

Forskningsrapport nr. 152 / 2012  
Research report no. 152 / 2012

**Prestasjoner i lange løp  
– hvordan noen bakgrunnsfaktorer, trening  
og langrennserfaring påvirket sluttiden til  
deltakerne i Birkebeinerrennet i 2011**

**Av Christer Thrane**



**Høgskolen  
i Lillehammer**

Lillehammer University College • [hil.no](http://hil.no)

**Kr. 50,-**

**ISSN 0806-8348**  
**ISBN 82-7184-347-8**

Alle synspunkter står for forfatterne sin regning. De må ikke tolkes som uttrykk for oppfatninger som kan tillegges Høgskolen I Lillehammer. Denne artikkel kan ikke reproduseres - helt eller delvis - ved trykking, fotokopiering eller på annen måte uten tillatelse fra forfatteren.

Any views expressed in this article are those of the authors. They should not be interpreted as reflecting the views of Lillehammer University College. This article may not be reprinted in part or in full without the permission of the author.

## **Tittel**

Prestasjoner i lange løp – hvordan noen bakgrunnsfaktorer, trening og langrenns erfaring påvirker sluttiden til deltakerne i Birkebeinerrennet i 2011

## **Sammendrag**

### **Studiens hensikt**

Formålet med denne studien er å undersøke hvordan kjønn, alder, kroppsmasseindeks (BMI), et sett av treningsvariabler og ulike aspekter ved langrenns erfaring påvirker sluttiden til deltakerne i Birkebeinerrennet på ski i 2011.

### **Data og metode**

Dataene baserer seg på et online spørreskjema besvart av ca. 2 000 av deltakerne i Birkebeinerrennet i 2011. Multivariat regresjonsanalyse benyttes som estimeringsmetode.

### **Viktigste funn**

*Under ellers like forhold:* Mennene har i gjennomsnitt 44 minutter (eller 16 %) raskere sluttid enn kvinnene. Eldre deltakere har jevnt over svakere sluttider enn yngre, men effekten er ikke spesielt sterk. Alderseffekten er imidlertid tiltakende, i betydningen at differansene i sluttid mellom femtiåringer og sekstiåringer er større enn den tilsvarende differansen mellom trettiåringer og førtiåringer (jf. figur 2.1; s. 20). Deltakere med høy BMI har generelt sett svakere sluttider enn deltakere med lav, men effekten er svak for lavere verdier av BMI og tiltakende med økende nivå på BMI. Kun for deltakere med BMI over gjennomsnittet er det slik at høyere BMI ser ut til å føre med seg klart svakere sluttider (jf. figur 2.2; s. 21). Trening på ski og intervalltrening ser ut til å medføre raskere sluttider. Begge effektene er imidlertid avtakende, i betydningen at tidsforbedringene er mer markerte for lavere volum på treningen (jf. figur 2.3/2.4; s. 22/23). Trening på rullski og løping har også prestasjonsfremmende effekter. De av deltakerne som gikk jevnlig på ski som barn, har 12 minutter raskere sluttider enn de som ikke gjorde dette. Desto mer erfaring en deltaker har i Birkebeinerrennet, jo raskere sluttid. Men denne effekten er ikke en årvisst jevn forbedring, snarere er det heller snakk om sprangvise forbedringer med økende erfaring. De som også deltar i andre turrenn har raskere sluttider enn de som kun deltar i Birkebeinerrennet. Funnene er generelt i tråd med forventningene basert på forskningen på utholdenhetsidrett generelt og på langrenn spesielt

### **Implikasjoner**

Basert på studiens funn avsluttes rapporten med noen praktiske implikasjoner i forhold til hvordan man kan forbedre seg i Birkebeinerrennet eller i andre tilsvarende skirenn (s. 29).

### **Emneord**

Birkebeinerrennet 2011, determinanter, prestasjoner, sluttid



## Forord

På et møte med arrangøren av Birkebeinerarrangementene – Birkebeinerrennet AS – i begynnelsen av april 2011, la undertegnede fram en prosjektidé som omhandlet det som senere er blitt til denne rapporten. Mange har bidratt til at ideen har blitt til noe konkret: Birkebeinerrennet AS takkes for å ha sagt ja til prosjektet og for å ha tatt seg av det praktiske rundt gjennomføringen av datainnsamlingen. Spesielt skal Ada Braaten ha en stor takk for konstruksjonen av det elektroniske spørreskjemaet og for den innledende databearbeidingen. Rolf Rønning takkes for å ha fått i stand det forannevnte møtet, for kommentarer til spørreskjemaet og for andre innspill i prosessen underveis. Til slutt takkes Bent Rønnestad, Martin Rønningen, Gudbrand Lien, Eirik Holm og Rolf Rønning for kommentarer på et tidligere utkast av denne rapporten. Alle mangler, unøyaktigheter og eventuelle feil står selvsagt kun for forfatterens regning.

Birkebeinerrennet AS har *ikke* vært involvert i den faglige delen av dette prosjektet på noen måte, utover å foreta den praktiske gjennomføringen av selve datainnsamlingen.

Christer Thrane  
Februar 2012

Sammendrag	1
Forord	3
1. Innledning	5
1.1 Studiens bakgrunn og hensikt	5
1.2 Determinanter på prestasjoner i utholdenhetsidrett	6
1.3 Determinanter på prestasjoner i langdistanselangrenn – forventninger om sammenhenger	11
1.4 Birkebeinerrennet i 2011	14
2. Data og metode	16
2.1 Utvalg og spørreskjema	16
2.2 Variabler	16
2.3 Statistisk analyse – regresjonsanalyse	17
2.4 Resultater	18
3. Sammenfatning og implikasjoner	26
3.1 Studiens utgangspunkt	26
3.2 Viktigste funn og konklusjoner	26
3.3 Studiens implikasjoner: Hvordan prestere bedre på Birken?	28
Referanser	30

# 1. Innledning

## 1.1 Studiens bakgrunn og hensikt

Såkalt mosjonistidrett, og i særdeleshet deltakelse i ulike utholdenhetsprøver på sykkel, ski og ben, har fått mye oppmerksomhet i mediene de senere årene. En viktig grunn til dette er selvsagt at populariteten til slike konkurranser har tiltatt, i betydningen at antall deltakere jevnt og trutt har steget. Samtidig bidrar trolig det til tider massive fokuset fra mediene til at denne trenden opprettholdes og forsterkes. De ulike Birkebeinerarrangementene – rittet (95 km på sykkel), rennet (54 km ski) og løpet (21 km på beina) – har i høyeste grad opplevd sin andel av dette, med årlige deltakelsesrekorder og stor nasjonal og internasjonal mediedekning. Den samme trenden gjelder arrangementer som Oslo Maraton, Styrkeprøven Trondheim – Oslo og Marcialonga. Likevel er det ikke denne ”gladsaken” sett fra et samfunnsmedisinsk ståsted – dvs. at flere og flere nordmenn legger ned mye tid på å trene seg opp til de ulike konkurransene – som har preget det hjemlige fokuset fra mediene. Snarere har oppmerksomheten dreid seg om hvem det er som deltar i slike konkurranser, og om de eventuelle endringene i så måte. Et sentralt moment her har vært: Er deltakelsen i lange ritt/renn/løp i ferd med å miste appellen hos folk flest for isteden å bli til et utstillingsvindu for de ”rike og vellykkede”? Dette spørsmålet skal ikke besvares i denne rapporten, utover å antyde at denne bekymringen trolig er overdrevet (jf. Rønning 2011). Denne studien handler også om deltakerne i en utholdenhetsprøve, men ikke om ”hvem” de er. I stedet rettes et mer inngående fokus på hva som skjedde i selve Birkebeinerrennet (dvs. skirennen) i 2011.

Hensikten med denne rapporten er litt forenklet å se nærmere på hvordan noen forhold henger sammen med farten til deltakerne i Birkebeinerrennet. Mer presist spør vi: Hvordan påvirker tre sett av faktorer (eller variabler) sluttiden til de som fullførte Birkebeinerrennet i mars i 2011? Dataene som benyttes for å undersøke dette, er en spørreundersøkelse besvart av om lag 2000 av deltakerne i rennet, gjennomført i mai 2011. De tre settene av faktorer det fokuseres på, er:

- \* Bakgrunnsforhold (kjønn, alder og kroppsmasse)
- \* Treningsmengde
- \* Langrenns erfaring

Som det vil fremgå i kapittel 1.2 og 1.3, er det grunn til å tro at ulikehetene i disse tre settene av faktorer er viktige årsaker til variasjonene i prestasjonene i et langdistanseskirenn. Hvorfor ønsker vi så å undersøke dette? Tre litt ulike svar på dette, er: (1) Mens den sportsmedisinske forskningen er proppfull av studier som tar for seg determinanter på prestasjoner i forhold til langdistanseidrett (først og fremst maratonløping og liknende løpsøvelser samt sykling), finnes det lite tilsvarende forskning for lange løp på ski. (2) Den forskningen som finnes på langrenn som sådan, har i all hovedsak blitt utført på små grupper av som regel godt trente utøvere som på en eller annen måte har gjennomgått en form for ”testing” i et forsøk. Som følge av dette finnes det lite forskningsbasert kunnskap om hva som fremmer prestasjoner for folk flest i faktiske langdistanseskirenn. (3) De som er interesserte i eller driver med langrenn og/eller utholdenhetsidrett generelt vil dermed i denne studien kunne få nyttig informasjon og noen tips i forhold til hva som fører til at man presterer godt på et langt skirenn i klassisk stil.

## 1.2 Determinanter på prestasjoner i utholdenhetsidrett

Som nevnt er den sportsmedisinske forskningen om hva som påvirker prestasjonene i utholdenhetsidrett (først og fremst maratonløping og liknende) svært omfangsrik. Og dette er ikke anledningen for et dypdykk i denne litteraturen. Snarere vil det følgende kun være ment som en liten introduksjon til temaet og til kapittel 1.3. De som ønsker dypere og/eller mer ekstensiv informasjon henvises til referansene underveis. Løping er valgt som case i starten av to grunner. For det første er det som nevnt slik at det meste av forskningen viser til denne idretten. For det andre er løping en mindre ”kompleks” idrett enn andre utholdenhetsidretter, som triatlon (svømming, sykling og løping), roing og langrenn. Når det er sagt, vil alt som presenteres i kapittel 1.2 ha høy relevans for utholdenhetsidretter generelt og for langrenn spesielt. I kapittel 1.3 tar vi med oss innsiktene fra kapittel 1.2 over på langdistanselangrenn.

I en såkalt review-artikkel (dvs. en oppsummering og kommentar av litteraturen på et felt), lister Midgley, McNaughton og Jones (2007) opp tre determinanter som er bortimot helt avgjørende for godt man presterer innen *langdistanseløping*. Disse er:

- (1) Maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ )
- (2) Laktatterskelen (syreterskelen/den anaerobe terskel)
- (3) Løpsøkonomi (generelt: arbeidsøkonomi)

At maksimalt oksygenopptak – forstått som kroppens evne til å transportere og nyttiggjøre seg oksygen under tiltakende fysisk belastning – er helt sentralt i forhold til prestasjonen i alle typer utholdenhetsidretter, trenger neppe særlig utdyping. Sammenhengen er enkel: Desto høyere maksimalt oksygenopptak, jo høyere er kroppens maksimale aerobe energiomsetning. Det vil si, jo høyere maksimalt oksygenopptak/aerobe energiomsetning, desto potensielt bedre prestasjon eller kortere tid på en utholdenhetsprøve. I praksis uttrykkes det maksimale oksygenopptaket som  $VO_{2maks}$ , som igjen viser til resultatet på en såkalt  $VO_{2maks}$ -test. Som regel oppgis resultatet fra denne testen i milliliter oksygen per kg kroppsvekt per minutt.  $VO_{2maks}$  setter altså den øvre grensen for aerob energiomsetning. I konkurranser (løp, ritt, renn etc.) med over ti minutters varighet, så klarer man ikke å ”arbeide” med en intensitet på nivå med  $VO_{2maks}$ , og da gjør den andre determinanten seg også gjeldende, nemlig hvor mye av (eller hvor stor andel av)  $VO_{2maks}$  man klarer å utnytte i konkurransen. Dette uttrykkes gjerne gjennom Laktatterskelen.

Laktatterskelen er litt mer komplisert å forstå enn maksimalt oksygenopptak. Generelt kan vi si at Laktatterskelen er det intensitetsnivået på den fysiske belastningen der Laktat begynner å akkumuleres i blodstrømmen. Det vil si, når den fysiske belastningen når en viss intensitet så produseres Laktat i et større omfang enn det absorberes. Ofte benyttes lekmanstermer som ”syreterskel” eller den anaerobe terskel for å indikere når dette inntreffer.<sup>1</sup> I slike termer snakker vi da om intensitetsnivået på belastningen som gjør at melkesyre akkumuleres og musklene ”stivner” og det blir svært tungt å puste. Desto høyere intensitet man tåler på den fysiske belastningen før melkesyren ”setter inn”, jo mere klarer man å utnytte av sitt  $VO_{2maks}$  og desto bedre presterer man i langdistanseløping spesielt og i utholdenhetsidretter generelt.

Den tredje determinanten – løpsøkonomien (eller generelt: arbeidsøkonomien) – handler om hvor effektivt man makter å utnytte det oksygenet man klarer å ta opp under en konkurranse.

---

<sup>1</sup> Det er grunn til å understreke at det er mye upresis og uklar begrepsbruk rundt begrepet Laktatterskel i den internasjonale forskningen (jf. Faude, Kindermann og Meyer 2009).



Løpsøkonomi dreier seg altså om hvor mye oksygen man trenger for å kunne holde en gitt, submaksimal hastighet, eller ”*the energy demand for a given velocity of submaximal running*” (Saunders et al. 2004: 465). Med andre ord, folk med god løpsøkonomi bruker mindre oksygen enn de med dårligere løpsøkonomi når de holder samme fart. Følgelig er personer med god løpsøkonomi bedre i stand til å holde større fart enn de med dårligere løpsøkonomi – noe som i sin tur gir bedre prestasjoner i et langdistanseløp eller liknende under ellers like forhold.

