deltakerne i intervensjonsgruppen bestod av 11 kvinner og 9 menn. Deltakernes alder varierte fra 20-64 år. Gjennomsnittsalderen var 37,5 år (SD = 10,7). Gjennomsnittlig veide deltakerne 78,9 kg. Deltakerne ble rekruttert gjennom et spørreskjema som ble utsendt på CARE sin facebookside og gjennom en artikkel publisert på itromso.no. Rekrutteringsgrunnlaget var at deltakerne ikke trente mer enn tre ganger i uken og at de bodde i nærhet av Tromsø og omegn. I tillegg ble type aktivitet deltakerne drev med tatt med i vurderingen. Deltakerne måtte også være friske og i stand til å gjennomføre testene. Deltakere som var fargeblind eller hadde hjerteproblemer ble ekskludert.

I intervensjonsgruppen var det 21 deltakere som deltok på den første kognitive testen, prestasjonstest på sykkel og startet treningsintervensjonen. En deltaker trakk seg fra treningen og ble ekskludert i studien. Det var 20 deltakere som fullførte hele treningsperioden, re-test på sykkel og kognitiv re-test. Kontakten mellom testlederne og deltakerne ble holdt gjennom facebookside til CARE eller via mail gjennom hele studien.

For å oppsummere punkt 4.1 og 4.2 tar studien sin utgangspunkt i dataene som er innhentet via de tre tidligere undersøkelsene, Siljes masteroppgave, min bacheloroppgave og nåværende masteroppgave. I tillegg ble intervensjons- og kontrollgruppe brukt til deler av hypotese 1 og en ekstraundersøkelse hvor hovedtemaet er om treningsintervensjon vil forbedre deltakernes RQskåre (siste avsnitt i punkt 5.3).

## 4.3 Beskrivende prosedyre til test 1. og test 2.

Deltakerne gjennomførte to testdager, en for å kartlegge makspuls og kognitive evner og en for å kartlegge fysisk form. På den første testdagen kommer deltakerne inn på laboratoriet og skrev under det informerte samtykket. Deretter fikk deltakerne en muntlig innføring om testene, før en utspørring om fysisk form, tidligere fysisk aktivitet og alder ble forespurt. I tillegg ble deltakernes kroppsvekt målt. Etter at det var gjennomført startet selve testene. Da

ble det først utført en DRM og en påfølgende rasjonalitetstest. Etter at de første testene var gjennomført varmet deltakerne opp på tredemøllen, omtrent 15-20 minutter før de gjennomførte makspulstest. Etter makspulstesten ble andre sesjon av DRM, rasjonalitetstest og Nasa Task Load Index (NTLX) test gjennomført. NTLX er et skriftlig vurderingsverktøy som vurderer deltakernes subjektive opplevelse av arbeidsmengde (Hart, 2006). Resultatene fra NTLX ble ikke tatt med i denne undersøkelsen. Deretter tok deltakerne på seg ankelvekter (1,5 for menn og 1,1 kg for kvinner) og sekk med 15 % av kroppsvekt og gjennomførte DRM på tredemølle med 85 og 75 % av makspuls. Etter at deltakerne var ferdig med DRM på tredemøllen, ble de siste rasjonalitetstest og NTLX.

Den andre testdagen kom deltakerne inn på laboratoriet og fikk en muntlig gjennomgang av testen, deretter utførte de en 5-10 minutters oppvarming. Etter oppvarmingen utførte deltakerne en prestasjonstest (max ramp) til utmattelse. Testen hadde veldig kort oppvarmning da de første fem minuttene av testen har veldig enkle fysiske krav.

## **4.4 Materiell**

### **4.4.1 Måling av peak hjertefrekvens**

$HF_{peak}$  ble benyttet til å regne ut hjertefrekvensnivåene som deltakerne skulle arbeide i under de kognitive oppgavene. Fremgangsmåten for å finne  $HF_{peak}$  var en makspulstest til utmattelse på tredemølle. Tredemøllen var en (Nordic Track X7i). Pulsen ble registrert gjennom pulsklokken Garmin Forerunner (310 XT) med et Garming (HRM 3) pulsbelte. Målingene ble sendt kontinuerlig på 2,4 GHz.

Borgs skala ble benyttet for å evaluere deltakernes subjektive opplevelse av anstrengelse under oppvarmingen og etter  $HF_{peak}$ -testen. Skalaen går fra 6-20, der 6 tilsvarer hvile og 20 tilsvarer maksimal anstrengelse (Borg & Löllgen, 2001). Borgs skala korrelerer godt med opplevd fysisk anstrengelse og ulike hjertefrekvensnivåer (Scherr et al., 2013).

### **4.4.2 Subjektiv opplevelse av fysisk og kognitiv innsats**

Deltakerne svarte på Nasa-Task Load Index NTLX etter  $HF_{peak}$ -testen, sittende DRM, aktive DRM og RQ. NTLX er et skjema som beskriver deltakernes subjektive opplevelse av en oppgave (Hart, 2006). Deltakerne skal rangere seks ulike parameter på opplevd arbeidsmengde, disse er: mental anstrengelse, fysisk anstrengelse, temporal anstrengelse, helhetlig prestasjon, frustrasjon og total anstrengelse (både mental og fysisk). Deltakerne skal

rangere de seks parametrene på en skala fra 0-100 der 0 er veldig lav og 100 er veldig høy. Testen er relevant siden den gir en subjektiv opplevelse på total arbeidsmengde, både fysisk og psykisk slik at den faktiske prestasjonen kan sammenliknes med hva deltakerne selv følte. Testen ble implementert i Qualtrics, et online survey verktøy.

#### **4.4.3 Utstyr for å simulere å gå opp et fjell**

Tredemøllen og pulsklokken er nøyaktig den samme som under  $HF_{peak}$ -testen. Deltakerne brukte eget treningstøy og lånte tursekk og ankelvekter. Sekken skulle veie 15 % av deltakernes kroppsvekt. Sekken var fylt med vekter som ble brukt til å justere vekten opp og ned. Sekken skulle være med på å gjøre gangen på tredemøllen tungt nok til å oppnå ønsket intensitet. I tillegg er sekk et vanlig supplement på topptur. Jentene brukte ankelvekter på 1,1 kg mens guttene bruke ankelvekter på 1,5 kg. Ankelvektene skal simulere følelsen av å ha på seg ski. Siden kvinner ofte er lavere og lettere enn menn så hadde de lettere vekter enn menn.

#### **4.4.4 Bildegjenkjennelsestest DRM**

Den kognitive testen er utarbeidet av Gerit Pfuhl, Professor ved UIT Norges Arktiske Universitet, institutt for psykologi. Testen er inspirert av den opprinnelige Deese-Roediger-McDermott metoden (Deese, 1959; Roediger & McDermott, 1995) og fra en liknende DRM-test som fokuserer på visuelle stimuli (Hillier, Campbell, Keillor, Phillips, & Beversdorf, 2007). Testen ble presentert gjennom programvaren Psychopy (England, Nottingham Universitet) (Peirce, 2009). DRM-testen går ut på å prøve å kjenne igjen bilder på serier av ord, ansikter eller figurer vist på en skjerm. Testen består av 36 bildeserier, fordelt i fire sesjoner med 9 bildeserier i hver sesjon. I hver sesjon var det tre serier med figurer, tre serier med bilder av ansikter og tre serier med bilder av ord. En serie består av 12+5 bilder. De tolv første bildene ble vist i ett sekund av gangen. Etter at de tolv bildene er presentert kommer det en rød slide med spørsmålet «Hvilke bilder har du akkurat sett?». Deretter ble deltakerne presentert for de siste fem bildene (ett av gangen). For hvert av de fem bildene var deltakernes oppgave å svare på hvor sikre de var på å ha sett eller ikke sett bildet i de tolv første bildene. Det var ingen tidsbegrensning på å svare. Deltakerne kunne svare på en skala fra 1-4 der 1 = «absolutt ikke sett» 2 = «sannsynligvis ikke sett», 3 = «sannsynligvis sett», 4 = «absolutt sett». Ingen bilder ble vist to ganger i de første tolv bildene, men de kunne brukes som teststimuli i en annen serie bilder. Noen bilder er vist før, andre er ikke det, og noen lignet men var ikke identiske. Det varierte mellom ett til tre bilder som tidligere var vist. En sesjon tok omtrent 5-6 minutter å gjennomføre.

De kognitive oppgavene ble vist på en PC Lenovo (Thinkpad T510) som også var koblet opp til en PC – skjerm (Dell, 19", Kina, Texas). Skjermen var plassert foran og over tredemøllen. To spesialtilpassede tastatur der alle tastene bortsett fra fire taster som tilsvarte deltakernes svaralternativer ble brukt. Ett tastatur var plassert foran Lenovo PC-en på ett skrivebord, mens det andre tastaturet var festet nederst på displayet på tredemøllen, slik at deltakerne kunne svare på oppgavene samtidig som de gikk på tredemøllen.