At de tre klassiske determinantene maksimalt oksygenopptak, Laktatterskel og løpsøkonomi er direkte avgjørende for utholdenhetsprestasjoner (målt i tid), er ukontroversielt og etter hvert nokså selvsagt.<sup>2</sup> Underforstått: Nivåene på oksygenopptak, Laktatterskel og løpsøkonomi er noe som varierer blant folk flest – også blant de som deltar på en utholdenhetsprøve. Og det er denne variasjonen som i neste omgang skaper variasjonene i sluttidene i en slik konkurranse.

Hvis vi ser på innsiktene over ut i fra et perspektiv om å kunne forbedre seg i forhold til ulike utholdenhetsprøver, blir de i en viss forstand nokså trivielle. Litt flåsete sagt, en blir ikke mye klokere av rådet, ”Hvis du vil prestere godt i en maraton, sørg for å ha høyt oksygenopptak, høy Laktatterskel og god løpsøkonomi”. Det vil si, for å finne ut om hva som er prestasjonsfremmende i praksis må en komme bak disse innsiktene. Man må med andre ord få kunnskap om hva som genererer høyere oksygenopptak, høyere Laktatterskel og forbedret løpsøkonomi. Trening er kanskje ikke så overraskende et viktig stikkord her. *Utholdenhetstrening* er noe som definitivt høyner oksygenopptaket. Dette er å betrakte som uomtvistelig. Når det kommer til spørsmålet om hvilken type utholdenhetstrening som er mest effektiv for å høyne oksygenopptaket, så spriker imidlertid litteraturen noe.

### Trening og oksygenopptak

Historisk sett har anbefalingen for å høyne oksygenopptaket målt ved  $VO_{2maks}$  vært lange økter med lav til moderat intensitet – det som på norsk gjerne omtales som ”langkjøring”. Senere har det blitt hevdet at denne type trening er ineffektiv for de som allerede er godt trent, og at høyere intensitet på treningen må til for at disse skal øke sin  $VO_{2maks}$ . Den hjemlige debatten om (høyintensiv) intervalltrening versus (lavintensiv) langkjøring er slik sett et uttrykk for den manglende konsensusen i den internasjonale faglitteraturen. I denne sammenhengen skrev Midgley, McNaughton og Jones (2007: 866) følgende:

*”In summary, some authors have suggested that training at or near  $VO_{2maks}$  is optimal for enhancing the  $VO_{2maks}$  of athletes, and that increasing the volume of submaximal training is ineffective. However, submaximal, maximal and supramaximal training intensities have all been shown to enhance the  $VO_{2maks}$  of distance runners. Since only two studies have compared different training intensities, the relative efficacy of a particular training intensity is unknown.”*

Parolen om at all trening hjelper, og at høyintensiv trening som sådan ikke er mer effektivt enn annen trening, så altså ut til å gjelde frem til 2007 – i følge faglitteraturen. Turner (2011) har senere vist til flere studier som peker på at intervalltrening er mer effektivt i forhold til å øke  $VO_{2maks}$  enn tradisjonell trening med moderat eller lav intensitet. Men når det er sagt, er

---

<sup>2</sup> De kompliserende interaksjonseffektene vil ikke bli forfulgt her: ” $VO_{2max}$  and lactate threshold interact to determine the ”performance  $VO_2$ ” which is the oxygen consumption that can be sustained for a given period of time. Efficiency (dvs. løpsøkonomi; min anm.) interacts with the ”performance  $VO_2$ ” to establish the speed or power that can be generated at this oxygen consumption.” (Joyner og Cole 2008: 35).

det også enkelt å finne eksempler på studier som har sammenlignet de to treningsregimene for godt trente personer, og som ikke har funnet noen forskjell i effektivitet (Tuimil et al. 2011). Seilers (2010) nylige review-artikkel har i denne sammenhengen flere viktige poeng. Blant svært godt trente langdistanseutøvere som nødvendigvis trener svært mye (dvs. fra 10 til 13 økter per uke), så fordeler treningen seg typisk med 80 % på lav intensitet ("langkjøring") og 20 % på høy intensitet (dvs. intervall). Og han finner ingen vitenskapelig basert grunn til å *endre på* denne fordelingen ved en målsetting om å oppnå forbedrede prestasjoner (Seiler 2010: 276):

*"Training intensification studies performed on already well-trained athletes do not provide any convincing evidence that a greater emphasis on high-intensity training in this highly trained athlete population gives long-term performance gains."*

Her bør det understrekes at vi taler om en gruppe svært godt trente personer. Hva som er tilfellet for utrente og moderat trente personer, er mer usikkert. Om disse bør ligge på den samme fordelingen som trente personer mellom høyintensiv og lavintensiv trening eller ikke for å få best mulig fremgang i prestasjoner, er noe den fremtidige forskningen kanskje vil lære oss mer om.

### **Trening og Laktatterskel**

Laktatterskelen – eller om en vil: syreterskelen – påvirker prestasjonen i langdistanseidrett. Eller mer presist: Godt trente individer kan løpe på et høyere belastningsnivå (relativt til sitt  $VO_{2maks}$ ) enn dårligere trente individer før melkesyren "setter inn". Og høyere intensitet kombinert med aerob heller en anaerob ressursutnyttelse gir raskere tider.

Trening med moderat intensitet har gjerne blitt foreskrevet som den beste strategien for å høyne Laktatterskelen. Men skal vi igjen tro Midgley, McNaughton og Jones (2007), fantes det imidlertid før 2007 ikke noe forskningsbasert hold for å si at en bestemt type trening medførte en høyere Laktatterskel som sådan. Videre kan det hevdes at spørsmålet om trening har en direkte effekt på Laktatterskelen er litt irrelevant – spesielt for grupper som fortsatt har stort potensial for å forbedre sitt oksygenopptak. For skal vi tro en mye sitert norsk studie på feltet (Helgerud et al. 2007), er det gjerne slik at nivået på Laktat- eller syreterskelen følger nivået på  $VO_{2maks}$ . Det vil si, hvis man øker sitt oksygenopptak som resultat av trening så høynes også nivået på Laktatterskelen (se også Mattsson 2010: 11). Størens (2009: 45) rapportering om korrelasjoner mellom  $VO_{2maks}$  og Laktatterskel i størrelsesordenen 0,75 – 0,85 støtter også opp om dette. Med andre ord, for folk som har mye å gå på i forhold til å forbedre sin  $VO_{2maks}$ , kan det være slik at trening påvirker Laktatterskelen indirekte via dens effekt på det maksimale oksygenopptaket. Når det er sagt, rapporterte både Dalleck et al. (2010) og Enoksen, Shalfawi og Tønnessen (2011) om treningsoppegg for godt trente personer (med vekt på intervaller) som førte til høyere Laktatterskel *uten* at også  $VO_{2maks}$  økte.

### **Trening og løpsøkonomi**

Den litt paradoksale utfordringen (for ikke å si "kunsten") i forhold til løpsøkonomi, er å løpe så raskt som mulig samtidig som man bruker så lite energi som mulig. Vi snakker altså om det å løpe "billig":

*“Running economy is all about running easy. If you run at the same speed with less effort you are a more economical runner”<sup>3</sup>*

Både Saunders et al. (2004) og Foster og Lucia (2007) hevder at litteraturen om løpsøkonomi er mye mindre omfangsrik enn litteraturen om henholdsvis  $VO_{2maks}$  og Laktatterskel. Derfor ble muligens løpeerfaring – forstått som den kumulative effekten av å repetere bevegelsesmønsteret over lang tid – lenge ansett som den beste måte å bedre sin løpsøkonomi på. Paroler som den følgende ble da relevante:

*“The best way to improve running economy – just run!”<sup>4</sup>*

Men i følge Midgley, McNaughton og Jones (2007) finnes det ikke empirisk belegg for å hevde at dette faktisk hjelper. Noe som derimot ser ut til å hjelpe, er styrketrening – både eksplosiv styrketrening (såkalt *plyometric training*) og tung styrketrening. Flere studier har de senere årene vist at styrketrening som *supplement* til tradisjonell trening har forbedret løpsøkonomien – som i sin tur har forbedret prestasjonene i utholdenhetsidrett (Aagaard og Andersen 2010; Guglielmo, Greco og Denadai 2009; Rønnestad et al. 2011; Støren et al. 2008).

Et annet viktig poeng i forhold til løpsøkonomi, er følgende: Jo mer homogene (dvs. like) personer er i forhold til  $VO_{2maks}$  (og eventuelt i forhold til Laktatterskel), desto viktigere blir løpsøkonomi som forklaring på forskjeller i utholdenhetsprestasjoner (Foster og Lucia 2007; Støren 2009; Saunders et al. 2004). Slik sett har det blitt spekulert i om suksessen til spesielt de østafrikanske langdistanseløperne – som ikke har høyere  $VO_{2maks}$  enn sine konkurrenter – er å finne i deres bedre løpsøkonomi, som igjen har å gjøre med lav vekst, liten kroppsmasse, lite kroppsfett og tynne ben (jf. Foster og Lucia 2007; Larsen 2003).

### **$VO_{2maks}$ , Laktatterskel og løpsøkonomi – sett i forhold til kjønn og alder og kroppsmasse**

Ikke bare trening er bestemmende for nivået på  $VO_{2maks}$ , Laktatterskelen og løpsøkonomien – og i neste omgang for prestasjonene (målt i tid) i utholdenhetsidretter. For eksempel er trolig den viktigste grunnen til at menn er raskere enn kvinner på en maraton å finne i at menn fra naturens side har høyere kapasitet hva gjelder oksygenopptak målt ved  $VO_{2maks}$  enn kvinner (Coast, Blevins og Wilson 2004; Pate og O’Neill 2007). Noe av det samme ser ut til å gjelde for alder. Det vil si, det maksimale oksygenopptaket minker med økende alder (dvs. en negativ sammenheng) under ellers like forhold – noe som delvis forklarer at yngre mennesker generelt sett bruker kortere tid enn eldre på en maraton eller liknende (Joyner 1993; Leyk et al. 2007, 2009; Trappe 2007). Når dette er sagt, er det mye som tyder på at effekten av alder ikke er lineær (dvs. rettlinjet). Med andre ord, for løpere i alderen 20 til 50 så virker effekten av alder å være nokså liten; etter dette er det en tiltakende positiv sammenheng mellom alder og sluttiden i et maratonløp (dvs. økende alder → høyere sluttid) (Leyk et al. 2009).

Flere studier de senere årene har også sett nærmere på sammenhengen mellom kroppsmasse målt ved såkalt kroppsmasseindeks (Body Mass Index; BMI)<sup>5</sup> og (skalert)  $VO_{2maks}$ . Disse rapporterer uten unntak om en klar og negativ sammenheng eller korrelasjon, i betydningen at personer med høy kroppsmasse jevnt over har lavere  $VO_{2maks}$  enn de med liten kroppsmasse

<sup>3</sup> Jf. <http://www.runningplanet.com/training/improve-running-economy.html>, lastet ned 16.01.12.

<sup>4</sup> Jf. <http://www.sportsscientists.com/2007/12/running-economy-part-iii.html>, lastet ned 16.01.12.

<sup>5</sup> En persons BMI er gitt ved formelen:  $BMI = \text{vekt i kg} / (\text{høyde i meter} \times \text{høyde i meter})$ . En BMI på over 25 blir gjerne regnet som overvekt, men personer med stor muskelmasse og/eller grov benbygning kan godt ha verdier over 25 uten å være overvektige. BMI skiller altså ikke mellom muskler og annen kroppsmasse.

(Cao et al. 2009; Nes et al. 2011; Wier et al. 2006). I disse studiene, som også ser på hvordan trening, alder og kjønn påvirker  $VO_{2maks}$ , betraktes BMI som en årsak til  $VO_{2maks}$ . Dette er uproblematisk for trening, kjønn og alder sin del, men mer problematisk for BMI. Grunnen til dette er at BMI eller kroppsmasse like gjerne kan være en konsekvens av  $VO_{2maks}$  som det kan være en årsak til det. For eksempel vil økt utholdenhetstrening både gi høyere  $VO_{2maks}$  og lavere kroppsmasse under ellers like forhold.

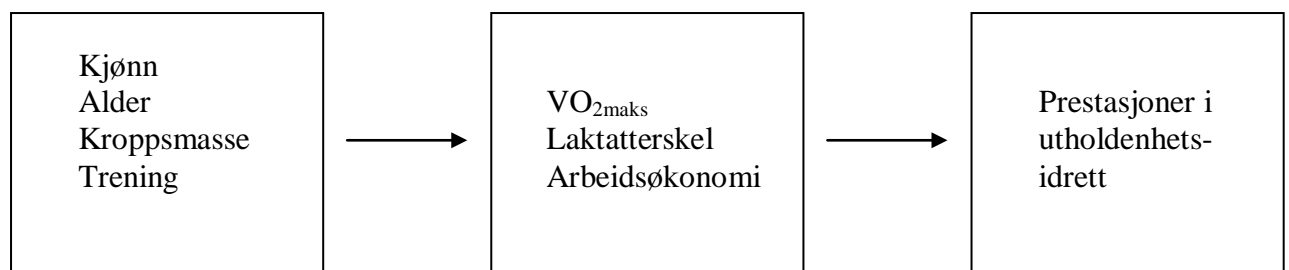
Litteraturen vitner altså om klare og robuste koplinger mellom  $VO_{2maks}$  og kjønn, alder og kroppsmasse. Ser vi på de tilsvarende sammenhengene mellom Laktatterskel/løpsøkonomi og kjønn, alder og kroppsmasse, finnes det ingen tilsvarende entydighet og robusthet. Tvert i mot finnes det en rekke studier som viser at Laktatterskel og/eller løpsøkonomi er høyest/best blant både eldre og yngre kvinner og blant eldre og yngre menn – eller at det ikke er noe særlig kjønns- og aldersmessig variasjon å snakke om i det hele tatt. Den viktigste årsaken til denne uklarheten er trolig kort og godt at dette ikke har blitt studert på en systematisk måte til nå. I denne sammenhengen skriver Quinn et al. (2011: 2972) helt nylig: *”To date, there is no systematic study pertaining to the effect aging has on RE (dvs. løpsøkonomi; min anm.)”*. Det samme kan trolig sies i forhold til kjønn og kroppsmasse.

### Sammenfatning og oversiktsmodell

Maksimalt oksygenopptak ( $VO_{2maks}$ ) viser klare og robuste sammenhenger med kjønn, alder, kroppsmasse og trening i forskningen på utholdenhetsidrett generelt og på distanseløping spesielt. Laktatterskel (eller syreterskel) har også blitt koblet til trening i denne litteraturen, men resultatene her er ikke på noen måte så entydige og robuste som de er for  $VO_{2maks}$ . Hva gjelder løpsøkonomi (eller mer generelt: arbeidsøkonomi) er situasjonen mye av den samme som for Laktatterskelen. Den viktigste forskjellen her, ser ut til å være at det per i dag finnes en nokså overbevisende dokumentasjon for at styrketrening i ulike former kan bedre arbeidsøkonomien. Laktatterskelen og arbeidsøkonomien ser ut til å variere lite systematisk med størrelser som kjønn, alder og kroppsmasse.

I en oppsummerende modell kan vi se for oss følgende: Kjønn, alder, kroppsmasse og trening påvirker de tre determinantene  $VO_{2maks}$ , Laktatterskel og arbeidsøkonomi – *først og fremst  $VO_{2maks}$ , dels arbeidsøkonomi* – som i sin tur påvirker prestasjonene i utholdenhetsidrett (jf. Figur 1.1). Denne forenklete modellen er rammen rundt formålet i denne studien, som altså er å se nærmere på hvordan kjønn, alder, kroppsmasse, trening og langrenns erfaring påvirker sluttiden til deltakerne i Birkebeinerrennet på ski i 2011.

Figur 1.1 En forenklet oversiktsmodell for prestasjoner i utholdenhetsidrett.



### 1.3 Determinanter på prestasjoner i langdistanselangrenn – forventninger om sammenhenger

Mange av innsiktene trukket fram i litteraturgjennomgangen foran, for ikke å si alle, vil ha svært høy relevans også for hva som bestemmer prestasjonene i langdistanselangrenn (Ingjer 1991; Larsson et al. 2002). Man presterer ikke særlig godt i skikonkurranser over lengre distanser uten høyt maksimalt oksygenopptak (dvs.  $VO_{2maks}$ ), høy Laktatterskel (eller syreterskel) og en god skiøkonomi (eller arbeidsøkonomi). Og for å forbedre seg på disse determinantene er det for langrenn, som det er for andre utholdenhetsidretter sin del, helt nødvendig å drive med utholdenhetstrening (Bergh og Forsberg 2000).

Når dette er sagt, er langrenn en mer komplisert idrett enn løping – i betydningen at flere muskelgrupper er involvert, og at skiteknikk (blant annet som en konsekvens av at flere muskelgrupper er i aktivitet samtidig), spiller en mer framtrædende rolle enn løpeteknikk.<sup>6</sup> Begge disse forholdene gjør sitt til at arbeidsøkonomien eller skiøkonomien trolig blir ekstra viktig i forbindelse med langrenn. Nedenfor følger derfor litt mer om akkurat dette.

På grunn av at staking utgjør en sentral del av langrenn uansett stilart, så blir *muskelstyrke og -kraft i overkropp* en viktig tilleggsfaktor i forhold til å gjøre det bra i denne sporten. Flere studier har de senere årene – først og fremst i forhold til sprintlangrenn – vist at utholdende styrke og kraft i armer/overkropp er svært viktig i forhold til prestasjonene på både tester i langrenn og i reelle langrennskonkurranser (se Alsobrook og Heil 2009, Sandbakk et al. 2012 og Stöggl et al. 2010 for en oversikt over denne litteraturen). I denne sammenhengen har det også, ikke overraskende, blitt dokumentert at *styrketrening* av overkroppen er prestasjonsfremmende. Sammenhengen ligger i dagen: Styrketrening øker kraften som i neste omgang forbedrer langrennsprestasjonen (Hoff, Helgerud og Wisløff 1999; Hoff, Gran og Helgerud 2002; Losnegard et al. 2011; Staib et al. 2000). Sagt på en annen måte, disse studiene viser at styrketrening bedrer arbeidsøkonomien (eller skiøkonomien) som i neste omgang fremmer prestasjonene i langrenn.

I tillegg til styrke og kraft i overkropp vil som nevnt også skiteknikken – forstått som blant annet god timing i bevegelsesmønsteret, effektivt fraspark, jevn rytme samt god balanse og tyngdeoverføring – spille en viktig rolle for prestasjonen i langrenn (jf. Hoffmann og Clifford 1992). Desto bedre en skiløper er i forhold til disse parametrene, jo ”billigere” (dvs. mer effektivt med tanke på energibruk) og derfor raskere vil han eller hun gå. En god skiteknikk vil med andre ord svært ofte være ensbetydende med å ha en god arbeids- eller skiøkonomi. Samtidig er det ikke like åpenbart hva som kan fremme selve skiteknikken. Det virker rimelig å tro at teknikktrening vil hjelpe, det kan tenkes at styrketrening kan bedre skiteknikken som sådan og det er plausibelt at skiteknikk har mye med langrennserfaring å gjøre. Folk som av ulike grunner har investert mye tid i langrenn, og derigjennom opparbeidet seg mye erfaring, vil derfor jevnt over ha bedre skiteknikk enn de som har investert mindre tid. (Paroler som ”øvelse gir mester”, er neppe tatt helt ut av lufta!) Gitt at dette er riktig, og at vi holder andre ting konstante, vil dermed langrennserfaring være fremmende for prestasjonen på en indirekte måte, dvs. via forbedret skiteknikk. Et funn av Gaskill, Serfass og Rundell (1999) støtter også opp om dette. Disse fant nemlig, for en forholdsvis heterogen gruppe av idrettsutøvere, at langrennserfaring (målt i antall år) hang sammen med fart på langrennsski kalkulert på basis

---

<sup>6</sup> Løpeteknikk spiller selvsagt også en rolle for prestasjoner i en maraton, men er neppe så avgjørende som skiteknikk i et langdistanseskirenn. Slik sett kan det tenkes at man i langrenn i større grad ved hjelp av god teknikk kan ”kompensere” for manglende kapasitet på de tre determinantene enn man kan i et maratonløp.

av prestasjoner i renn. Det vil si, mer erfaring betød høyere fart. Så bør det understrekes at dette funnet også kan ha andre tolkninger enn den ovenfor skisserte.

Det finnes også noe forskning som kan kaste lys over hvordan kjønn, alder og kroppsmasse påvirker prestasjonene i langdistanseskirenn.<sup>7</sup> I utgangspunktet skulle en tro at det var enkelt å finne *relevante* sammenligninger av menn og kvinner i forhold til prestasjoner i all idrett. Det man da ikke tenker på er at menn og kvinner kun sjelden deltar i de *samme* konkurransene.<sup>8</sup> To unntak fra dette er nettopp maratonløp og lange skirenn. Bergh og Forsberg (2000) viser i til Vasaloppet, der det har blitt funnet at menn har 16 % større gjennomsnittsfart enn kvinner. Tilsvarende er det, igjen i følge Bergh og Forsberg (2000), blitt *estimert* for kortere renn der kvinner og menn ikke går mot hverandre, at kjønnsforskjellene ligger i området 13 – 15 %. Disse tallene er litt høyere enn den tilsvarende forskjellen for tiden på en maraton, som typisk ligger i intervallet 10 til 12 % (Cheuvront, Carter og DeRuisseau 2005; Leyk et al. 2007). Nylig sammenlignet Sandbakk et al. (2012) elitesprintere på ski av hvert kjønn, og konkluderte med at mennene hadde 17 % raskere maksimalfart enn kvinnene.

I forhold til alder er det få grunner til å tro at det forholder seg spesielt mye annerledes for et langdistanselangrenn enn det gjør for en maraton. Siden  $VO_{2maks}$  synker med økende alder vil yngre mennesker gå raskere på ski enn eldre mennesker – under ellers like forhold. Når det er sagt, er det (som for løping) ingen spesiell grunn til å tro at sammenhengen mellom alder og prestasjoner i langdistanselangrenn er lineær. Det vil si, alderseffekten vil trolig ha lite å si opp til en bestemt alder, for deretter å bli mer tiltakende. Hoffmann og Clifford (1992: 8) viser til forskning som vitner om at "*peak performances in cross-country skiing are at their height when skiers are in their 20s and 30s...*" og at "*...race performances appear to improve between the ages of 20 and 30, after which there is a gradual deterioration until 50 or 60, when a more rapid effect of ageing is observed*". Skiløpere under 50 år kan dermed neppe vise til naturen og biologien når de skal forklare eller forsvare en lite tilfresstillende prestasjon i et langdistanseskirenn.

Som nevnt er en liten kroppsmasse – målt ved en lav BMI (Body Mass Index) – blitt holdt frem som en viktig faktor for å forklare den østafrikanske dominansen i lange løp på bena. Mekanismen ligger nærmest i dagen: Jo mindre kropp (i betydningen jo færre kilo) man må transportere, desto mindre energikrevende er det å løpe, og dess større fart kan man holde – under ellers like forhold. Med andre ord, når vinnerne av maratonløp tenderer til å være små og spinkle løpere fra Øst-Afrika (eller ligner på disse utseendemessig), er dette neppe tilfeldig (Foster og Lucia 2007). Sammenhengen mellom kroppsmasse/BMI og prestasjon i langrenn er trolig ikke så enkel. To momenter er her viktige. For det første har flere studier pekt på at tynne og lette skiløpere vil ha en fordel i bratte motbakker, mens tyngre utøvere derimot vil ha en tilsvarende fordel i flatt terreng, nedover og i svake motbakker (Bergh 1987; Bergh og Forsberg 1992; Hoffmann og Clifford 1992). Dermed vil sammensetningen av løypeprofilene i løpet av en sesong spille en viktig rolle for hvordan effekten av BMI vil påvirke prestasjonen totalt sett (jf. Moxnes og Hausken 2008). For det andre har vi langrennsøvelsens behov for styrke og kraft i overkroppen, noe som ikke trengs i løping. Økt styrke og kraft fordrer mer muskler, som igjen betyr en *høyere* BMI isolert sett. Dette vil i så fall bety at en høyere BMI

---

<sup>7</sup> Ser her og ellers bort fra forhold som kan ha betydning for prestasjonen i *ett bestemt* løp, som vær og vind, snøkvalitet, løypeprofil, dagsform, feste og glid etc.

<sup>8</sup> Man kan selvsagt regne om kvinner og menns tider på de samme *distansene* (der de altså ikke løper/går på ski mot hverandre i samme løp/renn) til fart (som kilometer per time), men da kan andre forhold påvirke kjønnsdifferensene (vær, vind, temperatur, løypestrasé etc.)

kan være prestasjonsfremmende – noe som i så fall vil stå i direkte motsetning til hva som gjelder for løping (jf. Larsen 2003). Likevel tilsier enkel observasjon av de beste skiløperne i Vasaloppet, Marcialonga og Birkebeineren de senere årene at vi taler om utøvere som ikke har noe ”overflødig” på kroppen. Men de har etter all sannsynlighet mer muskler på overkroppen enn utøvere på tilsvarende nivå innen maratonløping (jf. Larsson og Henriksson-Larsén 2008).

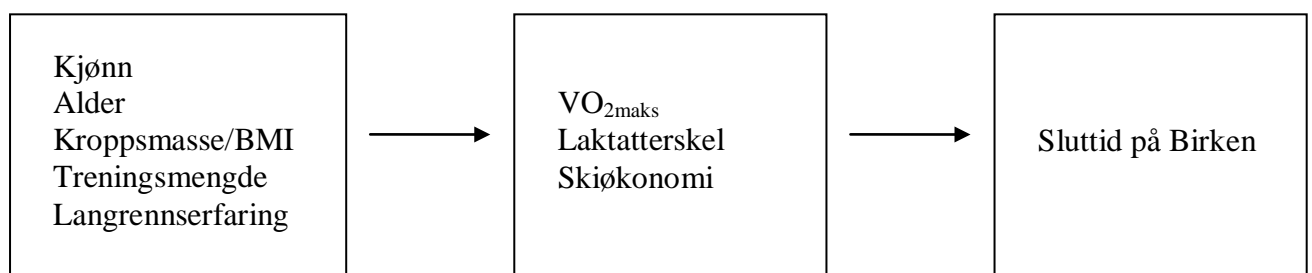
### Forventninger i denne studien

I den empiriske delen av denne studien ser vi på hvordan tre potensielt viktige sett av faktorer (eller variabler) påvirker sluttiden til deltakerne i Birkebeinerrennet i 2011. Og siden vi som nevnt baserer vår analyse på et skjema besvart av over 2 000 av deltakerne, så sier det seg selv at vi *ikke* har målt determinantene  $VO_{2maks}$ , Laktatterskel og arbeidsøkonomi – som alle måles ved testing i laboratorium. Isteden fokuserer vi på de tre tidligere nevnte settene av variabler (jf. kapittel 1.1), nemlig:

- \* Bakgrunnsforhold (kjønn, alder og kroppsmasse/BMI)
- \* Treningsmengde
- \* Langrenns erfaring

Med andre ord, vi ser for oss at variasjonen i disse tre settene av variabler skaper variasjonen i sluttidene på Birkebeinerrennet – heretter omtalt som Birken. Når det er sagt, vil det i praksis være slik at variasjonen i de tre settene av variabler skaper variasjonen i de tre determinantene som i  *neste omgang*  skaper variasjonen i sluttidene – jf. Figur 1.2. Men siden vi altså ikke har målt disse determinantene i denne studien, så vil disse være *uobserverte* mekanismer mellom de variablene vi har målt og sluttidene. Sagt på en annen måte: Er det en negativ sammenheng mellom for eksempel en treningsvariabel og sluttiden på Birken (dvs. at mer trening medfører raskere tid), så skyldes denne trolig at en eller flere av determinantene har forbedret seg som resultat av treningen, og ikke selve treningsvariabelen i seg selv.

Figur 1.2 En forenklet modell for drivere av prestasjonen (dvs. sluttiden) på Birken.



Nedenfor følger en mer detaljert gjennomgang av våre mer spesifikke forventninger i denne sammenheng – i lys av forskningen presentert til nå.