#### **4.4.5 Rasjonalitetstest (RQ)**

RQ ble vist på en datamaskin i et lukket rom tilhørende laboratoriet. Rasjonalitetsoppgavene består av tekstoppgaver som skal undersøke deltakernes evne til rasjonell tenkning og deres evne til å ta beslutninger. RQ består av 15 tekstoppgaver og er hentet fra fire ulike tester. Noen oppgaver er hentet fra «CRT» test (Frederick, 2005; Toplak, West, & Stanovich, 2013). andre oppgaver fra «Ratio bias tasks» (Bonner & Newell, 2010). Noen oppgaver er fra «probability matching tasks» (J. Koehler & James, 2010) og noen oppgaver er hentet fra «Base- rate neglect» test (De Neys & Glumicic, 2008; Pennycook, Cheyne, Seli, Koehler, & Fugelsang, 2012). Oppgavene er laget slik at noen av spørsmålene intuitivt skal gi feil svar, men som kan løses korrekt om man tenker rasjonelt. Andre oppgaver har ingen intuitive feile svar og krever tenking for å løse dem. Deltakerne skal svare på RQ tester tre ganger og hver gang er det fem oppgaver. Spørsmålene gir ett poeng hver og maksimal uttelling er 15 poeng.

#### **4.4.6 $HF_{peak}$ test på sykkel**

Fremgangsmåten vi benyttet for å finne  $HF_{peak}$  for hver deltaker var å utføre en max ramp test (MRT) til utmattelse på en wattbike pro. MRT er en test som er installert i wattbike sin programvare, ved å benytte denne testen får testlederne resultater på deltakernes: maksimale hjertefrekvens på sykkel, maksimale minuttkraft, kraft per kilo,  $VO_{2maks}$ -estimat og METs (representerer deltakernes intensitet på testen). Testlederne benyttet Olympiatoppen sin prestasjonstest på sykkel som mal for testen. Deltakerne brukte et Garmin (HRM3) pulsbelte (USA, Kansas, Olathe) som var koblet sammen med wattbike pro sin programvare. Ved å benytte programvaren til wattbike pro kunne testlederne lese av deltakernes resultater på testen.

## 4.5 Prosedyrer

### 4.5.1 Prosedyre HF<sub>peak</sub>-testen (test 1)

HF<sub>peak</sub> ble benyttet til å regne ut hjertefrekvensnivåene som deltakerne skulle arbeide i under de kognitive oppgavene. Henholdsvis 82-85 % og 72-75 % av HF<sub>peak</sub>. I tillegg gir makspulstesten mye fysisk fatigue før de kognitive oppgavene skulle gjennomføres.

Prosedyren som er valgt til testen er bygd på testprotokollen for makspulstest til Olympiatoppen. På bakgrunn av at kontroll deltakerne i denne studien ble testet før denne oppgaven ble satt i gang er samme testprotokoll benyttet som i masteroppgaven til Silje Osnes. Silje fant ut at testprotokollen til Olympiatoppen var for hard for dårlig til middels trente deltakere, i hovedsak på grunn av lang varighet. Etter samtale med Christian Frøyd fra idrettsavdelingen ved Høgskulen på Vestlandet (HVL) og Boye Welde fra Idrettshøgskolen ved UIT Norges Arktiske Universitet, ble en ny protokoll utarbeidet for å passe flere deltakere med ulik fysisk form. Protokollen var som følger.

Deltakerne ankom laboratoriet, de fikk informasjon om testen og skrev under det informerte samtykket. Testlederne spurte deretter deltakerne tre spørsmål om fysisk aktivitet fra HUNT 2 studien (Kurtze, Rangul, Hustvedt, & Flanders, 2008). I tillegg til spørsmål som omhandlet type aktivitet deltakerne drev med nå, hvilke aktiviteter de har drevet med, dagsform, nylig trening, næringsinntak, løpeerfaring og sykdom (se vedlegg). Deltakerne gikk på en vekt slik at testlederne kunne pakke en sekk som tilsvarer 15 % av deres kroppsvekt klar til den kognitive testen. Deltakerne gjennomførte første runde med DRM sittende og RQ i naborommet. Deretter tok deltakerne på seg pulselte og testlederne sjekket at pulsen ble registrert. Før oppvarmingen forklarte testlederne Borgs skala for deltakerne.

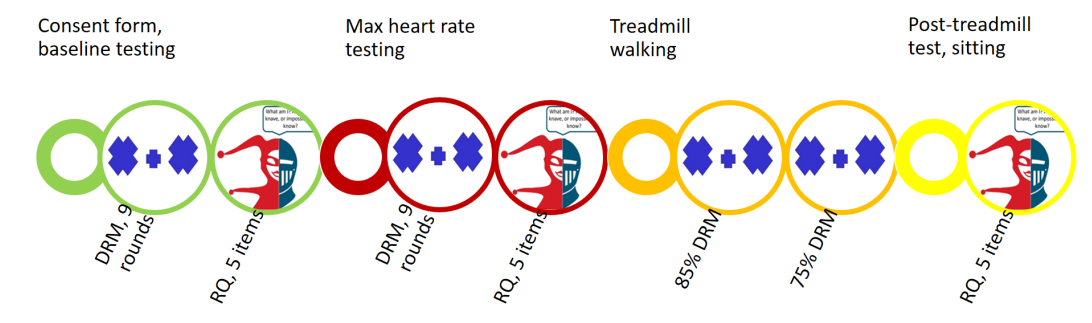
Oppvarmingen startet med 10 minutter der deltakerne selv fikk bestemme hastighet på tredemøllen på 2,5 % stigning. Eneste oppfordringen var at deltakerne skulle ligge på rundt 12-13 på borgs skala etter 10 minutter som tilsvarer «noe anstrengende». Etter 10 minutter skulle deltakerne løpe 5 drag på 20 sekunder arbeid og 40 sekunder aktiv hvile på 5 % stigning. Hastigheten ble bestemt av testleder ut fra oppvarmingshastigheten på de 10 første minuttene og gjennom samtale med deltaker. Dragene var såpass korte at hastigheten kunne overstige topphastigheten på selve makspulstesten. Målet med oppvarmingsdragene var å få deltakerne opp til 14-15 på Borgs skala og at deltakerne skulle få kjenne på å løpe i den hastigheten som de kunne ende opp i under selve testen, en tilvenning både fysisk og mentalt. Etter oppvarmingen var gjennomført fikk deltakerne en liten pause til å drikke før start.

Før start på makspulstesten ble deltakerne informert om hvordan makspulstesten foregikk og at etter fullført test skulle de rett bak tredemøllen og sitte på en stol i ett minutt før den kognitive testen begynte. Makspulstesten bestod av 3 minutter i en konstant hastighet som deltaker og testleder estimerte deltakerne kunne holde i 5 minutter. Deretter 1 minutt gange, 1 minutt rolig jogg så ett drag til som startet en halv til 1 km/t raskere enn forrige 3 minutters drag. Hvert minutt økte hastigheten med 1 km/t så lenge deltakerne klarte. Stigningen sto konstant på 5 %. Starthastigheten på makspulstesten ble bestemt ut fra oppvarmingshastighet, kjønn, svarene på spørsmålene beskrevet over og gjennom samtale mellom testledere og deltaker. For kontrollgruppen ble starthastighet bestemt ut fra varigheten på forrige makspuls test de gjennomførte. Neste gang intervensjonsgruppen gjennomførte makspulstest var det også være mulig å se på forrige tests varighet og estimere litt høyere hastighet ut fra at de skal være i bedre aerob fysisk form. Optimalt varer det siste draget i testen mellom 3-5 minutter. Testen er over når deltaker hopper av møllen fordi de ikke klarte opprettholde hastigheten eller hvis de falt av. Rett etter test svarte deltakerne hvor de lå på Borgs skala. Kriterier for godkjent test var over 17 på Borgs skala. Total varighet på makspulstest og oppvarming er på rundt 25 minutter.

#### **4.5.2 Prosedyre på kognitive tester under ulik HF**

Første runde med DRM var sittende før makspulstesten (sesjon 1). Deltakernes oppgave var å følge med på skjermen og svare på ett av de fire svaralternativene som beskrevet over. Når den testen var gjennomført gikk deltakerne i naborommet for å gjennomføre første runde med RQ. Deltakerne ble bedt om å følge instruksene som kom på skjermen etterhvert som de trykte seg videre på RQ. Deltakerne fullførte så oppvarming og makspulstest. Rett etter makspulstesten satt deltakerne i ro på en stol i nøytral stilling, med ryggen inntil stolryggen og hendene foldet foran seg. Når ett minutt hadde gått reiste deltakerne seg og satte seg ned foran datamaskinen og tok DRM sesjon 2, etterfulgt av RQ runde 2 og NTLX. Deltakerne fikk deretter på seg sekken med 15 % av deres kroppsvekt og ankelvektene og gikk på tredemøllen igjen. Testledernes oppgave var å få deltakernes puls mellom 82-85 % av  $HF_{peak}$ . Hastigheten sto konstant på 5 km/t under de aktive sesjonene. Kun stigning ble brukt til å styre intensiteten etter ønsket hjertefrekvensnivå. Det var ett par unntak der hastigheten ble stilt ned en halv km/t fordi stigningen måtte ned på null prosent for å holde ønsket hjertefrekvensnivå nivå. Grunnen for at stigning ble valgt til å styre intensiteten i denne studien var fordi vi ønsket at farten skulle være en lik faktor for alle. Det ville vært vanskeligere rent praktisk å svare på DRM om hastigheten ble for høy. Etter pulsen hadde

vært på ønsket nivå i 2-3 minutter startet testlederne sesjon 3. Deltakernes oppgave var å følge med på skjermen og svare på tastaturet mens de gikk på møllen. Når sesjon 3 var fullført fortsatte deltakerne og gå på tredemøllen mens testlederne skrudde ned stigningen slik at deltakerne lå mellom 72-75 % av  $HF_{peak}$ . Etter pulsen hadde stabilisert seg startet siste bildeserie (sesjon 4). Når sesjon 4 var fullført tok deltakerne av seg sekk og ankelvekter og gikk på naborommet for å ta siste RQ og NTLX. Varigheten fra og med sesjon 2 lå på ca. 65 minutter. Figur 1 viser test 1. for begge gruppene og begge testsesjonene (før/etter intervensjon for intervensjonsgruppe, høst/vinter for kontrollgruppen)



Figur 1. Fremgangsplan på testdagen for makspulstest og kognitive tester.

## 4.6 Etikk

I forbindelse med denne oppgaven ble det ikke innhentet noen sensitive opplysninger. Alle former for informasjon ble behandlet i tråd med etiske retningslinjer. Deltakerne undertegnet et informert samtykkeskjema i tråd med Helsinkideklarasjonen og fikk tildelt egne ID-nummer. De tidligere studiene var ikke registreringspliktige hos Norsk senter for forskningsdata (NSD; se vedlegg). I de studiene hvor det ble innhentet kontaktopplysninger er dette registrert hos NSD (NSD: 733888).

## 4.7 Analyse

RQ skåre blir beregnet med at et korrekt svar gir ett poeng, feil svar gir ingen poeng. I hver betingelse (runde) var det fem oppgaver med maksimalt fem oppnåelige poeng, og totalt var det mulig å skåre 15 poeng. Det brukes antall korrekte svar over totalt mulige poeng, dermed er mulig skåre fra 0 til 1 for hypotese 1. Dette skyldes at det i datasettet fra bacheloroppgaven ble brukt 14 RQ oppgaver og ikke 15. RQ oppgavene ble delt inn i intuitive og ikke-intuitive



spørsmål basert på litteraturen (Toplak et al., 2013). For å måle fysisk form på sykkeltesten brukte vi to formler: For menn –  $Y = 10,51 (W) + 6,35 (kg) - 10,49 (yr) + 519,3 \text{ ml} * \text{min}^{-1}$ ;  $R = 0,939$ ,  $SEE = 212 \text{ ml} * \text{min}^{-1}$ . For kvinner:  $Y = 9,39 (W) + 7,7 (kg) - 5,88 (yr) + 136,7 \text{ ml} * \text{min}^{-1}$ ;  $R = 0,932$ ,  $SEE = 147 \text{ ml} * \text{min}^{-1}$  til å kalkulere en estimert  $VO_{2\text{maks}}$ , basert på testdeltakernes prestasjon på makspulstesten (Storer, Davis, & Caiozzo, 1990).

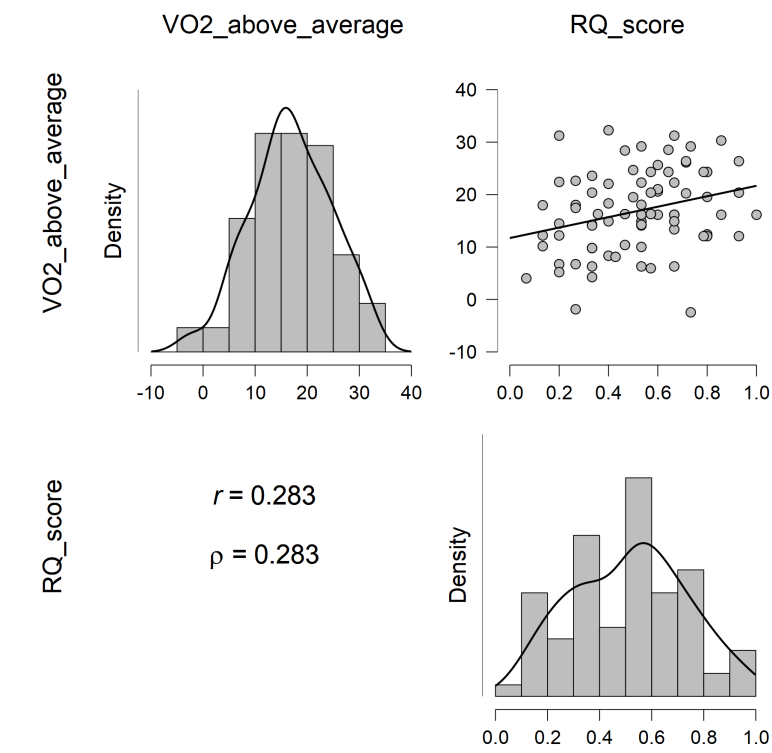
Fysisk form ble definert av gjennomsnitt over  $VO_{2\text{peak}}$ . Sammenhengen mellom rasjonell tenking og fysisk form ble analysert med korrelasjonsanalyser. For å analysere sammenhengen mellom rundene med fysisk aktivitet (runder) og kjønn ble det brukt en mixed ANOVA. I denne analysen blir det videre utført en sammenligning av faktorer for hver enkelt person. For å se effekten av kjønn ble det utført en sammenligning av flere faktorer. Den avhengige variabelen er RQ skåren.

Det ble brukt null-hypotese testing med et statistisk signifikansnivå, hvor P-verdi ble satt til mindre enn 0,05. Videre rapporteres det effektstørrelser, både på korrelasjonskoeffisienten  $\rho$  og  $\eta^2$ . For effektstørrelse regner vi at  $\rho \sim 0,1$  og  $\eta^2 \sim 0,01$  er lite,  $\rho \sim 0,3$  og  $\eta^2 \sim 0,09$  er moderat og  $\rho \sim 0,5$  og  $\eta^2 \sim .25$  utgjør en stor effekt. P-verdien og effektstørrelsen må sees i sammenheng.

## **5 Resultater**

### **5.1 Sammenhengen mellom fysisk form og evnen til rasjonell tenking**

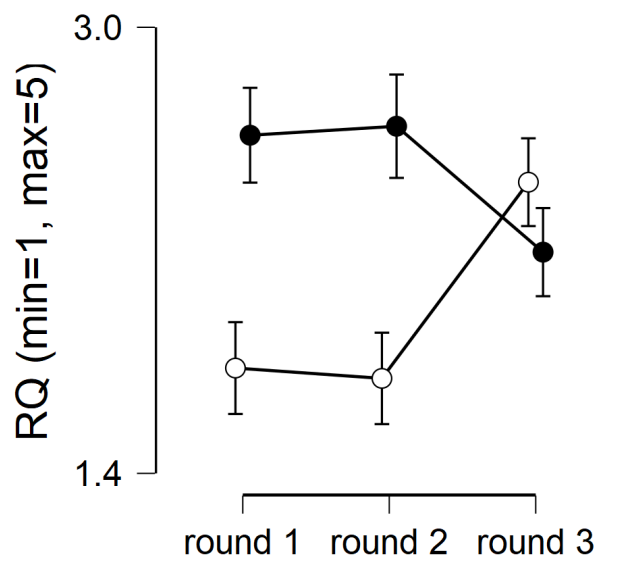
Den første hypotesen predikerte at deltakere i god fysisk form ville gjøre det bedre på RQ testen sammenlignet med deltakere i dårlig fysisk form. Resultatene støtter denne hypotesen. Det var en statistisk signifikant positiv korrelasjon mellom deltakernes fysiske form og deres RQskåre,  $P = 0,011$  (figur 2). Effekten var mellom stor.



Figur 2. A) Histogrammet viser fordeling av fysisk form hvor 0 defineres som gjennomsnittlig godt trent. De fleste deltakere var over gjennomsnittet godt trent. B) Viser sammenhengen mellom fysisk form og RQ skåre. Basert på N=79 deltakere med valide  $VO_{2peak}$ -data og gjennomsnittlig RQ skåre. Både Pearson`s korrelasjonskoeffisient  $r$  og Spearman`s rho er testet og er likelydende. C) Histogram av RQskåre, få deltakere fikk ingen rette svar.

## 5.2 Fysisk aktivitet og rasjonell tenking

Den andre hypotesen predikerte at deltakerne ville gjøre det dårligere på RQ testen umiddelbart etter fysisk aktivitet (runde 2 og 3) sammenlignet med når de satt stille (runde 1). Vi fant ikke støtte for denne hypotesen. Det var ingen hovedeffekt for de forskjellige betingelsene (sittende, etter  $HF_{peak}$ , og etter tredemølle gange),  $F(2,110) = ,42$   $p = .66$ .  $\eta^2 = .003$ . Det var en hovedeffekt av kjønn,  $F(1,55) = 5.46$ ,  $p = .023$ ,  $\eta^2 = .085$ , en hovedeffekt for fysisk form,  $F(1,55) = 4.09$ ,  $p = .048$ ,  $\eta^2 = .063$ . Det var også en interaksjon mellom rundene og kjønn,  $F(2,110) = 6.80$ ,  $p = .001$ ,  $\eta^2 = .042$ . Interaksjon var på grunn av at kvinner forbedret seg fra runde 2 til 3, mens menns prestasjon gikk nedover fra runde 2 til runde 3. Som figur 3 viser så hadde menn i gjennomsnitt 2,6 korrekte svar (av 5 mulige) i sittende betingelser (runde 1), men bare 2,2 korrekte svar etter tredemølle-gange. Kvinner hadde i motsetning 1,8 korrekte svar i sittende betingelse og 2,4 etter tredemølle-gange. Effekten av kjønn er mellomstor og større enn den for fysisk form.