### Kjønn, alder, kroppsmasse/BMI – og sluttiden på Birken

Våre forventninger, for ikke å si mer bestemte hypoteser, er nokså klare hva gjelder kjønn og alder sin del. Vi forventer enkelt sagt at menn går raskere enn kvinner; dvs. at menn bruker kortere tid enn kvinner på å gjennomføre Birken (Bergh og Forsberg 2000). Tilsvarende forventer vi *generelt sett* en positiv sammenheng mellom alder på deltakerne og tidsbruk på Birken – dvs. at desto eldre man er, jo lengre tid bruker man på å gjennomføre. Hva gjelder

størrelsen på kjønnsforskjellen, virker det rimelig ut i fra litteraturen å forvente at den ligger et sted i intervallet 13 til 17 %. Med hensyn til alderseffekten har vi ingen tilsvarende spesifikk hypotese, men på bakgrunn av den tidligere forskningen er vi åpne for at alder ikke har en lineær (dvs. rettlinjete) effekt på sluttiden (Hoffmann og Clifford 1992). Med andre ord, vi kan tenke oss at den positive effekten av alder (dvs. økende alder → høyere sluttid) er *tiltakende* med økende alder. Noe av den samme forventningen som vi har til alder, har vi til effekten av kroppsmasse/BMI (Bergh 1987; Bergh og Forsberg 1992; Hoffmann og Clifford 1992). Generelt sett vil trolig en høyere BMI medføre en svakere sluttid på Birken, men denne sammenhengen trenger heller ikke å være helt lineær.

### **Treningsmengde – og sluttiden på Birken**

I våre data, som vil bli nærmere presentert i kapittel 2, har vi variabler som kartlegger både tidsbruk og frekvens for flere typer av trening. Ut fra litteraturen forventer vi på generell basis at mer trening gir bedre resultater, dvs. en raskere sluttid på Birken (Bergh og Forsberg 2000). Men vi er også her åpne for å stå overfor ikke helt lineære eller rettlinjete effekter. I denne sammenhengen blir deltakernes normale nivå på treningsmengde relevant. Slik sett virker det plausibelt at en bestemt økning i treningsmengde – la oss si på én time – fra et "lavt nivå" (dvs. to timer per uke) vil gi en sterkere forbedring av sluttiden på Birken enn en tilsvarende økning fra et "høyt nivå" (dvs. seks timer per uke). Med andre ord, det kan være at disse effektene er *avtakende* for høyere volum av tidsbruk/frekvens på trening.

### **Langrenns erfaring – og sluttiden på Birken**

Det er grunn til å forvente at langrenns erfaring generelt – og langrennskonkurranser erfaring spesielt – påvirker sluttiden på Birken (Gaskill, Serfass og Rundell 1999). Trolig er det slik at mer erfaring gir bedre tider, selv om det i prinsippet kan tenkes – på samme måte som for trening – at effektene avtar for høyere nivåer av langrenns- og langrennskonkurranser erfaring. Videre kan også andre ikke-lineære sammenhenger tenkes her.

## **1.4 Birkebeinerrennet i 2011**

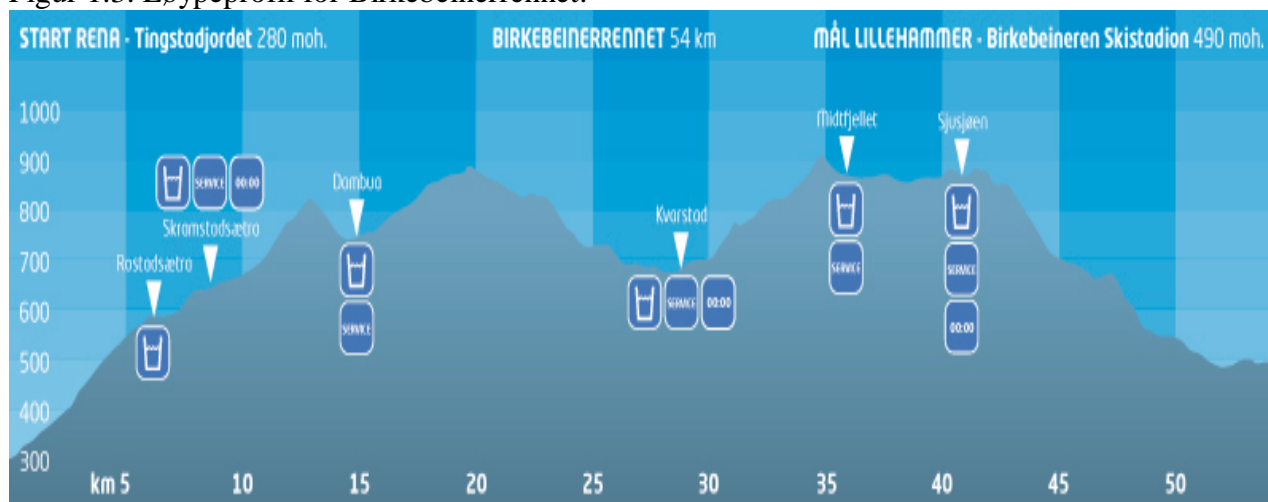
Birkebeinerrennet er en årlig langrennskonkurranse arrangert i såkalt klassisk stil som starter på Rena i Hedmark og avsluttes på Lillehammer i Oppland. Fra start til mål er det 54 kilometer. Rennet har blitt arrangert siden 1932, og den nåværende løypeprofilen for rennet går frem av Figur 1.3. Mer informasjon om rennet og dets historie finnes på nettsidene til arrangøren.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Jf. <http://www.birkebeiner.no/Historien/> og <http://www.birkebeiner.no/Historien/Birkebeinerrennet/>, lastet ned 02.02.12.



Figur 1.3. Løypeprofil for Birkebeinerrennet.<sup>10</sup>



I 2011 ble rennet arrangert den 19. mars. I alt var 15 976 deltakere påmeldt, mens 14 879 faktisk stilte til start. 14 600 fullførte rennet, som i praksis betyr at svært få brøt konkurransen i løpet av rennet (2 %).

Kjønnsfordelingen for deltakerne i 2011 var 81,4 % menn og 18,6 % kvinner. I gjennomsnitt brukte deltakerne 288 minutter på å fullføre Birken; dvs. 4 timer og 48 minutter. Mennene brukte 279 minutter og kvinnene brukte 327 minutter – altså brukte mennene 48 minutter kortere tid enn kvinnene i gjennomsnitt. Omgjort til prosent betyr dette at mennene i gjennomsnitt gikk 17 % raskere enn kvinnene.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Bilde fra <http://www.birkebeiner.no/Birkebeinerrennet/Om-selve-rennet/Loype/>, lastet ned 02.02.12.

<sup>11</sup> Disse tallene er regnet ut av forfatteren, og de er baserte på regnearkinformasjon om rennet i 2011 supplert av arrangøren av rennet, Birkebeinerrennet AS.

## 2. Data og metode

I kapitlene 2.1 til 2.3 omtales henholdsvis utvalget og spørreskjemaet dataanalysen baseres på, settene av variabler og metoden for å undersøke hvordan våre sett av variabler påvirker sluttiden på Birken. Kapittel 2.4 presenterer vår funn og diskuterer disse kort i forhold til litteraturen presentert i kapittel 1.2 og 1.3.

### 2.1 Utvalg og spørreskjema

I mai 2011, to måneder etter at selve rennet var arrangert, kontaktet arrangøren av Birkebeinerrennet – Birkebeinerrennet AS – et tilfeldig utvalg på 5000 av deltakerne via e-post. Av de som ble kontaktet var 80 % menn, for å sikre en kjønnsbalanse som samsvarte med den i rennet som sådan. Disse ble invitert til å være med i en undersøkelse ved å svare på et online (dvs. elektronisk) spørreskjema, utarbeidet av undertegnede, vedrørende ulike forhold ved skirennet i 2011. I e-posten fra arrangøren ble det informert om undersøkelsens hensikt og gjort oppmerksom på at deltakelsen i denne var helt frivillig. Videre ble det forsikret om anonymitet. Slik sett har alle som har besvart (deler av) det elektroniske spørreskjemaet gitt sitt samtykke til å delta i undersøkelsen. Perioden for datainnsamlingen var fra 11. til 31. mai. Av de i alt 5 000 som mottok invitasjonen til å besvare skjemaet ”returnerte” 2 174 av deltakerne dette (helt eller delvis besvart). Dette gir en svarrespons på 44 %. På grunn av at noen av deltakerne ikke har besvart alle spørsmålene i skjemaet og at vi har fjernet noen såkalte ekstreme observasjoner (dvs. deltakere med svært høye eller lave verdier for enkelte variabler; jf. kapittel 2.2), baserer den multivariate analysen seg på 1 943 deltakere. Generelt sett har vi grunn til å tro at vårt utvalg er representativt for *populasjonen* av deltakere i Birken i 2011 (jf. kapittel 2.2).

### 2.2 Variabler

Alle variablene omtalt nedenfor baserer seg på spørreskjemaet omtalt i kapittel 2.1. Den mest relevante beskrivende statistikken oppgis i tilknytning til hver variabel.

#### **Avhengig variabel – sluttid i minutter**

Sluttiden på Birken i minutter er analysens såkalte avhengige variabel. Gjennomsnittsverdien for denne variabelen er 285 minutter i *vårt utvalg*. Dette stemmer meget godt overens med det tilsvarende tallet for populasjonen (dvs. for alle deltakerne i rennet), som var på 288 minutter (jf. kapittel 1.4 og 2.1). Standardavviket for sluttiden er på 62 minutter, hvilket indikerer stor spredning eller variasjon i tidsbruk. Mennene i utvalget brukte i gjennomsnitt 275 minutter på å fullføre Birken, mens det tilsvarende tallet for kvinnene var 322. Dette gir en differanse på 47 minutter eller 17 %. Også dette samsvarer godt med hva som gjelder for populasjonen (jf. kapittel 1.4 og 2.1).

#### **Uavhengige variabler I – kjønn, alder og kroppsmasse/BMI**

Variabelen kjønn fordeler seg med 78 % menn og 22 % prosent kvinner. Dette er *litt* skjevt i forhold til populasjonen (jf. kapittel 1.4), men harmonerer desto bedre med at det var en 80/20 fordeling på kjønn blant de som ble invitert til å svare på skjemaet (jf. kapittel 2.1). Alder har verdier fra 17 til 87 år, med et gjennomsnitt på nesten 39 år. Kroppsmasseindeks – dvs. BMI –

har tilsvarende verdier fra 18,94 til 33,24 med et gjennomsnitt på 24,1.<sup>12</sup> Dette plasserer den gjennomsnittlige deltaker i kategorien ”normalvektig” (dvs. fra 20 til 25).

### **Uavhengige variabler II – treningsvariabler**

I utgangspunktet ble alle treningsvariablene relatert til en ”typisk” 14-dagers periode. For langrenn ble denne perioden relatert til vinteren, mens for rulleski og løping ble den knyttet opp mot barmarksperioden fra mai til oktober. Vi har i tråd med forskningslitteraturen gjort om disse variablene til ukestall (dvs. dividert tallene på to), og slik sett viser variablene langrenn, løping og rulleski til *antall timer per uke i en typisk uke*. Gjennomsnittsverdiene for disse variablene er på 4,55 (ski), 0,58 (rulleski) og 1,89 (løping). Variablene styrketrening og intervalltrening viser på tilsvarende vis til *antall ganger* (dvs. økter) per uke. Gjennomsnittsverdiene her er på 1,37 (styrke) og 1.81 (intervall).

### **Uavhengige variabler III – langrennserfaring**

Tre variabler kartlegger langrenns- og langrennskonkurranserfaring. Den første av disse spør om deltakeren gikk jevnlig på ski som barn/ungdom, dvs. i alderen fra åtte til femten år. Dette spørsmålet kunne besvares med ja eller nei, og har fordelingen 64 % (ja) og 36 % (nei). Den andre variabelen representerer totalt antall ganger deltakeren har gått Birken. Her er den minste verdien nødvendigvis tallet 1 (dvs. at starten i 2011 var den første) og gjennomsnittet 4,02. Den tredje variabelen viser til hvor mange *andre turrenn* deltakeren hadde gått i 2010/2011 sesongen, og har potensielle verdier fra 0 (dvs. at man ikke har gått noen andre turrenn) og oppover. Gjennomsnittet for denne variabelen er 1,49.

## **2.3 Statistisk analyse – regresjonsanalyse**

Det neste kapitlet (2.4) beskriver hvordan de uavhengige variablene presentert i kapittel 2.2 samvarierer (eller korrelerer) med sluttidene på Birken. Metoden som benyttes for å kvantifisere denne samvariasjonen (eller korrelasjonen) kalles multivariat regresjonsanalyse. For en brei innføring i denne analysemetoden, vises det til Pedhazur (1997). Det essensielle i denne sammenhengen er at regresjonsanalysen setter en i stand til å gjøre såkalte ”like-for-like”-vurderinger; dvs. kontrollere effekten av en variabel for effekten av en annen variabel. Dette prinsippet forstås kanskje best ved et eksempel. Fra tidligere vet vi at kjønn ser ut til å ha en påvirkning på sluttiden på Birken, siden mennene i snitt bruker 47 minutter kortere tid på å gjennomføre enn kvinnene. Samtidig *kan* det være slik at kvinnene som går Birken er klart eldre enn mennene (i snitt), og gitt at sluttiden påvirkes av alder kan kjønnsforskjellen på 47 minutter i stor grad bunne i at vi her i realiteten sammenligner eldre kvinner med yngre menn. Kjønnforskjellen kan med andre ord være en aldersforskjell ”i forkledning”. Det store fortrinnet til regresjonsanalysen i denne sammenhengen er at den, litt forenklet, sørger for å sammenligne menn og kvinner som er *like gamle*. Videre sammenligner den kvinner og menn som har samme BMI, som har trent like mye, og som har like mye langrennserfaring, etc. Denne ”like-for-like”-sammenligningen gir igjen opphav til formuleringene ”under ellers like forhold” (*ceteris paribus*), ”at en holder andre ting konstante” eller at kjønnsforskjellen er ”kontrollert for” andre variabler i modellen. Tankemåten er også generell: Alle forskjeller eller effekter vil være kontrollert for alle andre gruppeforskjeller og effekter i modellen.

---

<sup>12</sup> Deltakere med ”ekstreme” BMI verdier, dvs. over 33,3 eller under 18,9 (n = 26), er fjernet fra utvalget. Dette bidrar til at modellen får en bedre tilpasning til data enn den ellers ville gjort.

## Modellspesifikasjon

Dette avsnittet er primært skrevet for andre forskere, og er slik sett litt teknisk. Lesere som av ulike grunner ikke er interesserte i regresjonsanalyse eller metodiske aspekter, kan derfor gå rett til kapittel 2.4 uten å gå glipp av noe vesentlig av ”substansiell interesse”.

Det er ikke enkelt å finne klare holdepunkter i litteraturen om hvordan en regresjonsmodell i denne sammenhengen skal spesifiseres og/eller hva slags funksjonell form den bør ha. Vår tilnærming er derfor basert på prinsippet om enkelhet i forhold til presentasjon av funn, og at vi samtidig har ønsket å ta høyde for at ikke alle effekter nødvendigvis er helt lineære. Vi har av disse grunner endt opp med en modell som kombinerer bruk av annengradsledd (såkalte polynomer) med noen sett av dummyvariabler for å ta høyde for ikke-linearitet. Annengradsledd som viste seg ikke å bidra med signifikante effekter innledningsvis, har så blitt fjernet fra modellen. Slik sett er modellen vi har valgt å presentere noe ”trimmet”. På grunn av at den rapporterte modellen viste tegn på heteroskedastisitet, rapporteres såkalte robuste standardfeil. Bruk av logaritmen til den avhengige variabelen istedenfor originalvariabelen gir substansielt sett de samme svarene som den rapporterte analysen.

## 2.4 Resultater

Tabell 2.1 rapporterer resultatene fra den multivariate regresjonsanalysen. Som vi ser, har *samtlig*e regresjonskoeffisienter en eller to \* bak seg. Dette indikerer at koeffisientene er statistisk signifikante (på 5 % eller 1 % nivået) hvilket litt forenklet betyr at alle variablene ser ut til å ha effekter som er så sterke (med positivt *eller* negativt fortegn) at de også gjelder for populasjonen av deltakere – og altså ikke kun i vårt utvalg. Med andre ord, effektene vi finner for vårt utvalg av skiløpere ser altså ut til å gjelde for *hele gruppen av* skiløpere i Birkebeinerrennet i 2011.

### Kjønn, alder, kroppsmasse/BMI – og sluttiden på Birken

Analysen rapportert i Tabell 2.1 forteller at kjønnsforskjellen er på -43,6 minutter (jf. raden for ”Kjønn” under kolonnen for ”b”). Det vil si, mennene bruker i underkant av 44 minutter kortere tid på Birken enn kvinnene – *under ellers like forhold*. Gjør vi om denne forskjellen til prosent, blir tallet 15,8. Dette samsvarer svært bra med tilvarende funn fra Vasaloppet – som er på 16 % (Bergh og Forsberg 2000). Videre harmonerer det også godt med Sandbakk et al. (2012) som fant at kjønnsforskjellen i maksimalfart på ski for sprintere var på 17 %. Det er også grunn til å notere at denne forskjellen ikke skiller seg mye fra gjennomsnittsforskjellen mellom kvinner og menn i utvalget som sådan (dvs. 47 minutter versus 44 minutter).

Alder har også en effekt på sluttiden på Birken i følge regresjonsmodellen i Tabell 2.1. Men som antydnet i presentasjonen av den tidligere forskningen, er ikke denne effekten lineær.<sup>13</sup> Figur 2.1 – med sluttid i minutter på y-aksen og alder på x-aksen – tydeliggjør hvordan alder frem til ca. 45 år har nokså lite å si for sluttiden på Birken, for deretter å ha en tiltakende betydning. Mer presist, mens det er ca. 7 min forskjell i sluttid på en 27 åring og en 37 åring *under ellers like forhold*, er den tilsvarende forskjellen for en 57 åring og en 67 åring på 25

---

<sup>13</sup> Når vi kan si at alder har en ikke-lineær effekt (eller mer presist: at en regresjonslinje som krummer gir bedre tilpasning til dataene enn en rett linje), er det fordi at både Alder (negativ effekt) og Alder<sup>2</sup> (positiv effekt) har signifikante effekter på sluttiden. Den matematiske bakgrunnen for dette er gitt i de fleste breie innføringsbøker i regresjonsanalyse (jf. Pedhazur 1997).

minutter. Konklusjonen blir dermed at økende alder *generelt sett* ser ut til å medføre svakere tider på Birken, men at denne effekten først slår inn med tyngde et sted midt i førtiårene.<sup>14</sup>

Tabell 2.1 Sluttid på Birken i 2011 etter bakgrunnsvariabler. Lineær regresjonsanalyse.

Uavhengige variabler	b
Kjønn (mann = 1; kvinne = 0)	-43.619 (2.767)**
Alder	-1.2980 (0.540)*
Alder <sup>2</sup>	0.031 (0.006)**
BMI	-20.903 (5.733)**
BMI <sup>2</sup>	0.554 (0.115)**
Timer langrenn per uke	-11.830 (1.628)**
Timer langrenn per uke <sup>2</sup>	0.737 (0.141)**
Timer rulleski per uke	-4.406 (0.788)**
Timer løping per uke	-1.345 (0.539)*
Antall økter med styrketrening per uke	2.236 (0.635)**
Antall økter med intervalltrening per uke	-7.911 (1.780)**
Antall økter med intervalltrening per uke <sup>2</sup>	0.849 (0.351)*
Gikk jevnlig på ski som barn/ungdom (ja =1; nei = 0)	-11.951 (1.938)**
Antall starter i Birken: <sup>a</sup>	
2 starter	-25.596 (2.810)**
3 starter	-42.654 (2.904)**
4 starter	-41.195 (3.569)**
5 starter	-50.511 (3.437)**
6 starter	-53.255(3.449)**
7-8 starter	-60.119 (3.644)**
9-10 starter	-60.657 (4.155)**
11-14 starter	-62.610 (4.299)**
15 starter eller fler	-75.558 (4.055)**
Antall andre turrenn i år: <sup>b</sup>	
1 turrenn	-20.431 (2.636)**
2 turrenn	-28.436 (2.827)**
3 turrenn	-31.100 (3.271)**
4 turrenn	-29.899 (3.792)**
5 turrenn eller fler	-38.135 (3.555)**
Konstant	601.983 (70.302)**
N =	1943
R <sup>2</sup>	0.62

Note: Robuste standardfeil i parenteser; b = standardiserte regresjonskoeffisienter.

<sup>a</sup> Referanse = ingen tidligere starter; dvs. dette året (2011) er første start.

<sup>b</sup> Referanse = ingen andre turrenn i år (sesongen 2010/11).

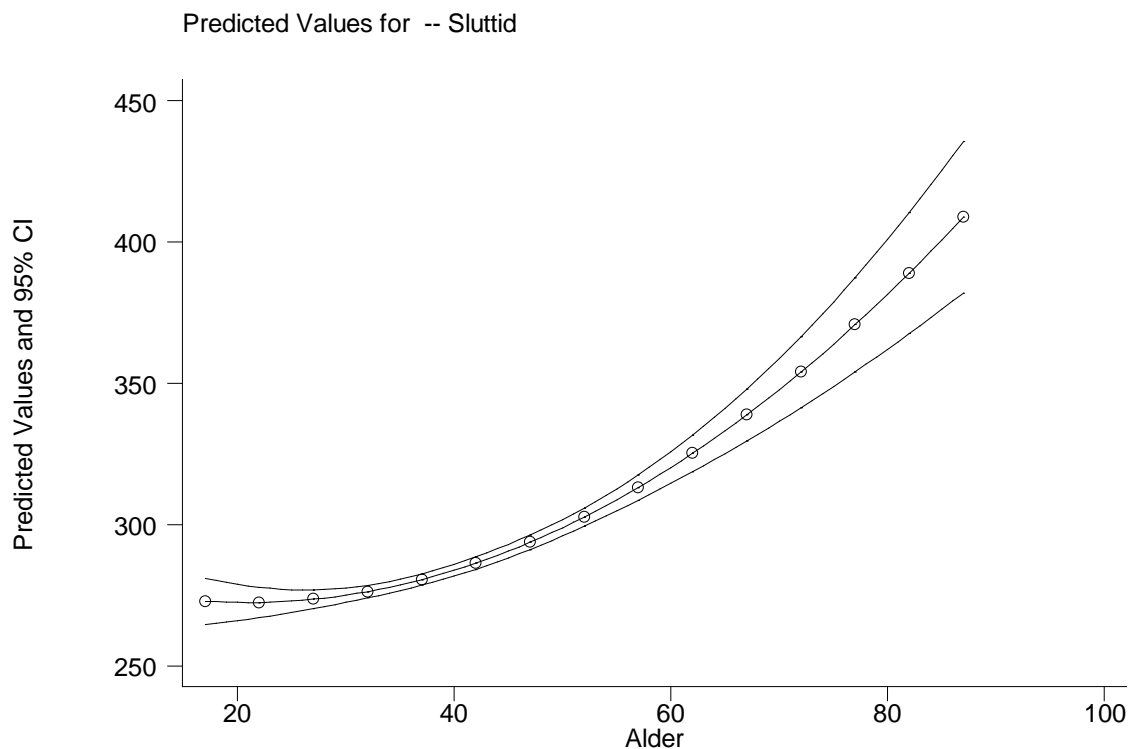
\* Signifikant på 5 % nivået \*\* Signifikant på 1 % nivået

Vårt funn i forhold til alder harmonerer godt med den tidligere forskningen (Hoffmann og Clifford 1992), selv om ”aldersbrykkpunktet” for deltakerne i Birken kan virke til å komme noe tidligere enn annen og nokså tilsvarende forskning rapporterer om. Konfidensintervallet i

<sup>14</sup> Vi har strengt tatt ikke anledning til å skrive at (i) økende alder gir dårligere sluttider, eller (seinere) at (ii) mer trening gir bedre sluttider. Det vi isteden burde skrive, er at (iii) eldre deltakere ser ut til å gå saktere enn yngre deltakere når vi også kontrollerer for kjønn, BMI osv. Eller tilsvarende at (iv) de som trener mye ser ut til å gå raskere enn de som trener lite under ellers like forhold. Formuleringene (i) og (ii) forutsetter nemlig kausalitet (dvs. en reell årsak/virkning relasjon mellom alder/trening og sluttid) mens (iii) og (iv) ikke forutsetter dette. Designet vårt – spørreskjema – tillater imidlertid ikke kausale slutninger. Samtidig blir setninger som (ii) og (iv) språklig sett tunge, og vi tillater oss derfor tidvis – og mot bedre vitende – den mer aktive varianten (i) og (ii). Et annet argument for å tillate slike kausale eller *dynamiske tolkninger*, er at mye av den tidligere forskningen er basert på design som faktisk tillater mer kausale slutninger.

figuren angir nedre og øvre grense for hvor de ulike gjennomsnittsverdiene for sluttidene befinner seg med 95 % sikkerhet.

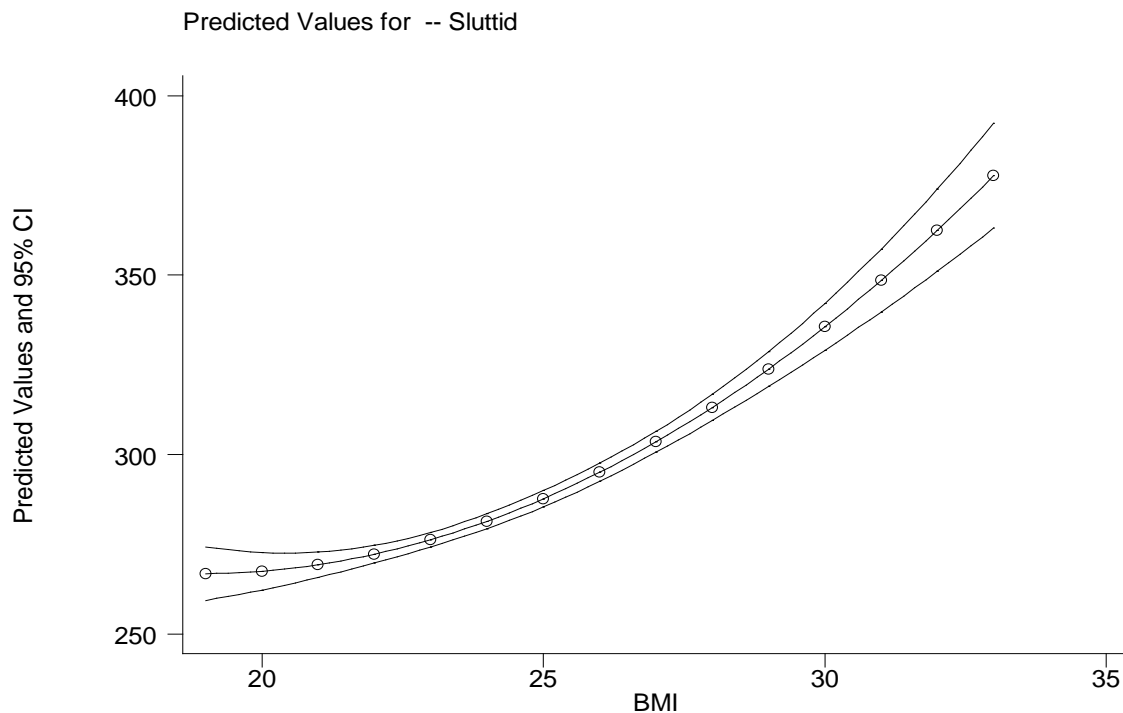
Figur 2.1 Sluttid på Birken etter alder. Prediksjoner basert på regresjonsanalysen i Tabell 2.1.



Note: Nederste og øverste krummende linje angir 95 % konfidensintervall.