Figur 3. RQskåre i de tre betingelsene: Sittende (runde 1), etter HF<sub>peak</sub> (runde 2) og etter tredemølle-gange (runde 3). Menn har et signifikant høyere skåre i de første to betingelsene enn kvinner, men det er ingen forskjell mellom kjønn etter fysisk aktivitet. Sorte sirkler = menn, hvite sirkles = kvinner

### 5.3 Fysisk form, fysisk aktivitet og intuitive vs. rasjonelle spørsmål

Den tredje hypotesen predikerte at det ville være en forskjell mellom de spørsmålene som hadde et intuitivt svar sammenlignet med de som ikke hadde det, hvor både dårlig fysisk form og fysisk aktivitet ville føre til en lavere prestasjon på de spørsmålene uten intuitive svar, men spørsmålene med intuitive svar ikke ville bli påvirket.

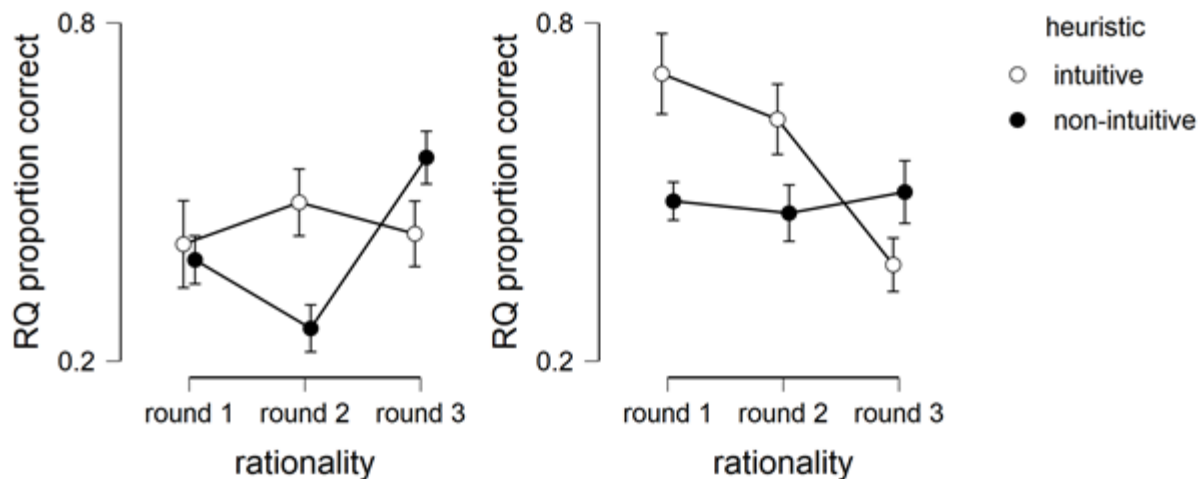
Vi fant ingen forskjell for fysisk aktivitet – mellom rundene – når alle spørsmålene var inkludert i analysen  $F < 1$  (hypotese 2). Når spørsmålene ble gruppert i intuitive og rasjonelle fant vi derimot en signifikant hovedeffekt for intuitiv vs. rasjonell:  $F(1,55) = 8.07$ ,  $p = .006$ ,  $\eta^2 = .018$ . I gjennomsnitt fikk deltakerne 58 % av de intuitive oppgavene korrekt, men bare 52 % av de rasjonelle oppgavene.

Vi fant en kjønnsforskjell  $F(1,55) = 4,403$ ,  $p = ,040$ ,  $\eta^2 = ,072$ , men ingen effekt for fysisk form,  $F(1,55) = 1,597$ ,  $p = ,272$ ,  $\eta^2 = ,026$ .

Vi fant en interaksjonseffekt for fysisk aktivitet – mellom rundene – og kjønn,  $F(2,110) = 6.716$ ,  $p = .002$ ,  $\eta^2 = .026$ , og også for fysisk form og type spørsmål,  $F(1,55) = 5.127$ ,  $p = .028$ ,  $\eta^2 = .028$ . Vi fant også en interaksjonseffekt for fysisk aktivitet – mellom rundene – og type

spørsmål,  $F(2,110) = 5.032$ ,  $p = .008$ ,  $\eta^2 = .018$ . Alle andre toveis interaksjoner var ikke signifikante med  $F < 1$ . Den triple interaksjonen var heller ikke signifikant,  $F(2,110) = 1.245$ ,  $p = .292$ ,  $\eta^2 = .004$ .

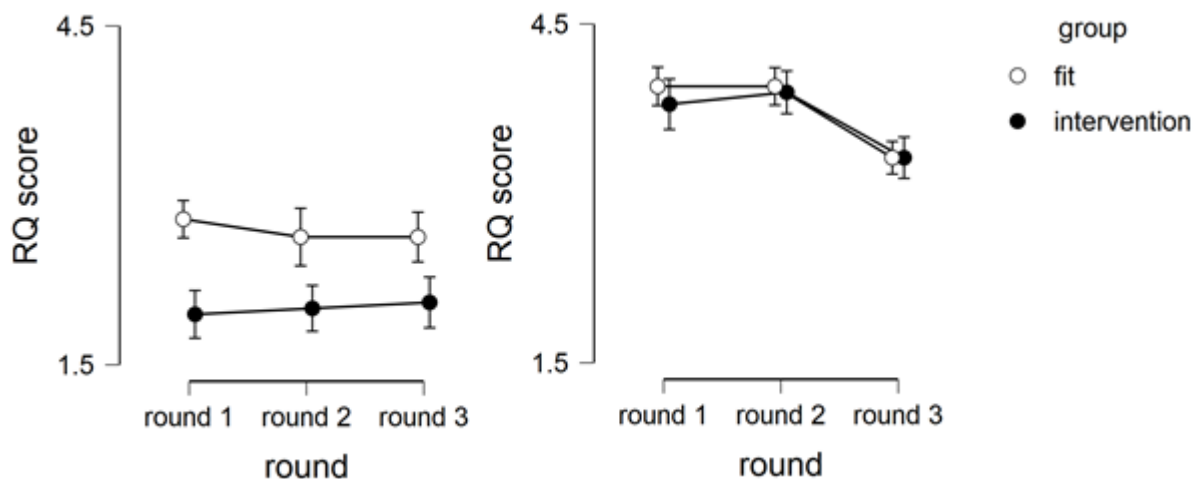
Som vist i Figur 4. skyldes interaksjonene bedre prestasjon i runde 1 og 2 på spørsmålene med et intuitivt svar sammenlignet med spørsmålene som ikke har et intuitivt svar. I runde 3, etter langvarig gange på tredemøllen er det ingen forskjell mellom spørsmålstype. Kvinnene forbedret og menn forverret prestasjonen etter fysisk aktivitet. Om vi ser bort fra kjønnsforskjellen ser vi fremdeles en forverret prestasjon på de intuitive spørsmålene og en forbedret prestasjon på de ikke intuitive spørsmålene i runde 3. Dette er stikk i strid med det vi forventet.



Figur 4. A) Kjønnsforskjeller i rasjonalitetstest sittende (runde 1) etter makspulstest (runde 2) og etter langvarig fysisk aktivitet (runde 3). Kvinner til venstre, menn til høyre. Kvinner klarer mindre rasjonelle oppgaver rett etter  $HF_{peak}$ , mens antall korrekte intuitive oppgaver er konstant. B) Menn viser et annet mønster, her er nivået på de rasjonelle rasjonelle oppgavene konstant, mens de presterer dårligere på de intuitive oppgavene etter fysisk aktivitet.

Det neste vi så på var om intervensjon ville forbedre RQskåren. Vi laget 15 nye elementer, slik at poengskårene fra sesjon 1 (pre-test) ikke er lik sesjon 2 (post-test), men likevel kunne sammenlignes for å undersøke gruppedifferansen, blant de  $N=38$  deltakerne som ble testet to ganger, der halvparten ( $N=19$ ) gjennomgikk en treningsintervensjon. Vi sammenlignet deres RQ-prestasjon opp mot 19 kontrolldeltakere. Vi fant ingen signifikante hovedeffekter for runde,  $F(2,72) = 2.868$ ,  $p = .063$ ,  $\eta^2 = .011$ , eller for gruppe ( $1,36$ ) = 2.207,  $p = .146$ ,  $\eta^2 = .058$ ,

men en hovedeffekt for sesjonene var at andre sesjon var lettere,  $F(1,36) = 98.733$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .267$ . Det er også en interaksjonene mellom gruppene. Det var ingen interaksjon mellom runde og gruppe,  $F < 1$ , men mellom sesjonene og gruppe,  $F(1,36) = 5.034$ ,  $p = .031$ ,  $\eta^2 = .014$ . Som det fremgår av figur 5, skyldes dette samspillet at begge gruppene presterte likt på den andre sesjonen, mens intervensjonsgruppen har en lavere RQskåre, enn kontrollgruppen under første testing.



Figur 5: Rasjonalitetsskåre mellom gruppene intervensjons- og kontrollgruppe. Venstre: første sesjon, høyre: andre sesjon

## 6 Diskusjon

I denne studien har vi sett på hvordan fysisk form og fysisk aktivitet, både intenst og kortvarig og langvarig med mindre intensitet, påvirker evnen til rasjonell tenking. Vi fant at deltakere i bedre fysisk form presterte bedre på de kognitive testene sammenlignet med deltakere i dårligere fysisk form. Vi fant derimot ikke støtte for at fysisk aktivitet påvirket evnen til å tenke rasjonelt, hverken kort og intensiv aktivitet eller lengre aktivitet med lavere intensitet. Til vår overraskelse fant vi at fysisk aktivitet førte til at deltakere gjorde det dårligere på spørsmålene som hadde et intuitivt svar, og bedre på de spørsmålene som ikke hadde et intuitivt svar.