Også kroppsmasseindeks – dvs. BMI – har en ikke-lineær påvirkning på sluttiden, hvis vi aksepterer at årsaksretningen går denne veien. Formen på effekten minner om den for alder, siden BMI har en negativ effekt og  $BMI^2$  har en positiv effekt (jf. fornote 13). Figur 2.2 illustrerer sammenhengen mellom de to variablene. Som vi ser spiller BMI liten rolle for sluttiden på Birken for verdier av BMI opp til ca. 24; deretter tiltar denne betydningen. Med andre ord, for deltakere med opp til en ca. gjennomsnittlig BMI (dvs. 24,1) ser ikke BMI ut til å være en særlig viktig faktor i forhold til sluttiden på Birken. For de med verdier på BMI som er høyere enn dette, har imidlertid BMI nokså mye å si for sluttiden på Birken. Konklusjonen blir dermed at en høyere BMI *generelt sett* ser ut til å medføre svakere tider på Birken, men at dette først og fremst gjør seg gjeldende for høyere verdier av BMI. Uten at dette funnet kan knyttes direkte til den tidligere forskningen (jf. kapittel 1.2/1.3) virker det likevel rimelig – spesielt med tanke på at prestasjonsfremmende muskelmasse i overkroppen vil føre til høyere BMI isolert sett. Samtidig kommer man trolig til et punkt hvor muskelmassen er ”stor nok”, og deretter vil mer muskelmasse (eller mer masse generelt) være prestasjonshemmende.

Figur 2.2 Sluttid på Birken etter BMI. Prediksjoner basert på regresjonsanalysen i Tabell 2.1.

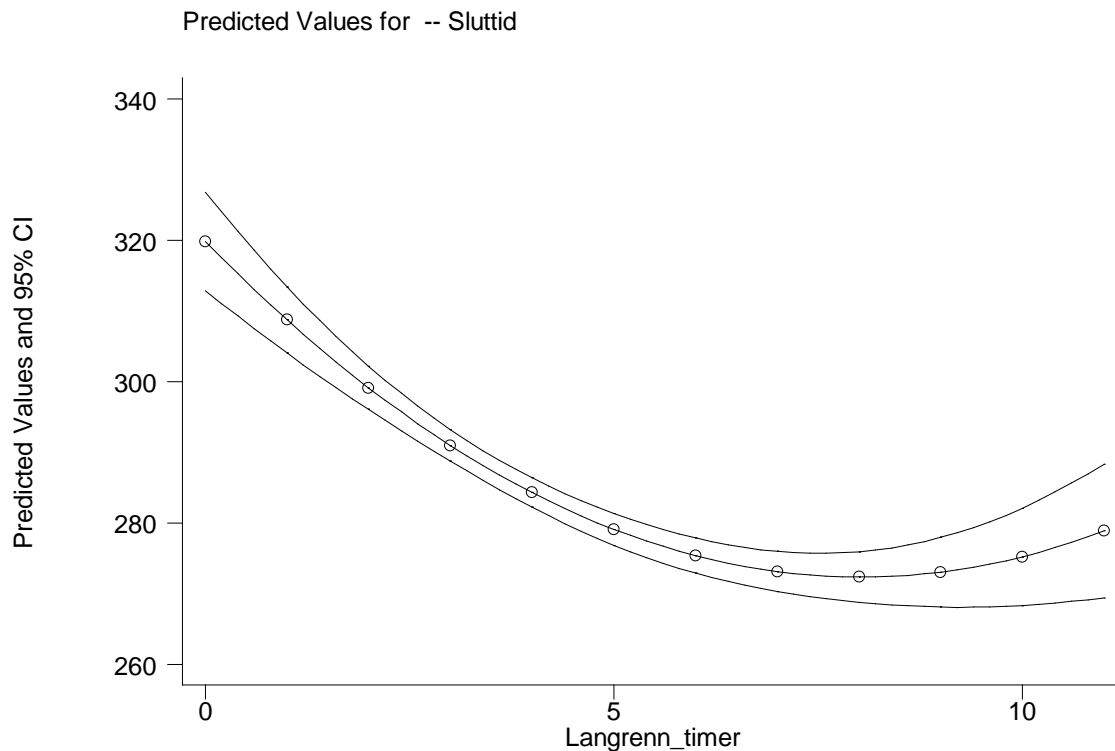


Note: Nederste og øverste krummende linje angir 95 % konfidensintervall.

### Treningsmengde – og sluttiden på Birken

Antall timer man går på ski per uke påvirker også sluttiden på Birken, på den måten at mer langrennstrening gir raskere tider. Dette er selvsagt ikke oppsiktsvekkende, men nettopp i tråd med våre forventninger. Noe som kanskje er litt mer overraskende, er at treningseffekten ser ut til å være avtakende – slik vi var inne på det i kapittel 1.3. (Effekten av langrennstrening er negativ mens effekten av langrennstrening<sup>2</sup> er positiv; jf. fotnote 13.) Figur 2.3 viser nettopp hvordan mer trening gir bedre effekter for lavere volum på treningen. Eksempelvis gir en økning fra to til tre timer per uke en tidsforbedring på ca. 9 minutter, mens den tilsvarende forbedringen for fra fem til seks timer per uke er på ca. 4 minutter. Trening utover ca. syv timer per uke har marginal eller ingen effekt i følge vår regresjonsmodell. Konklusjon må dermed bli at trening på ski – akkurat som forventet – hjelper i forhold til å gå raskere på Birken. Men utover ett visst mengdenivå på treningen ser denne ut til å ha nokså marginal effekt. Det siste er heller ikke uventet, momentene i kapittel 1.3 tatt i betraktning. (At regresjonslinjen ser ut til å krumme oppover ved de høyeste verdiene for skitrening skyldes modellspesifisering, og er neppe et uttrykk for at sluttidene *øker* ved økt treningsmengde for de som trener mye på ski. En eventuell ”overtreningseffekt” blir slik sett kun spekulasjon her!)

Figur 2.3 Sluttid på Birken etter timer langrenn per uke. Prediksjoner basert på regresjonsanalysen i Tabell 2.1.



Note: Nederste og øverste krummende linje angir 95 % konfidensintervall.

Trening på rulleski har en effekt som er enkel å oppsummere, og som følgelig ikke trenger noen figur: En time mer på rulleski per uke medfører en reduksjon i sluttiden på Birken med 4,4 minutter i følge regresjonsmodellen i Tabell 2.1. To timer mer på rulleski per uke vil dermed medføre en 8,8 minutters forbedring. Så må det da understrekes at denne effekten ikke kan forlenges i det ”uendelige”, siden ingen i dataene går mer på rulleski enn 5,5 timer per uke i barmarksperioden fra mai til oktober. Akkurat den samme type effekten har vi for tradisjonell løpetrening, men denne er mye svakere enn effekten av trening på rulleski. En time mer med løping per uke medfører en reduksjon på 1,3 minutter på Birken.

Variablene styrketrening og intervalltrening har en annen måleskala enn de forannevnte treningsvariablene. Både styrketrening og intervalltrening viser til antall ganger (eller økter) per uke – og altså ikke til timer. (Dette vil selvsagt være omtrent det samme hvis øktene i snitt har en varighet på én time, men dette er ikke undersøkt.) Like fullt, denne forskjellen i måten å stille spørsmål på kan neppe forklare det *uventede funnet* at mer styrketrening ser ut til å medføre en *økning* i sluttiden på Birken. Selv om effekten er svak, er det grunn til å minne om at styrketrening har blitt funnet prestasjonsfremmende (via bedret arbeids- eller skiøkonomi) for langrennsløpere. Hva dette derfor uventede funnet skyldes, kan vi bare spekulere litt i. To momenter i denne sammenhengen, er:

(i) Siden innholdet i styrketreningen ikke er spesifisert i vår variabel, så kan denne variabelen i praksis inneholde *alle former* for styrketrening – fra de helt usystematiske oppleggene til de strengt strukturerte programmene. Videre skiller ikke variabelen mellom ”langrennsrelevante” opplegg og andre programmer. Begge deler, sammen eller hver for seg, kan hvert fall delvis ”forklare” den manglende prestasjonsfremmende sammenhengen.

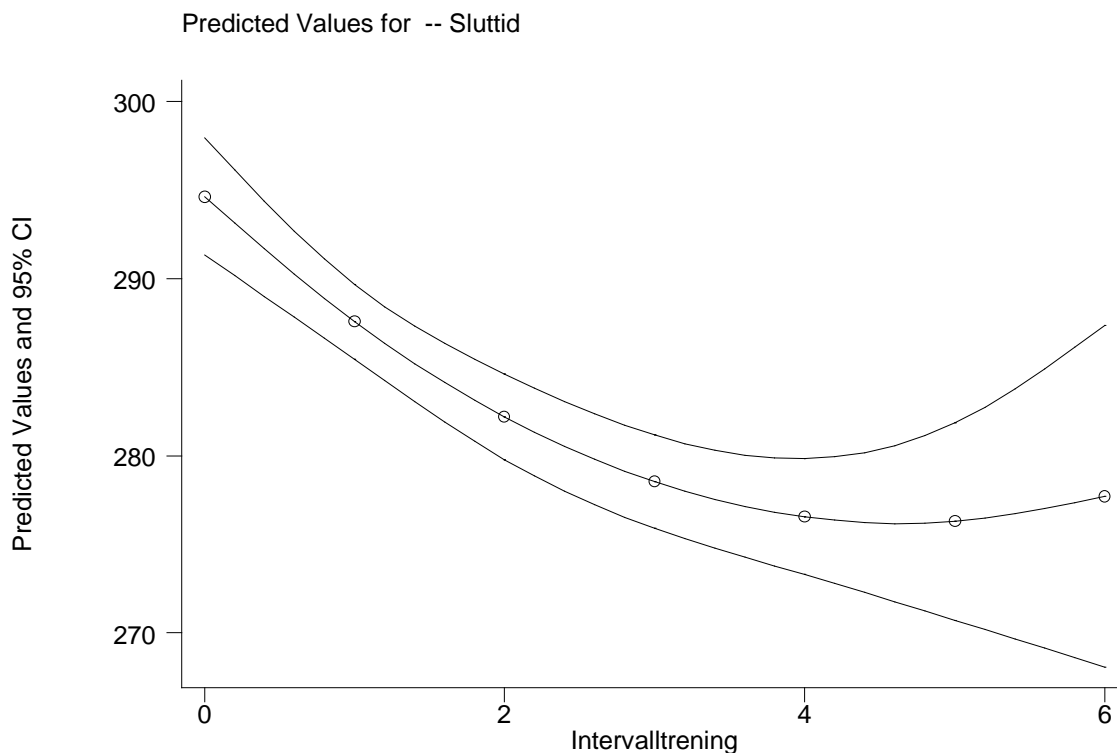


(ii) En stor andel av de som deltar på Birken er *ikke* dedikerte skiløpere, men bruker isteden også mye tid på andre idrettsgrener enn langrenn. Den tidligere forskningen, derimot, viser i all hovedsak til godt trente og spesialiserte skiløpere som har begynt med styrketrening som *supplement* til vanlig utholdenhetstrening. Med andre ord kan det være slik at den manglende prestasjonsfremmende effekten av styrketrening ligger i at de som går Birken ikke er særlig representative for de som er blitt gjenstand for intervensjonsforsøk med styrketrening i forskningslitteraturen.

I tillegg kan det uventede funnet ligge i kombinasjonen av (i) og (ii). Slik sett trenger heller ikke vårt funn å stå i en reell kontrast til funnet fra den tidligere forskningen. En tolkning om at styrketrening kan gå på bekostning av mer prestasjonsfremmende utholdenhetstrening støttes imidlertid ikke av analysen – siden dette er noe det kontrolleres for i modellen. Kun fremtidig forskning med mer presise spørsmål omkring styrketrening vil kunne kaste lys over hvorvidt også styrketrening lønner seg for deltakerne i mosjonsidrett over lengre distanser.

Effekten av intervalltrening er helt parallell til effekten av langrennstrening. Figur 2.4 viser hvordan intervalltrening bidrar til bedre sluttider på Birken men også at effekten er avtakende: Fram til tre økter per uke betyr én ekstra økt til en forbedring i sluttiden; deretter er effekten marginal. De noe videre konfidensintervallene (sammenlignet med tidligere figurer), vitner om litt større usikkerhet rundt effekten av intervalltrening.

Figur 2.4 Sluttid på Birken etter antall økter med intervalltrening per uke. Prediksjoner basert på regresjonsanalysen i Tabell 2.1.



Note: Nederste og øverste krummende linje angir 95 % konfidensintervall.

### **Langrenns erfaring – og sluttiden på Birken**

Koeffisienten for ”Gikk jevnlig på ski som barn” i Tabell 2.1 indikerer at de som gjorde dette går ca. 12 minutter raskere på Birken enn de som ikke gjorde det – under ellers like forhold. Med andre ord, tidlig langrenns erfaring spiller en rolle i forhold til prestasjonen på Birken. Det samme gjelder antall deltakelser eller starter man har hatt i dette rennet. Alle effektene i Tabell 2.1 skal i så henseende sammenlignes med de som startet for første gang i 2011 (dvs. referansen). Vi ser da at de som startet for andre gang i rennet i 2011 har om lag 26 minutter raskere sluttid enn de som startet for første gang i 2011. Tilsvarende har de med totalt sett tre starter i rennet ca. 43 minutter raskere sluttid enn de førstegangsstartende. (Dermed kan det også utledes at de med tre starter går ca. 17 minutter raskere på Birken i 2011 enn de med to;  $43 - 26 = 17$ .) Om man har fire starter ser ut til å spille liten praktisk rolle i forhold til om man har tre; derimot går de som starter for femte eller sjettede gang ca. 50 minutter raskere enn de som startet for første gang. Tilsvarende tall for de med mellom syv og fjorten starter er ca. én time, mens de med flere enn fjorten starter går – under ellers like forhold – ca. 1 time og ett kvarter (dvs. 75 minutter) raskere enn de førstegangsstartende. Sammenfattet: Tidligere erfaring i Birken er klart fremmende for prestasjonen i rennet i 2011; jo flere renn man har gått tidligere, desto raskere ble sluttiden. Samtidig er det ikke noe lineært eller rettlinjert mønster her (dvs. en jevn årvisst fremgang), men heller snakk om sprangvise bedringer i sluttid med økende erfaring. Den siste variabelen som måler langrenns erfaring er deltakelse i andre turrenn i sesongen 2010/2011. Referansen her er de som *ikke* har gått noe annet slikt renn. Vi ser da at de med ett annet turrenn bak seg går ca. 20 minutter raskere på Birken enn de som ikke har gått noe turrenn; den tilsvarende forskjellen for de med to andre turrenn bak seg er på 28 minutter. Tre eller flere turrenn ”i bagasjen” gir tilsvarende om lag en halv time bedre tid på Birken. Oppsummert: Deltakelse i andre turrenn i løpet av sesongen er prestasjonsfremmende på samme måte som tidligere deltakelse i Birken er det. I sum gir dette følgende konklusjon: Langrenns konkurranse erfaring er klart prestasjonsfremmende for sluttiden på Birken, noe som igjen er i tråd med våre forventninger.

### **Modellens forklaringskraft og funnenes robusthet**

Som avsnittet om ”Modellspesifikasjon” kan også dette avsnittet droppes av lesere som ikke ønsker å fordype seg i metodiske/statistiske aspekter ved analysen. Disse kan hoppe direkte til rapportens del 3.

Regresjonsmodellen i Tabell 2.1 forklarer ca. 62 % av variasjonen ( $R^2 = 0,62$ ) i sluttidene på Birken. Om dette skal kalles svært tilfredsstillende, tilfredsstillende eller lite tilfredsstillende, er ikke enkelt å besvare. På den ene siden vil man kunne hevde, spesielt med utgangspunkt i at denne studien i en viss forstand kan kalles nybrottsarbeid, at en forklart varians på 62 % må sies å være bra – kanskje også svært bra. Videre harmonerer dette tallet godt med tilsvarende casestudier av løp på bena – som New York Maraton (Slovic 1977) og et gateløp i Bern (Marti, Abelin og Minder 1988). Samtidig er det på det rene at en forklart varians på 62 % er lavere enn i mange av studiene som har koplet prestasjonene i utholdenhetsidrett til de tre klassiske determinantene  $VO_{2maks}$ , Laktatterskel og arbeidsøkonomi. Men her må det legges til at en slik sammenligning ikke er helt ”rettferdig”, av følgende grunn: Studier som kopler de klassiske determinantene til prestasjoner i utholdenhetsidrett, er som regel gjort på et *lite antall godt trente* utøvere som typisk er nokså *homogene* i forhold til både determinanter og prestasjoner. Motsatt ser denne studien på et *stort antall personer med svært varierende treningsforberedelser* som er svært *heterogene* i forhold til både bakgrunn og prestasjoner. Analysen av sistnevnte vil nødvendigvis dermed preges av et mye større innslag av ”tilfeldig” variasjon, som igjen gjør seg utslag i en redusert forklart varians – under ellers like forhold.

Det kan tenkes at gjennomsnittssluttiden på Birken er følsom for ekstreme verdier, dvs. at noen få utøvere har gått svært mye raskere eller saktere enn de øvrige. I den grad dette er tilfellet, vil gjennomsnittet ikke nødvendigvis være et godt mål på hovedtendensen blant sluttidene. For å teste ut om dette har påvirket resultatene i Tabell 2.1, har vi også estimert en tilsvarende modell via såkalt medianregresjon – dvs. en metode som er mindre følsom for eventuelle ekstreme verdier. Resultatene fra denne analysen er imidlertid for alle praktiske formål identiske med de som er rapportert i Tabell 2.1.<sup>15</sup> Vi har også gjort to tradisjonelle regresjonsanalyser der de 10 % beste eller 10 % svakeste sluttidene er fjernet fra utvalget. Igjen: Dette spiller ingen praktisk rolle for resultatene. Med andre ord, det virker rimelig å konkludere med at våre funn er nokså ”robuste”.

---

<sup>15</sup> Medianen for sluttiden er for øvrig på 275 minutter, noe som er nokså tett opp til gjennomsnittet på 285 minutter. Trolig er dette grunnen til at de to metodene gir tilnærmet like resultater.

## 3. Sammenfatning

### 3.1 Studiens utgangspunkt

Mens det finnes mye forskning på hva som fremmer prestasjoner i utholdenhetsidretter som løping og sykling, finnes det lite tilsvarende forskning for langrenn over lengre distanser. Dette kan enkelt sies å være utgangspunktet for denne studien. Når det er sagt, så er det gjort mange funn i den generelle forskningen på utholdenhetsidrett og i forskningen på sprintlangrenn som har betydelig *overføringsverdi* i forhold til langdistanselangrenn. Mot denne bakgrunnen lanserte vi en modell som postulerte at sluttiden på Birken kunne forstås som en konsekvens av tre sett av faktorer eller variabler; dvs. noen bakgrunnsforhold (kjønn, alder, BMI), treningsmengde og langrenns erfaring. Denne modellen ble deretter testet ut på et representativt utvalg av deltakere i Birkebeinerrennet i 2011 ved hjelp av såkalt multivariat regresjonsanalyse. Kapittel 3.2 oppsummerer våre viktigste funn i denne sammenhengen mens kapittel 3.3 fokuserer på studiens praktiske implikasjoner.

### 3.2 Viktigste funn og konklusjoner

I gjennomsnitt brukte utvalget for denne studien – dvs. de som fullførte Birken på ski i 2011 – 285 minutter på å gå fra start til mål. Sagt på en annen måte: Den typiske deltaker i Birken gjennomførte dette 54 kilometer lange skirennet på 4 timer og 45 minutter. Samtidig var det stor variasjon i denne tidsbruken, og formålet i denne studien har altså vært å finne ut om og hvordan denne variasjonen kan forklares med bakgrunn i de forannevnte faktorene. Oppsummert gjelder følgende resultater basert på en multivariat regresjonsanalyse:<sup>16</sup>

#### **Kjønn, alder, BMI – og sluttiden på Birken**

Innledningsvis er det verdt å gjenta at vi *ikke* har avdekket årsak/virkning forhold i denne rapporten, selv om språkføringen tidvis kan invitere til slike slutninger (jf. fotnote 14). Når det er sagt, har mye av forskningen vi viser til design som gjør at slike kausale slutninger virker rimelige. Med dette i mente har vi funnet at menn bruker i gjennomsnitt 44 minutter eller ca. 16 % kortere tid på Birken enn kvinner. Dette må sies å stemme bra med våre forventninger. Alder påvirker sluttiden på Birken på den måten at jo eldre man blir, desto saktere går man – jevnt over. Men effekten kan ikke sies å være spesielt sterk, og den ”slår” heller ikke inn før et sted oppe i førtiårene (jf. figur 2.1). Dette funnet, en tiltakende alderseffekt, harmonerer også bra med våre forventninger. BMI – dvs. kroppsmasseindeks – ser også ut til å påvirke sluttiden på Birken. Generelt sett oppnår deltakere med høy BMI svakere tider på Birken enn de med lav BMI. Samtidig er denne sammenhengen av en slik karakter at den først og fremst ”slår” inn for de med BMI som er høyere enn gjennomsnittet (dvs. 24; jf. figur 2.2). Med andre ord, effekten av BMI er tiltakende akkurat som alderseffekten. Også dette funnet virker rimelig sett opp mot våre forventninger.

Forklaringene bak disse funnene er nevnt i kapittel 1.2 og 1.3. Kjønns- og alderseffekten bunnar i stor grad i ulik kapasitet i forhold til maksimalt oksygenopptak (dvs.  $VO_{2maks}$ ): Menn har høyere kapasitet enn kvinner og yngre har høyere kapasitet enn eldre – under ellers like forhold. At deltakere med høy BMI går saktere på Birken enn de med lav, kan trolig dels også forklares med forskjeller i  $VO_{2maks}$ . Samtidig virker det rimelig å tro at en høy BMI kan være ugunstig for arbeids- eller skiøkonomien. At BMI ikke ser ut til å være så viktig for sluttiden

---

<sup>16</sup> Effektene av hver variabel (kjønn, alder, BMI, treningsvariabler, langrenns erfaringsvariabler) er altså kontrollerte for hverandre; jf. kapittel 2.3.

ved (relativt) lavere verdier for BMI, harmonerer med en idé om at en viss muskelmasse ikke trenger å virke negativt med tanke på prestasjonen.

### **Treningsmengde – og sluttiden på Birken**

To av treningsvariablene har helt parallelle effekter på sluttiden på Birken. Flere timer på ski per uke og flere økter med intervalltrening per uke ser ut til å medføre raskere tider på Birken – rimelig nok! Samtidig er begge disse effektene *avtakende*, i betydningen at forbedringen i tid er sterkere med utgangspunkt i et lavere treningsvolum enn den er med utgangspunkt i et høyt treningsvolum (jf. figur 2.3 og 2.4). Dette virker også plausibelt med utgangspunkt i våre forventninger. Trening på rulleski og løping i barmarksperioden har enkle og lineære effekter på sluttiden på Birken, i betydningen at flere timer på begge aktiviteter gir raskere tider på Birken. Styrketrening har derimot motsatt effekt: Desto oftere man trener styrke, jo dårligere blir tiden på Birken. Selv om denne effekten er svak, står den i kontrast til forskningen som har vist at styrketrening er prestasjonsfremmende for langrenn. Når det er sagt, er det flere forhold som gjør sitt til at den tidligere forskningen som har påvist dette *ikke* er direkte sammenlignbar med denne studien. Slik sett kan også kontrasten være tilsynelatende. Uansett er det grunn til å fremheve at funnet for styrketrening i denne studien må fortolkes med varsomhet.

Med bakgrunn i den tidligere forskningen er de trolig viktigste forklaringene bak disse funnene at utholdenhetstrening bedrer maksimalt oksygenopptak (dvs.  $VO_{2maks}$ ) og muligens høyner Laktatterskelen. Videre kan det tenkes at selve treningen på ski kan påvirke arbeids- eller skiøkonomien positivt.

### **Langrennserfaring – og sluttiden på Birken**

Deltakere som gikk jevnlig på ski som barn/ungdom går ca. 12 minutter raskere på Birken enn de som ikke gjorde det. Tidligere deltakelse i Birken spiller en rolle for sluttiden på rennet i 2011, men ikke på noen enkel, lineær måte: Selv om mer erfaring generelt sett betyr en raskere tid, er det ikke slik at folk går jevnt raskere og raskere år for år. Tvert imot ser det ut til at tidsforbedringene følger et sprangvis mønster med store forbedringer noen år og mindre forbedringer andre år. Eksempelvis gikk andregangsdeltakerne i 2011 ca. 26 minutter raskere enn førstegangsdeltakerne. Noe av det samme som gjelder for tidligere deltakelse i Birken, gjelder også for effekten av å gå andre turrenn. Deltakere som går andre renn går jevnt over raskere på Birken enn de som utelukkende går Birken. Sammenlignet med de som kun gikk Birken i 2011, gikk de med deltakelse i ett annet turrenn ca. 20 minutter raskere. Den tilsvarende forskjellen for deltakelse i to andre turrenn versus ingen er på 28 minutter. Alle funnene hva gjelder effektene av langrennserfaring virker rimelige i lys av våre forventninger.

Det at man gikk på ski som barn/ungdom har altså en *isolert* effekt på prestasjonen på Birken, selv når vi kontrollerer for andre forhold. Forklaringen på dette – som må søkes andre steder enn i BMI, trening osv. – ligger muligens i at de som gikk jevnlig på ski som unge da tilegnet seg skitekniske ferdigheter som de så tar med seg og profiterer på i voksen alder. I neste omgang er en god skiteknikk trolig gunstig for arbeids- eller skiøkonomien. Effektene av tidligere starter i Birken og av det å gå andre skirenn kan trolig også koples til skiteknikk og arbeidsøkonomi på denne måten. Samtidig kan det tenkes at de to sistnevnte variablene også sier noe om evnen til å disponere et langt løp og om kapasiteten i forhold til å håndtere ”stress” i konkurranser – to forhold som igjen trolig er prestasjonsfremmende. Slik sett snakker vi da om mer psykologiske effekter.

Vi startet denne studien ved å presentere viktige funn fra forskningen på utholdenhetsidrett generelt og fra forskningen på langrenn spesielt. Ut i fra denne litteraturen dannet vi oss noen forventninger i forhold til hvordan ett sett av faktorer ville påvirke sluttiden til de som deltok i Birkebeinerrennet i 2011. Samlet sett må konklusjonen i denne sammenhengen bli at våre empiriske funn har vært i tråd med våre forventninger. Det eneste unntaket er effekten av styrketrening, som altså ikke harmonerer med mye av den tidligere forskningen på feltet.

### 3.3 Studiens implikasjoner: Hvordan prestere bedre på Birken?

Den tidligere forskningen presentert i innledningen av denne rapporten samt våre egne empiriske analyser har tydelig slått fast at mange faktorer eller variabler er relevante når man skal forklare prestasjonsforskjeller innen utholdenhetsidrett. Noen av disse faktorene er av en slik art at de ikke kan endres eller manipuleres på verken kort eller lang sikt. Dette gjelder for eksempel variabler som kjønn, alder eller hvor mange ganger man *tidligere* har gått Birken. Andre faktorer eller variabler er derimot noe som kan endres på kort eller mellomlang sikt, slik som BMI, trening og deltakelse i skirenn generelt. Med tanke på tittelen på overskriften for dette kapittelet, fokuseres det i det følgende på de sistnevnte faktorene, som altså er de som deltakerne i Birken (eller potensielle deltakere i fremtiden) kan gjøre noe med; dvs. endre.

Det første som likevel bør slås fast i denne sammenhengen er at deltakelse i Birken ser ut til å være *direkte prestasjonsfremmende i seg selv* – under ellers like forhold. Med andre ord, hvis man går Birken for andre gang kan man forvente å gå *relativt* raskere enn man gjorde første gang – gitt at forberedelsene og andre forhold ikke har endret seg.<sup>17</sup> Og tilsvarende for den tredje deltakelsen versus den andre. Samtidig kommer man naturlig nok til et punkt der antall tidligere deltakelser ikke lenger gir en relativ tidsforbedring i samme omfang som før.