Dataene i denne studien støtter den første hypotesen som predikerte at deltakerne i god fysisk form ville gjøre det bedre på rasjonell tenking sammenlignet med deltakere i dårligere fysisk form. Disse resultatene knytter seg til tidligere studier som for eksempel Hillman et al. (2008)

som viser at det er en sammenheng mellom fysisk aktivitet og hjernefunksjon gjennom hele livsløpet. I følge Hillmann og hans kollegaer kan en av årsakene til dette være at aerobisk aktivitet forbedrer læring og evnen til å løse oppgaver, øker utskillelsen av viktige kjemikalier i hjernen som er assosiert med synaptisk plastisitet og fremmer utviklingen av nye hjernestrukturer. Andre studier peker på at lav fysisk aktivitet kan ha en negativ effekt på strukturer og funksjoner i hjernen, i tillegg til å påvirke hjernevolumet for områder som bidrar til den motoriske kontrollen (L. Chaddock et al., 2010; L. Chaddock, Pontifex, Hillman, & Kramer, 2011). Nivået av fysisk aktivitet er likevel bare en av flere forklaringsmodeller. At det er forskjell mellom de i god og de i dårlig fysisk form kan for eksempel ha sammenheng med utdanningsnivå. Gjennom utdanning trenes evnen til å tenke rasjonelt, noe som igjen vil påvirke de nevrane strukturene. Flere studier finner også nettopp at det er en klar sammenheng mellom fysisk aktivitet og utdanningsnivå, hvor de med høy utdanning er klart mest fysisk aktive (Schnohr et al., 2004). Likevel utelukker ikke korrasjonelle studier andre årsaksforklaringer. I denne studien har jeg ikke kunne kontrollere for om de som er i god fysisk form også har høyere utdanning og slik sett mer trening i rasjonell tenking slik at det er utdanningsnivå og ikke fysisk form som er avgjørende for hvordan deltakerne presterer på rasjonell tenkning.

For å teste om det er fysisk form som er utslagsgivende gjennomførte undertegnede derfor en intervensjon hvor en gruppe gjennomførte 7 uker trening. Resultatene viser at de i dårlig fysisk form signifikant forbedret prestasjonen etter treningsintervensjonen. Det gjorde Derimot ikke deltakerne som var i god fysisk form. Dette kan bety at deltakerne som i utgangspunktet var i dårligst fysisk form hadde en effekt av treningen, men de som i utgangspunktet var i god fysisk form ikke hadde noen effekt. En annen forklaring kan være at det er en tak-effekt hvor oppgavene i andre runde var for lette slik at vi ikke klarte å måle forbedringen på de i god fysisk form – som presterte godt allerede før treningsintervensjonen kan ha positiv effekt på kognitiv kapasitet, som for eksempel studien til Ardoy et al. (2014). I en studie på barn og unge kunne de vise en signifikant forbedring av kognitiv kapasitet blant barn og unge etter fire ukers treningsintervensjon. Lautenschlager et al. (2008) fant tilsvarende effekt blant eldre.

Dataene støttet derimot ikke støtte for hypotese nummer to som predikerte at fysisk aktivitet ville føre til dårligere prestasjon på oppgavene i rasjonell tenking. Deltakerne tenker like rasjonelt selv etter intensiv og langvarig fysisk aktivitet. Den tidligere litteraturen er todelt når det kommer til effekten av hvordan fysisk aktivitet påvirker kognitive evner. Chang et al.

(2012) fremhever at en forbedret aerob fysisk kapasitet bidrar til at enkelte fysiske arbeidskrav krever mindre av våre kognitive ressurser og dermed gir en forbedret kognitiv prestasjon. Derimot fant Lambourne and Tomporowski (2010) ut at testdeltakernes kognitive prestasjoner ble forverret. I følge Dietrich and Audiffren (2011) går skillet mellom implisitte og eksplisitte funksjoner, hvor fysisk aktivitet vil forbedre de implisitte og forverre de eksplisitte. Forenklet sagt, system 1 kan bli bedre og system 2 kan forverret. I denne studien ser vi ingen forskjell. Det kan ha flere årsaker. Schmit and Brisswalter (2018) trekker frem varighet som den viktigste faktoren for å påvirke kognitiv funksjon under fysisk aktivitet. Den fysiske aktiviteten i denne studien er relativt kort. Selv om makspulstesten er inkludert i selve testen er den totale varigheten ca 45 minutter. En toppstur vil derimot være vesentlig lengre, så vi kan derfor ikke slå fast at fysisk aktivitet ikke har noen negativ påvirkning på kognitive evner. Samtidig ser vi at intens fysisk aktivitet ikke har noen merkbar negativ påvirkning på rasjonell tenking. Dette går imot Yerkes-Dodson loven som predikerer at det vil være en forbedring til et gitt nivå før vi får en forverring. Det gir heller ikke støtte til hypofrontalitetshypotesen om at fysisk aktivitet skal føre til en svekket kapasitet i prefrontal korteks og derfor også forverring av rasjonell tenking.

Overaskende viste resultatene i den tredje hypotesen seg å gå i motsatt retning av det vi forventet. Fysisk aktivitet førte til en forverring av resultatene på de spørsmålene som hadde et intuitivt svar og en forbedring på de spørsmålene som ikke hadde et intuitivt svar. I følge hypofrontalitetshypotesen fører langvarig fysisk aktivitet til at kroppen må prioritere ressursene – slik at den rasjonelle kapasiteten vår forringes ved fysisk aktivitet, mens den intuitive forblir uforandret. I utgangspunktet ser resultatene motsatt ut, men i disse oppgavene er det intuitive svaret feil. Disse oppgavene er laget for å teste om folk følger det intuitive svaret som er feil eller om de klarer å stoppe opp og tenke rasjonelt. For å svare korrekt må deltakerne med andre ord klare å overstyre den intuitive responsen på disse oppgavene før de svarer rasjonelt. Sammenlignet med de oppgavene som ikke har noe intuitivt, men feil svar, er de intuitive oppgavene mer krevende å svare riktig på. Det er derfor ikke nødvendigvis slik at disse resultatene går mot hypofrontalitetshypotesen.

## 6.1 Begrensninger med studien

### 6.2 Deltakerne

Denne studien hadde et relativt lite utvalg (N=79). Studien kan dermed ha en type 2 feil, det betyr at hypotesen om at deltakerne vil prestere dårligere på rasjonell tenking umiddelbart etter intens fysisk aktivitet, i form av makspulstest og fysisk aktivitet av lengre varighet målt ved gange 85 % og påfølgende gange ved 75 % av makspuls, sammenlignet med når de sitter stille forkastes. Det kan dermed ha vært en signifikant forskjell på denne hypotesen om antallet deltakere hadde vært større.

En annen begrensning med studien var at deltakerne til intervensjonsstudien var i bedre fysisk form enn målgruppen vi søkte etter. I rekrutteringsfasen måtte deltakerne fylle ut en søknad, hvor de blant annet fylte inn deres fysiske aktivitetsnivå det siste året. På bakgrunn av enkle vurderingskriterier ble deltakerne valgt ut, basert på deres fysiske aktivitetsnivå. I tillegg kan ta antas at deltakere i fysisk god form (over gjennomsnittet) i større grad er vandt til å trene og være i aktivitet, og dermed ikke er avhengig av å gi de fysiske kravene i testene like stor kognitiv oppmerksomhet og dermed hadde større kapasitet til å fokusere på de kognitive oppgavene, enn deltakere med en fysisk form under gjennomsnittet.

### 6.3 Fysiske og kognitive tester

I en optimal verden burde den fysiske testen for å måle deltakernes fysiske form vært en  $VO_{2maks}$ -test. Dessverre er en slik test kostbar og det lot seg ikke gjennomføre i dette studiet. Testen som ble gjennomført var en makspulstest etterfulgt av Olympiatoppens retningslinjer. Basert på tidligere makspulsdata og  $VO_{2maks}$  på omtrent 1/3 del av deltakerne kunne undertegnede estimere  $VO_{2maks}$  nivå på alle deltakerne. Tidligere makspulstester ble også brukt for å gjøre tilpasninger i den nye makspulstesten.

Rasjonalitetstesten ble utført i hvile og ikke i fysisk aktivitet eller ute på fjellet. I en optimal verden burde de kognitive testene vært gjennomført i en toppturseksjon underveis på fjellet. Testen som ble gjennomført var utviklet av Professor ved UIT Norges arktiske universitet, Gerit Pfuhl. Den tar utgangspunkt i å avdekke deltakernes evne til å tenke rasjonelt ved at noen spørsmål har intuitive, men feile svar og andre spørsmål ikke har noen intuitive svar. Denne testen har en svakhet i at de intuitive svarene blir feil. Valg av kognitiv test må også nevnes, da det finnes flere kognitive tester som har som mål å avdekke testpersoners evne til å



tenke rasjonelt, men felles for alle er at det er flere underliggende faktorer som kan ha påvirket resultatet – som for eksempel utdanningsnivå.

## 6.4 Fremtidig forskning

Fremtidige studier burde teste effekten av lengre varighet, fortrinnsvis til utmattelse. Flere studier peker på at den negative effekten av fysisk aktivitet først slår inn etter langvarig aktivitet slik som Schmit and Brisswalter (2018) som mener at først ved fysisk aktivitet til utmattelse vises den totale effekten. Lengre varighet vil også forbedre den økologiske validiteten siden en topptur også er av vesentlig lengre varighet enn det som er gjennomført i denne studien.

Fremtidige studier bør også registrere deltakernes utdanning slik at kommende studier kan kontrollere for utdanningsnivå blant deltakerne. Det er allerede etablert en klar sammenheng mellom utdanning og fysisk aktivitet.