BMI er også en variabel som påvirker sluttiden på Birken og som det er mulig å endre på kort eller mellomlang sikt. Sammenligner vi for eksempel en deltaker med en BMI på 22,5 (dvs. midtpunktet i kategorien ”normalviktig” fra 20 til 25) med en på 27,5 (dvs. midtpunktet i kategorien ”overvektig” fra 25 til 30),<sup>18</sup> viser vår regresjonsmodell at forskjellen i sluttid mellom disse er på ca. 34 minutter for en ellers typisk deltaker.<sup>19</sup>

Treningsmengde – på ski, rulleski og i forhold til intervalltrening – påvirker også sluttiden på Birken. Figurene i kapittel 2.4 viser dette med tydelighet. Videre kan disse variablene endres på kort sikt. I denne sammenhengen viser vår regresjonsmodell at en person som trener fem timer på ski per uke oppnår ca. 20 minutter raskere sluttid på Birken enn en annen typisk deltaker som trener to timer per uke. En tilsvarende forskjell for en typisk deltaker som ikke trener intervall versus en som gjør dette to ganger per uke er på ca. 13 minutter. Helt parallelt er forskjellen på en typisk deltaker som trener en time på rulleski i barmarksperioden og en som trener tre timer på ca. 9 minutter.

Med hensyn til det å gå andre turrenn enn Birken, som også er en variabel som kan endres, så slo vi i kapittel 3.2 fast at de som går ett annet turrenn går ca. 20 minutter raskere på Birken

---

<sup>17</sup> Når begrepet ”relativt” benyttes her, er det fordi at sluttiden målt i faktiske minutter ikke trenger å bli raskere på grunn av endringer i vær og føreforhold. Men den *relative* sluttiden – for eksempel målt som avvik fra gjennomsnittet – kan man altså forvente en forbedring i forhold til.

<sup>18</sup> Sammenligningen er gjort for å illustrere et poeng, og må definitivt ikke forstås som en oppfordring til ukritisk slanking. Dessuten er det som kjent slik at BMI ikke skiller mellom muskelmasse og annen masse (jf. fotnote 5).

<sup>19</sup> Med ”typisk” forstås en mann eller kvinne med gjennomsnittlige verdier for de øvrige variablene i modellen.

enn de som kun går Birken. Det tilsvarende forskjellen mellom de som går to slike renn og de som utelukkende går Birken er på 28 minutter.

### ”Mange bekker små...”

Noen av de forannevnte tidsforskjellene i sluttiden på Birken kan synes nokså små isolert sett. Men da er det grunn til å nevne at det trolig bare er i statistikkens verden at folk endrer seg langs en variabel av gangen. Med andre ord, i den virkelige verden er det gjerne slik at man eventuelt endrer seg langs *flere variabler samtidig*. For å få et grep om hvorvidt faktorene vi har tatt for oss er viktige i forhold til å forbedre prestasjonen på Birken, er det følgelig mer meningsfylt å se på summen av flere effekter samtidig. Sammenligningen nedenfor illustrerer dette, og den gjøres for to menn som ellers er ”typiske” (jf. fotnote 19):

<u>Person A:</u>	<u>Kjennetegn:</u>	<u>Person B:</u>	<u>Kjennetegn:</u>
BMI	= 26	BMI	= 24
Skitrening	= 2 timer per uke	Skitrening	= 5 timer per uke
Rulleski <sup>20</sup>	= 0 timer per uke	Rulleski	= 2 timer per uke
Intervalltrening	= 0 økter per uke	Intervalltrening	= 2 økter per uke
Andre turrenn	= 0	Andre turrenn	= 2

Forskjellen i sluttid på Birken for person A og person B blir i følge regresjonsmodellen i Tabell 2.1 på 83 minutter – dvs. en time og 23 minutter. Dette må kunne sies å utgjøre en vesentlig differanse i tid.

Så tilbake til spørsmålet stilt i innledningen til dette kapittelet: Hvordan prestere bedre på Birken (eller eventuelt i andre skirenn av tilsvarende karakter)? Skal vi ta de forannevnte funnene bokstavelig, må ”rådene” bli noe i retning av:

- \* Gikk du Birken i fjor, gå også i år!
- \* Sørg for å ha en nokså ”normal” BMI
- \* Tren flere timer på ski og flere økter med intervall (spesielt hvis volumet per i dag er lavt)
- \* Tren flere timer på rulleski
- \* Delta i andre turrenn enn Birken, gjerne flere

Så er det for siste gang på sin plass å understreke at designet på denne studien ikke tillater kausale slutninger (jf. fotnote 14.). Det vil si, vi har kun funnet justerte korrelasjoner mellom våre faktorer og sluttiden på Birken – og ikke avdekket noen årsak/virkning forhold. I neste omgang medfører dette at man skal være varsom med å liste opp ”råd” på bakgrunn av funn. Når vi likevel tillater oss å gjøre dette, skyldes det som før nevnt at våre funn er svært godt i samsvar med tidligere forskning som tillater kausale slutninger (dvs. intervensjonsstudier, eksperimenter, longitudinelle undersøkelser) og at de også virker intuitivt rimelige ut i fra alminnelige *common-sense* betraktninger.

---

<sup>20</sup> Gjør igjen oppmerksom på at rulleski viser til barmarksperioden og slik sett ikke foregår i samme ukene som skitrening og intervalltrening.

## Referanser

Aagaard, P, Andersen, JL. 2010. Effects of strength training on endurance capacity in top-level endurance athletes. *Scand J Med Sci Sports*. 20 (Suppl. 2):39-47.

Alsobrook, NG, Heil PE. 2009. Upper body power as a determinant of classical cross-country ski performance. *Eur J Appl Physiol*. 105:633-641.

Bergh, U. 1987. The influence of body mass in cross-country skiing. *Med Sci Sports Exerc*. 19:324-331.

Bergh, U, Forsberg A. 1992. Influence of body mass on cross-country ski racing performance. *Med Sci Sports Exerc*. 24:1033-1039.

Bergh, U, Forsberg, A. 2000. Cross-country ski racing. In: Shepard RJ, Åstrand P-O, ed. *Endurance in Sport*. 2<sup>nd</sup> ed. Blackwell Science:844-856.

Cao, Z-B, Miyatake, N, Higuchi, Miyachi, M, et al. 2009. Predicting  $VO_{2max}$  with an objectively measured physical activity in Japanese men. *Eur J Applied Physiol*. 109:465-472.

Chevront SN, Carter R, DeRuisseau, KC. 2005. Running performance differences between men and women. *Sports Med*. 35:1017-1024.

Coast, JR, Blevins, JS, Wilson, BA. Do gender differences in running performance disappear with distance? *Can J Appl Physiol*. 29:139-145

Dalleck, L, Bushman, TT, Crain, RD, Gajda, MM, et al. 2010. Dose-response relationship between interval training and magnitude of improvement in Lactate threshold. *Int J Sports Med*. 31:567-571.

Enoksen, E, Shalfawi, SA, Tønnessen, E. 2011. The effect of high- vs. low-intensity training on aerobic capacity in well-trained male middle-distance runners. *J Strength Cond Res*. 25 (3):812-818.

Faude, O, Kindermann, W, Meyer, T. 2009. Lactate threshold concepts: How valid are they? *Sports Med*. 39 (6):469-490.

Foster, C, Lucia, A. 2007. Running economy: The forgotten factor in elite performance. *Sports Med*. 37 (4-5):316-319.

Gaskill SE, Serfass RC, Rundell, KW. 1999. Upper-body power comparison between groups of cross-country skiers and runners. *Int J Sports Med*. 20:290-294.

Guglielmo, LGA, Greco, CC, Denadai, BS. 2009. Effects of strength training on running economy. *Int J Sports Med*. 30:27-32.

Hoff, J, Helgerud, J, Wisløff. 1999. Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc*. 31 (6):870-877.



- Hoff, J, Gran, A, Helgerud, J. 2002. Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scand J Med Sci Sports*. 12:288-295.
- Hoffmann MD, Clifford, PS. 1992. Physiological aspects of competitive cross-country skiing. *J Sports Sci*. 10:3-27.
- Helgerud, J, Høydal, K, Wang, E, Karlsen, K, et al. 2007. Aerobic high-intensity intervals improve  $VO_{2max}$  more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*. 39(4):665-671.
- Ingjer, F. 1991. Maximal oxygen uptake as a predictor of performance ability in women and men elite cross-country skiers. *Scand J Med Sci Sports*. 1:25-30.
- Joyner, MJ. 1993. Physiological limiting factors and distance running: influence of gender and age on record performance. *Exerc Sport Sci*. 21:103-134.
- Joyner MJ, Coyle, EF. 2008. Endurance exercise performance: the physiology of champions. *J physiol*. 586 (1):35-44.
- Larsen, HB. 2003. Kenyan dominance in distance running. *Comp Biochem Physiol A*. 136:161-170.
- Larsson P, Henriksen-Larsén, K. 2008. Body composition and performance in cross-country skiing. *Int J Sports Med*. 29:971-975
- Larson P, Olofsson P, Jakobsson L, Burlin, K, et al. 2002. Physiological predictors of performance in cross-country skiing from treadmill tests in male and female subjects. *Scand J Med Sci Sports*. 12:347-353.
- Leyk D, Erley, O, Ridder, D, et al. 2007. Age-related changes in marathon and half-marathon performances. *Int J Sports Med*. 28:513-517.
- Leyk D, Erley, O, Gorges, W, et al. 2009. Performance, training and lifestyle parameters of marathon runners aged 20-80 years: Results of the PACE-study. *Int j Sports Med*. 30:360-365.
- Losnegard, T, Mikkelsen, K, Rønnestand, BR, Hallen, J, et al. 2011. The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross-country skiers. *Scand J Med Sci Sports*. 21 (3):389-401.
- Marti B, Abelin, T, Minder, CE. 1988. Relationship of training and life-style to 16-km running time of 4000 joggers. *Int J Sports Med*. 9:85-91.
- Mattsson, CM. 2010. Vad vet vi idag om konditionsträning? *Svensk Idrottsforskning*. 2:10-13.
- Midgley, AW, McNaughton, LR, Jones. AM. 2007. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance. *Sports Med*. 37(10):857-880.
- Moxnes, JF, Hausken, K. 2008. Cross-country skiing motion equations, locomotive forces and mass scaling laws. *Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems*. 14 (6):535-569.

- Nes, BM, Janszky, I, Vatten, LJ, Lund Nilsen, TI, et al. 2011. Estimating  $VO_{2peak}$  from a nonexercise prediction model: The Hunt study, Norway. *Med Sci Sports Exerc.* 43 (11):2024-2030.
- Pate, RR, O'Neill, JR. 2007. American women in the marathon. *Sports Med.* 37 (4-5):294-298.
- Pedhazur, EJ. 1997. *Multiple Regression in Behavioral Research.* Harcourt Brace College Publishers. Orlando, USA.
- Quinn, TJ, Manley, MJ, Aziz, J, Padham, JL, et al. 2011. Aging and factors related to running economy. *J Strength Cond Res.* 25(11):2971-2979.
- Rønnestad, BR, Hansen, EA, Raastad, T. 2011. Strength training improves 5-min all-out performance following 185 min of cycling. *Scand J Med Sci Sports.* 21 (2):250-259.
- Rønning, R. 2011. <http://www.forskning.no/artikler/2011/februar/279947>.
- Sandbakk, Ø, Ettema, G, Leirdal, S, Holmberg, H-C. 2012. Gender differences in the physiological responses and kinematic behaviour of elite sprint cross-country skiers. *Eur J Appl Physiol.* 112 (3):1087-1094.
- Saunders, PU, Pyne, DB, Telford, RD, Hawley, JA. 2004. Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Med.* 34 (5):465-485.
- Seiler, S. 2010. What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *Int J Sports Phys Perf.* 5:275-291.
- Slovic, P. 1977. Empirical study of training and performance in the marathon. *Res Quaert.* 48:769-77.
- Staib, JL, IM, J, Caldwell, Z, Rundell, KW. 2000. Cross-country ski racing performance predicted by aerobic and anaerobic double poling power. *J Strength Cond Res.* 14 (3):282-288.
- Stöggl, T, Enquist, J, Müller, E, Holmberg, H-C. 2010. Relationships between body composition, body dimensions, and peak speed in cross-country skiing. *J Sports Sci.* 28:161-169.
- Støren, Ø. 2009. Running and cycling economy in athletes; determining factors, training interventions and testing. Thesis for the degree of Doctor Philosphia. NTNU, Norway.
- Støren, Ø, Helgerud, J, Støa, EM, Hoff, J. 2008. Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Med Sci Sports Exerc.* 40 (6):1087-1092.
- Trappe, C. 2007. Marathon runners - how do they age? *Sports Med.* 37:202-205
- Turner, AN. 2011. Training the aerobic capacity of distance runners: a break from tradition. *Strength Cond J.* 33 (2):39-42.

Tuimil, JL, Boulosa, DA, Fernandez-del-Olmo, MA, Rodriguez, FA. 2011. Effect of equated continuous and interval programs on endurance performance and jump capacity. *J Strength Cond Res.* 25 (8):2205-2211.

Wier, LT, Jackson, AS, Ayers, GW, Arenare, B. 2006. Nonexercise models for estimating  $VO_{2max}$  with waist girth, percent fat, or BMI. *Med Sci Sports Exerc.* 38 (3):555-561.



# MJØSBOK

Postboks 194, 2601 Lillehammer. Tlf. 61 28 74 10  
Besøksadresse: Gudbrandsdalsvn. 350. Mail: [mjosbok@sopp.no](mailto:mjosbok@sopp.no)

Mjøs bok er SOPPs fagbokhandel på Lillehammer. Mjøs boks hovedoppgave er å betjene hele høgskolemiljøet med faglitteratur. Hvis du har spesielle behov innen faglitteratur, vil vi hjelpe deg så langt det er mulig.

Mjøs bok er Lillehammers største innen faglitteratur, og har også et stort utvalg i skjønnlitteratur.

Vi anbefaler alle å oppleve Mjøs bok «live».

For bestilling av bøker, send e-post til: [mjosbok@sopp.no](mailto:mjosbok@sopp.no)

Høgskolen i Lillehammer / Lillehammer University College  
Postboks/P. O. Box 952, 2604 Lillehammer, Norway  
Telefon/phone: (+47) 61 28 80 00

**[www.hil.no](http://www.hil.no)**