Denne studien bruker spørsmål med intuitive, men gale svar. Slik kan vi teste om deltakerne klarer å tenke rasjonelt og ikke velger det intuitive alternativet. Men en slik metode gjør at vi ikke kan se hvordan fysisk aktivitet påvirker forskjellen mellom de intuitive og rasjonelle beslutningene direkte. Det går an å argumentere for at det er vanskeligere å svare riktig på de intuitive oppgavene enn de rasjonelle. Fordi det ville bety at deltakerne først må bruke kognitiv kapasitet på å overse den intuitive men gale løsningen før de så bruker kognitiv kapasitet på å løse selve oppgaven. En fremtidig studie burde ha et større utvalg oppgaver hvor noen har intuitive og riktige svar, mens andre av tilsvarende vanskelighetsgrad ikke har noen intuitiv løsning, men må løses rasjonelt. Dette ville gitt bedre informasjon for å undersøke hvordan fysisk aktivitet påvirker balansen mellom intuitive og rasjonelle oppgaver direkte.

Siden utdanning og kunnskapsnivå kan være utslagsgivende for prestasjonen på rasjonell tenking kan fremtidig forskning med fordel bruke relevante skredscenarioer med relevante faktorer som grunnlag i en rasjonalitetstest. Dette vil øke den økologiske validiteten. Slike oppgaver må likevel etableres, testes og valideres. Likevel vil tester i større grad gi relevant informasjon omkring rasjonell tenkning i skredterreng, og slik kunne bidra til en bredere forståelse og informasjon av hvorfor menneskelige feilvurderinger forekommer i snøskredterreng.

Om vi ser på de fysiske aspektene i studien, vil et økt fokus på studiens design og oppbygning være essensielt også her for å treffe bedre på de fysiske utfordringene deltakerne faktisk møter ute i vinterfjellet. Med en tilpasning av studiens fysiske tester, kan det føre til mer konkret og informativt svar på hvilke faktorer som påvirker menneskers beslutningstaking på topptur, da de fysiske kravene på topptur på ski og testene i studien være tilnærmet likt. I tillegg vil det for fremtidige studier være viktig å rette søkelyset i større grad mot aspekter som kan påvirke den kognitive prestasjon. For eksempel kjønn og alder.

## **7 Konklusjon**

I denne studien fant vi at personer i god fysisk form presterer bedre på kognitive tester, sammenlignet med personer i dårligere fysisk form. Dette kan bety at personer som er i god fysisk form kan være i stand til å ta bedre beslutninger i skredterreng, sammenlignet med personer som er i dårligere fysisk form. Personer i dårlig fysisk form kan derfor være i større fare for å ta dårligere beslutninger på topptur, som igjen kan øke sannsynligheten for å havne i farlige og potensielt dødelige situasjoner. Dette viser hvor viktig det er å ha gjennomført gode fysiske forberedelser før man legger ut på tur i skredterreng, så vel som i andre typer utfordrende turer og ekspedisjoner.

I tillegg fant vi ikke støtte for at fysisk aktivitet påvirker evnen til å tenke rasjonelt, verken under kortvarig og intensiv aktivitet eller langvarig aktivitet med lavere intensitet. Deltakerne ble ikke påvirket av fysisk belastning, som vil si at de tenker like rasjonelt selv etter en intensiv og langvarig treningsøkt. Men det er viktig å bemerke at varigheten på testen bare var 45 minutter og at fysisk aktivitet gjerne kan ha en negativ effekt ved lengre varighet. Dette kan bety at de som går på turer i skredterreng, så lenge de er i akseptabel fysisk form i utgangspunktet, ikke nødvendigvis blir sterkt påvirket av den fysiske belastningen de opplever underveis når det kommer til å ta gode og mest mulig trygge beslutninger og avveininger i terrenget.

Til slutt fant vi at fysisk aktivitet gjorde at deltakerne svarte feil på de intuitive oppgavene, men ikke på de oppgavene uten et intuitivt svar. Oppgavene i denne testen var laget slik at de intuitive svarene var feil, slik at deltakerne måtte tenke rasjonelt for å klare å løse oppgavene. Slik sett koster det mer mental kapasitet å overse det intuitive og gale svaret for så å svare rasjonelt og riktig - sammenlignet med de oppgavene som ikke hadde noe intuitivt, men galt svar.

Våre funn forteller oss at fysisk form og fysisk aktivitet påvirker vår evne til å tenke og ta beslutninger, på flere ulike måter. Dette er viktig kunnskap i et felt som til nå har blitt viet lite forskning, men som samtidig har stor potensiell nytte av slik forskningskunnskap. Dette kan bidra til økt kunnskap blant topptur-entusiaster ved økt kvalitet på skredopplæringsarbeidet, og følgelig færre dødsfall som følge av snøskred utløst av mennesker. I en tid hvor populariteten rundt toppturer på ski har økt og sannsynligvis fortsetter å øke, vil det være viktig å ha fokus på kunnskapsbasert opplæring for å forebygge ulykker i vinterfjellet.

## 8 Vedlegg

### 8.1 Vedlegg: Notatark – Kognitive oppgaver under FA

Notater: Kognitive oppgaver under FA



		Oppstart kl.	
Dato:	Navn:		
ID:	Alder	Vekt	15% =
<b>Hvor mange av ukene har du klart æ ha 3 økter som planlagt og som har gitt deg økt puls, svette, anstrengende? (fra 12 og oppover på borgs skala)</b>  <b>Hvordan vil du klassifisere din egen fysiske form?</b> Dårlig            Middels            God 1            1,5            2            2,5            3		Har du aktivt bedrevet med en form for organisert eller frivillig idrett tidligere?	
Dagsform 1-5 (1= syk) Sykdom?  Måltider?  Forrige makspuls	Hastighet oppvarming:  Hastighet drag:		
Menn: 220-0,88*alder: Kvinner: 208-0,66*alder:	Borgs skala etter 10 min oppvarming: Borgs skala etter siste drag:		
Hastighet 1. drag:  2. drag:	Slutthastighet:  Makspuls: Borgs skala etter makspulstest:		
82-85 % HF maks: 72-75 % HF maks:	Stigning (evt. hastighet) sesjon 3: Stigning (evt. hastighet) sesjon 4:		
		Ferdig kl.	

## 8.2 Vedlegg – Notatark – Kognitive oppgaver under FA

<p>Øvrige notater:</p> <p> </p> <p>Feilkilder</p> <p>Ting som skjedde</p>	
---	--

## 8.3 Vedlegg – NSD – del 1.



Audun Hetland  
Institutt for psykologi UiT Norges arktiske universitet

9037 TROMSØ

Vår dato: 16.05.2017

Vår ref: 53710 / 3 / ASF

Deres dato:

Deres ref:

### TILBAKEMELDING PÅ MELDING OM BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 19.03.2017. Meldingen gjelder prosjektet:

53710

*Smart i motbakke?*

*Behandlingsansvarlig*

*UiT Norges arktiske universitet, ved institusjonens øverste leder*

*Daglig ansvarlig*

*Audun Hetland*

Etter gjennomgang av opplysninger gitt i meldeskjemaet og øvrig dokumentasjon, finner vi at prosjektet ikke medfører meldeplikt eller konsesjonsplikt etter personopplysningslovens §§ 31 og 33.

Dersom prosjektopplegget endres i forhold til de opplysninger som ligger til grunn for vår vurdering, skal prosjektet meldes på nytt. Endringsmeldinger gis via et eget skjema, [http://www.nsd.uib.no/personvernombud/meld\\_prosjekt/meld\\_endringer.html](http://www.nsd.uib.no/personvernombud/meld_prosjekt/meld_endringer.html).

Vedlagt følger vår begrunnelse for hvorfor prosjektet ikke er meldepliktig.

Vennlig hilsen

Kjersti Haugstvedt

Amalie Statland Fantoft

Kontaktperson: Amalie Statland Fantoft tlf: 55 58 36 41

Vedlegg: Prosjektvurdering

*Dokumentet er elektronisk produsert og godkjent ved NSDs rutiner for elektronisk godkjenning.*

## 8.4 Vedlegg - Personvernombudet for forskning

---

### Personvernombudet for forskning



#### Prosjektvurdering - Kommentar

---

Prosjektnr: 53710

I følge e-post mottatt 15.05.2017, skal det ikke innhentes personopplysninger i prosjektet. Vi forutsetter at det ikke behandles personopplysninger med elektroniske hjelpemidler, eller at det opprettes manuelt personregister som inneholder sensitive personopplysninger.

Videre ligger det til grunn for vår vurdering at alle opplysninger som behandles elektronisk i forbindelse med prosjektet er anonyme.

Med anonyme opplysninger forstås opplysninger som ikke på noe vis kan identifisere enkeltpersoner i et datamateriale, verken:

- direkte via personentydige kjennetegn (som navn, personnummer, epostadresse el.)
- indirekte via kombinasjon av bakgrunnsvariabler (som bosted/institusjon, kjønn, alder osv.)
- via kode og koblingsnøkkel som viser til personopplysninger (f.eks. en navneliste)
- eller via gjenkjennelige ansikter e.l. på bilde eller videoopptak.

Personvernombudet legger videre til grunn at navn/samtykkeerklæringer ikke knyttes til sensitive opplysninger.

## 8.5 Vedlegg – Informasjon om testene

### Testene

#### Tekstoppgaver (Rasjonalitetstest)

Du vil få 5 oppgaver du skal løse i hver runde, noen enkle, andre må du kanskje gruble på.

#### Rangering av opplevd arbeidsmengde (NASA Task Load Index)

Du vil bli bedt om å rangere hvordan du opplevde mental anstrengelse, fysisk anstrengelse, temporal anstrengelse (tidspress), helhetlig prestasjon, anstrengelse og frustrasjon fra 0 til 100, der 0 er i liten grad, 100 er maks.

#### Deese- Roediger- McDermott-test (DRM)

DRM tester gjenkjenningshukommelsen din. Hver sesjon består av bildeserier av ansikt, ord og figurer. 12 bilder blir presentert fortløpende i ett sekund av gangen. Du får deretter spørsmål om hvilke du har sett før. Du får se 5 bilder etter hverandre, der noen er blitt vist før, andre ikke, noen ligner, men er ikke identiske. Angi hvilke du har sett og ikke. Trykk tast 2 for «absolutt ikke sett», tast 4 for «sannsynligvis ikke sett», tast 6 for «sannsynligvis sett» og tast 8 for «absolutt sett».

#### Eksempel på én bildeserie av figurer:

- 1) Bilder presentert fortløpende i ett sekund hver



- 2) 5 bilder som du skal rangere om du har sett eller ikke



#### Makspulstest (HFmaks)

Oppvarming i 10 min på moderat intensitet. Testen gjennomføres som løping på tredemølle med mellom 6-10 % stigning (avhengig av treningstilstand) med 3\*3min med 2 min pause, og progressivt økende belastning til maksimal utmattelse på siste drag.



## 8.6 Vedlegg – Forespørsel om deltakelse

### Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet: Smart i motbakke?

#### Bakgrunn og hensikt

Center for Avalanche Research and Education (CARE) fokuserer på menneskelig faktor i snøskred. Målet for senteret er å tilrettelegge for at mennesker kan ta bedre beslutninger i skredterreng – og slik redde liv. For å få til det trenger vi din hjelp.

Derfor spør vi deg om å delta i et studie som undersøker hvordan fysisk aktivitet påvirker vår kapasitet til å tenke.

#### Hva innebærer studien?

Vi skal simulere en topptur, eller et intervall av en topptur, og underveis undersøke om din evne til å huske informasjon endres på noen måte ved fysisk aktivitet.

Testen starter med to kognitive tester i hvile. Deretter gjennomføres en makspulstest (HEmaks) på tredemølle. Testen ledes av oss, og varer i underkant av 30 minutter. Etter makspulstesten kan du kun innta vann, og gjennomfører på nytt kognitive tester og rangerer opplevd anstrengelse. I siste del av testen vil tredemølla stilles inn på stigning, og du vil bære en sekk som veier 15% av din egen kroppsvekt, samt ankelvekter. Her skal du gå på tredemølla, samtidig som du gjennomfører en kognitiv test ved å få oppgaver på en skjerm foran deg, og avgi svarene ved å trykke på knapper som er plassert på tredemøllen. Total tidsbruk på testdagen er i underkant av 2 timer.

#### Ved å delta i studien vil du:

- Bidra til forskning som gjør det tryggere å ferdes i fjellet
- Få innblikk i hvordan vitenskapelige studier gjennomføres
- Få tatt en test av din egen makspuls.

#### Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien. Du kan når som helst avbryte studien uten å oppgi noen grunn. All informasjon som innhentes vil bli behandlet anonymt og konfidensielt. Dersom du ønsker å delta, undertegner du denne samtykkeerklæringen. Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til studien, kan du kontakte forskningsansvarlig, Audun Hetland, 93041612 eller mail [audun.hetland@uit.no](mailto:audun.hetland@uit.no)

Jeg er villig til å delta i studien

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

---

(Signert, rolle i studien, dato)

## 9 Referanseliste

- Arday, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Jiménez-Pavón, D., Castillo, R., Ruiz, J. R., & Ortega, F. B. (2014). A Physical Education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(1), e52-e61. doi:10.1111/sms.12093
- Balagué, N., Hristovski, R., Aragonés, D., & Tenenbaum, G. (2012). Nonlinear model of attention focus during accumulated effort. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(5), 591-597. doi:<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.02.013>
- Beames, S. (2016). *Adventurous learning : a pedagogy for a changing world*. New York: Routledge.
- Blindheim, S. (2005). Den komplekse idrettsprestasjonen. Retrieved from <https://www.olympiatoppen.no/fagstoff/basistrening/hovedfagsoppgave/page9586.html>
- Bonner, C., & Newell, B. (2010). In conflict with ourselves? An investigation of heuristic and analytic processes in decision making. *Memory & Cognition*, 38(2), 186-196. doi:10.3758/MC.38.2.186
- Borg, G., & Löllgen, H. (2001). Borg's perceived exertion and pain scales. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 52(9), 252.
- Brattlien, K. (2015). *Den lille snøskredboka : alt du trenger å vite om snøskred på en enkel måte* (4. utg. ed.). Oslo: Fri Flyt.
- Brattlien, K. (2017). *Den lille snøskredboka : alt du trenger å vite om snøskred på en enkel måte* (5. utg. ed.). Oslo: Fri flyt.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*: Pergamon Press.
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., VanPatter, M., Voss, M. W., Pontifex, M. B., . . . Kramer, A. F. (2010). Basal ganglia volume is associated with aerobic fitness in preadolescent children. *Dev Neurosci*, 32(3), 249-256. doi:10.1159/000316648
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Vanpatter, M., Voss, M. W., Pontifex, M. B., . . . Kramer, A. F. (2010). Basal Ganglia Volume Is Associated with Aerobic Fitness in Preadolescent Children. *Developmental Neuroscience*, 32(3), 249-256. doi:10.1159/000316648
- Chaddock, L., Pontifex, M., Hillman, C., Kramer, A., & Chaddock, L. (2011). A Review of the Relation of Aerobic Fitness and Physical Activity to Brain Structure and Function in Children (pp. 975-985).
- Chaddock, L., Pontifex, M. B., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2011). A review of the relation of aerobic fitness and physical activity to brain structure and function in children. *J Int Neuropsychol Soc*, 17(6), 975-985. doi:10.1017/s1355617711000567
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Res*, 1453, 87-101. doi:10.1016/j.brainres.2012.02.068
- Dawes, R. M. (1979). The robust beauty of improper linear models in decision making. *American Psychologist*, 34(7), 571-582. doi:10.1037/0003-066X.34.7.571
- De Neys, W., & Glumicic, T. (2008). Conflict Monitoring in Dual Process Theories of Thinking. *Cognition*, 106(3), 1248-1299. doi:10.1016/j.cognition.2007.06.002
- Deese, J. (1959). On the prediction of occurrence of particular verbal intrusions in immediate recall. *Journal of Experimental Psychology*, 58(1), 17-22. doi:10.1037/h0046671

- Dietrich. (2003). Functional neuroanatomy of altered states of consciousness: The transient hypofrontality hypothesis. *Consciousness and Cognition*, 12(2), 231-256.  
doi:[https://doi.org/10.1016/S1053-8100\(02\)00046-6](https://doi.org/10.1016/S1053-8100(02)00046-6)
- Dietrich, & Audiffren, M. (2011). The reticular-activating hypofrontality (RAH) model of acute exercise. *Neurosci Biobehav Rev*, 35(6), 1305-1325.  
doi:10.1016/j.neubiorev.2011.02.001
- Dietrich, & Sparling, P. B. (2004). Endurance exercise selectively impairs prefrontal-dependent cognition. *Brain and Cognition*, 55(3), 516-524.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.03.002>
- Dishman, R. K., Berthoud, H.-R., Booth, F. W., Cotman, C. W., Edgerton, V. R., Fleshner, M. R., . . . Zigmond, M. J. (2006). Neurobiology of Exercise. *Obesity*, 14(3), 345-356.  
doi:10.1038/oby.2006.46
- Dunning, D., Johnson, K., Ehrlinger, J., & Kruger, J. (2003). Why People Fail to Recognize Their Own Incompetence. *Current Directions in Psychological Science*, 12(3), 83-87.  
doi:10.1111/1467-8721.01235
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance. *Psychological Review*, 100(3), 363-406.  
doi:10.1037/0033-295X.100.3.363
- Frederick, S. (2005). Cognitive Reflection and Decision Making. *Journal of Economic Perspectives*, 19(4), 25-42. doi:10.1257/089533005775196732
- Fredston, J. A. (1994). *Snow sense : a guide to evaluating snow avalanche hazard* (4th rev. and updated ed. ed.). Anchorage: Alaska Mountain Safety Center.
- Gjerset, A., Nilsson, J., Helge, J. W., Enoksen, E., Raastad, T., Meen, H. D., . . . Beyer, N. (2015). *Idrettens treningslære* (2. utg. ed.). Oslo: Gyldendal undervisning.
- Gottlieb, H. (2019). Dette skjer i kroppen når du trener. Retrieved from <https://aktivtrening.com/trening/motivasjon-trening/dette-skjer-i-kroppen-nar-du-trener>
- Haegeli, P., Falk, M., Procter, E., Zweifel, B., Jarry, F., Logan, S., . . . Brugger, H. (2014). The effectiveness of avalanche airbags. *Resuscitation*, 85(9), 1197-1203.  
doi:10.1016/j.resuscitation.2014.05.025
- Hallandvik, L., Andresen, M. S., & Aadland, E. (2017). Decision-making in avalanche terrain—How does assessment of terrain, reading of avalanche forecast and environmental observations differ by skiers' skill level? *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 20, 45-51. doi:10.1016/j.jort.2017.09.004
- Hallandvik, L., Høyem, J., & Forum for friluftslivsfag, i. h. u. (2019). *Friluftslivspedagogikk* (1. utgave. ed.). Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Hart, S. G. (2006). Nasa-Task Load Index (NASA-TLX); 20 Years Later. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 50(9), 904-908.  
doi:10.1177/154193120605000909
- Helsedirektoratet. (2019). Hva fysisk aktivitet gjør med kroppen. Retrieved from <https://helsenorge.no/trening-og-fysisk-aktivitet/hva-fysisk-aktivitet-gjor-med-kroppen>
- Hertwig, R., & Hogarth, R. (2018). Experience and Description: Exploring Two Paths to Knowledge. *Current Directions in Psychological Science*, 27(2), 123-128.  
doi:10.1177/0963721417740645
- Hillier, A., Campbell, H., Keillor, J., Phillips, N., & Beversdorf, D. Q. (2007). Decreased false memory for visually presented shapes and symbols among adults on the autism spectrum. *J Clin Exp Neuropsychol*, 29(6), 610-616.  
doi:10.1080/13803390600878760

- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci*, 9(1), 58-65. doi:10.1038/nrn2298
- Hogarth, R. M., Lejarraga, T., & Soyer, E. (2015). The Two Settings of Kind and Wicked Learning Environments. *Current Directions in Psychological Science*, 24(5), 379-385. doi:10.1177/0963721415591878
- J. Koehler, D., & James, G. (2010). Probability matching and strategy availability. *Memory & Cognition*, 38(6), 667-676. doi:10.3758/MC.38.6.667
- Jordy, H., & Jerry, J. (2014). USING GLOBAL CROWD-SOURCED DATA TO UNDERSTAND TRAVEL BEHAVIOR IN AVALANCHE TERRAIN: Unpublished.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.
- Kahneman, D. (2013). *Tenke, fort og langsomt*. Oslo: Pax.
- Kahneman, D., & Klein, G. (2009). Conditions for intuitive expertise: a failure to disagree. *American Psychologist*, 64(6), 515.
- Klein, G. A. (1993). A recognition-primed decision (RPD) model of rapid decision making. *Decision making in action: Models and methods*, 5(4), 138-147.
- Koch, I., Poljac, E., Müller, H., & Kiesel, A. (2018). Cognitive Structure, Flexibility, and Plasticity in Human Multitasking—An Integrative Review of Dual-Task and Task-Switching Research. *Psychological Bulletin*, 144(6), 557-583. doi:10.1037/bul0000144
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning : experience as the source of learning and development* (2nd edition. ed.). Upper Saddle River, N.J: Pearson Education.
- Kurtze, N., Rangul, V., Hustvedt, B. E., & Flanders, W. D. (2008). Reliability and validity of self-reported physical activity in the Nord-Trøndelag Health Study: HUNT 1. *Scand J Public Health*, 36(1), 52-61. doi:10.1177/1403494807085373
- Labelle, V., Bosquet, L., Mekary, S., & Bherer, L. (2013). Decline in executive control during acute bouts of exercise as a function of exercise intensity and fitness level. *Brain and Cognition*, 81(1), 10-17. doi:10.1016/j.bandc.2012.10.001
- Lambourne, K., & Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain Res*, 1341, 12-24. doi:10.1016/j.brainres.2010.03.091
- Landrø, M. (2019). Naturen er en krevende læremester. Retrieved from <https://norskred.wordpress.com/2019/11/19/naturen-er-en-krevende-laeremester/>
- Landrø, M., Pfuhl, G., Engeset, R., Jackson, M., & Hetland, A. (2020). Avalanche decision-making frameworks: Classification and description of underlying factors. *Cold Regions Science and Technology*, 169. doi:10.1016/j.coldregions.2019.102903
- Lautenschlager, N. T., Cox, K. L., Flicker, L., Foster, J. K., van Bockxmeer, F. M., Xiao, J., . . . Almeida, O. P. (2008). Effect of Physical Activity on Cognitive Function in Older Adults at Risk for Alzheimer Disease: A Randomized Trial. *JAMA*, 300(9), 1027-1037. doi:10.1001/jama.300.9.1027
- Marengo, D., Monaci, M. G., & Miceli, R. (2017). Winter recreationists' self-reported likelihood of skiing backcountry slopes: Investigating the role of situational factors, personal experiences with avalanches and sensation-seeking. *Journal of Environmental Psychology*, 49, 78-85. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2016.12.005>
- McCammon, I. (2004). Heuristic Traps in Recreational Avalanche Accidents: Evidence and Implications. *Avalanche News*, 68.
- McIntosh, S. E., Grissom, C. K., Olivares, C. R., Kim, H. S., & Tremper, B. (2007). Cause of Death in Avalanche Fatalities. *Wilderness & Environmental Medicine*, 18(4), 293-297. doi:10.1580/07-WEME-OR-092R1.1



- NGI. (2019). Ulykker med død. Retrieved from <https://www.ngi.no/Tjenester/Fagekspertise-A-AA/Snoeskred/snoskred.no2/Ulykker-med-doed>
- Pardilla-Delgado, E., & Payne, J. D. (2017). The Deese-Roediger-McDermott (DRM) task: A simple cognitive paradigm to investigate false memories in the laboratory. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*(119), e54793.
- Peirce, J. (2009). Generating stimuli for neuroscience using PsychoPy. *Frontiers in Neuroinformatics*, 2(10). doi:10.3389/neuro.11.010.2008
- Pennycook, G., Cheyne, J. A., Seli, P., Koehler, D. J., & Fugelsang, J. A. (2012). Analytic Cognitive Style Predicts Religious and Paranormal Belief. *Cognition*, 123(3), 335-346. doi:10.1016/j.cognition.2012.03.003
- Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (1995). Creating False Memories: Remembering Words Not Presented in Lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(4), 803-814. doi:10.1037/0278-7393.21.4.803
- Ronglan, L. T. (2008). *Lagspill, læring og ledelse : om lagspillenenes didaktikk*. Oslo: Akilles.
- Rooks, C. R., Thom, N. J., McCully, K. K., & Dishman, R. K. (2010). Effects of incremental exercise on cerebral oxygenation measured by near-infrared spectroscopy: A systematic review. *Progress in Neurobiology*, 92(2), 134-150. doi:10.1016/j.pneurobio.2010.06.002
- Scherr, J., Wolfarth, B., Christle, J. W., Pressler, A., Wagenpfeil, S., & Halle, M. (2013). Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European journal of applied physiology*, 113(1), 147-155.
- Schmidt, R., & Lee, T. (2014). *Motor Learning and Performance 5 utg*: Human Kinetics.
- Schmit, C., & Brisswalter, J. (2018). Executive functioning during prolonged exercise: a fatigue-based neurocognitive perspective. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1-19. doi:10.1080/1750984X.2018.1483527
- Schnohr, C., Højbjerg, L., Riegels, M., Ledet, L., Larsen, T., Schultz-Larsen, K., . . . Grønbaek, M. (2004). Does educational level influence the effects of smoking, alcohol, physical activity, and obesity on mortality? A prospective population study. *Scandinavian Journal of Public Health*, 32(4), 250-256. doi:10.1177/140349480403200403
- Shooter, W., & Furman, N. (2011). Contextualizing Recent Judgment and Decision-Making Concepts for Outdoor Leadership Research. *Journal of Outdoor Recreation, Education, and Leadership*, 3. doi:10.7768/1948-5123.1092
- Sibley, B. A., & Etnier, J. L. (2003). The Relationship between Physical Activity and Cognition in Children: A Meta-Analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15(3), 243-256. doi:10.1123/pes.15.3.243
- Stanovich, K. (2009). *Distinguishing the reflective, algorithmic, and autonomous minds: Is it time for a tri-process theory?*
- Storer, T. W., Davis, J. A., & Caiozzo, V. J. (1990). Accurate prediction of VO<sub>2</sub>max in cycle ergometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(5), 704-712.
- Teigen, K. H. (2019). Heuristikk. Retrieved from <https://snl.no/heuristikk>
- Tetlock, P. (2005). *Expert political judgment : how good is it? How can we know?* Princeton, N.J: Princeton University Press.
- Tomprowski, P. D. (2003). Cognitive and Behavioral Responses to Acute Exercise in Youths: A Review. *Pediatric Exercise Science*, 15(4), 348-359. doi:10.1123/pes.15.4.348
- Tomprowski, P. D., & Ellis, N. R. (1986). Effects of Exercise on Cognitive Processes: A Review. *Psychological Bulletin*, 99(3), 338-346. doi:10.1037/0033-2909.99.3.338

- Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2013). Assessing miserly information processing: An expansion of the Cognitive Reflection Test. *Thinking & Reasoning*, 20(2), 1-22. doi:10.1080/13546783.2013.844729
- Tremper, B. (2008). *Staying alive in avalanche terrain* (2nd ed. ed.). Seattle, Wash: Mountaineers Books.
- Van Tilburg, C. (2010). Non–Avalanche-Related Snow Immersion Deaths: Tree Well and Deep Snow Immersion Asphyxiation. *Wilderness & Environmental Medicine*, 21(3), 257-261. doi:10.1016/j.wem.2010.04.004
- Vanpouille, M., Vignac, E., & Soulé, B. (2017). Accidentology of mountain sports: An insight provided by the systemic modelling of accident and near-miss sequences. *Safety Science*, 99, 36-44. doi:10.1016/j.ssci.2016.11.020
- Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18(5), 459-482. doi:10.1002/cne.920180503



