



Universitetet  
i Stavanger

FAKTULTETET FOR UTDANNINGSVITENSKAP OG HUMANIORA

## BACHELOROPPGAVE

**Studieprogram:** Idrettsvitenskap

Vårsemesteret, 2023

**Forfatter:** Sondre Lea Monslaup

**Veileder:** Professor Espen Tønnessen

**Tittel på bacheloroppgaven:** «En longitudinell deskriptiv tverrsnitts studie som undersøker prestasjonsutvikling i svømming hos gutter og jenter fra barneårene til senioralder»

**Engelsk tittel:** «A longitudinal cross-sectional study that examines performance development in swimming in boys and girls from childhood to senior age»

**Emneord:**

*Svømming, pubertet, prestasjon, kjønnsforskjeller*

*Swimming, puberty, performance, sex-differences*

**Antall ord:** 8798

**Antall vedlegg:** 0

**Stavanger (02.05.2023)**

**Kandidatnummer:** 4006

# Innholdsfortegnelse

<b>Liste over tabeller</b> .....	4
<b>Liste over figurer</b> .....	5
<b>Forord</b> .....	6
<b>Sammendrag</b> .....	7
<b>Abstract</b> .....	8
<b>Liste over forkortelser</b> .....	9
<b>Begrepsforklaring</b> .....	10
<b>1. Innledning</b> .....	12
<b>2. Problemstilling</b> .....	13
2.1 Operasjonelle definisjoner .....	13
2.2 Avgrensninger av oppgaven.....	13
<b>3. Teori</b> .....	14
3.1 Svømming .....	14
3.2 Svømmearter .....	16
3.3 Svømmedistanser .....	17
3.4 Kjønnsmessige prestasjonsforskjeller i senioralder .....	19
3.4.1 Kroppslige forhold/antropometri .....	19
3.4.2 Kroppslig høyde .....	20
3.4.3 Kroppssammensetning .....	21
3.4.4 Muskelstyrke .....	22
3.4.5 Hemoglobin & VO <sub>2</sub> -opptak.....	23
3.5 Kroppslige endringer i puberteten.....	24
3.5.1 Lengdevekst (vekstspurten) .....	25
3.5.2 Kroppssammensetning og muskelstyrke.....	26
3.5.3 Hemoglobinmasse & VO <sub>2</sub> -maks.....	26
3.6 Biologisk alder & kalendarisk alder.....	27
<b>4. Metode</b> .....	28
4.1 Metodisk tilnærming .....	28
4.2 Utvalg .....	28
4.3 Instrument .....	29
4.4 Prosedyre.....	29
4.4.1 Inklusjon og eksklusjonskriterier .....	30
4.5 Forskningsetiske retningslinjer .....	30

4.6 Dataanalyse .....	30
<b>5. Resultater</b> .....	<b>31</b>
5.1 Kjønnforskjeller.....	31
5.2 Forskjeller mellom svømmeartene.....	33
5.2.1 – 50m.....	33
5.2.2 – 100m.....	34
5.2.3 – 200m.....	35
5.2.4 Total fremgang i svømmeartene.....	36
5.3 Sprint, mellomdistanse & langdistanse .....	37
5.4 Forventet prestasjonsutvikling .....	38
5.4.1 Crawl (CR) – Sprint & mellomdistanse .....	38
5.4.2 Crawl (CR) - Langdistanse .....	38
5.4.3 Rygg (RY).....	39
5.4.4 Butterfly (BF).....	39
5.4.5 Bryst (BR).....	40
5.4.6 Individuell Medley (IM).....	40
<b>6. Diskusjon</b> .....	<b>41</b>
6.1 Kjønnforskjeller.....	41
6.2 Svømmearter .....	42
6.3 Sprint, mellomdistanse og langdistanse .....	42
6.4 Begrensninger .....	43
6.5 Anbefalinger og videre forskning .....	44
<b>7. Konklusjon</b> .....	<b>46</b>
<b>Referanser</b> .....	<b>47</b>

## Liste over tabeller

- Tabell 1:** Forventet prestasjonsutvikling i crawl sprint og mellomdistanse for gutter og jenter ..... s. 38
- Tabell 2:** Forventet prestasjonsutvikling i crawl langdistanse for gutter og jenter ..... s. 38
- Tabell 3:** Forventet prestasjonsutvikling i rygg for gutter og jenter ..... s. 39
- Tabell 4:** Forventet prestasjonsutvikling i butterfly for gutter og jenter ..... s. 39
- Tabell 5:** Forventet prestasjonsutvikling i bryst for gutter og jenter ..... s. 40
- Tabell 6:** Forventet prestasjonsutvikling i IM for gutter og jenter ..... s. 40

## Liste over figurer

- Figur 1.** De 4 ulike svømmeartene. .... s. 14
- Figur 2.** Resultatutvikling på 11-års alder til senioralder på 50m..... s. 31
- Figur 3.** Resultatutvikling på 11-års alder til senioralder på 100m..... s. 32
- Figur 4.** Resultatutvikling på 11-års alder til senioralder på 200m..... s. 32
- Figur 5.** Årlig prestasjonsutvikling på 50m. .... s. 33
- Figur 6.** Årlig prestasjonsutvikling på 100m. .... s. 34
- Figur 7.** Årlig prestasjonsutvikling på 200m. .... s. 35
- Figur 8.** Total prestasjonsutvikling på 50-200m. .... s. 36
- Figur 9.** Årlig prestasjonsutvikling i ulike crawl svømmedistanser..... s. 37

## Forord

Jeg ønsker særlig å takke min veileder, Professor Espen Tønnessen. Din veiledning har vært til stor hjelp i denne oppgaven, og jeg setter stor pris på alle tips, innspill og diskusjoner.

Takk for at du har gjort bachelorskrivingen min til en svært kjekk og lærerik prosess! Videre retter jeg også en takk til Jens Petter Turøy som hjalp meg med å omgjøre data til korrekt formatering i datainnsamlingen, samt familie og venner for gjennomlesning.

*Sondre Lea Mørslund*

02.05.23

Stavanger

Signatur

Dato

Sted

## Sammendrag

**Bakgrunn:** Undersøkelser i idrett viser at det er en prestasjonsforskjell mellom menn og kvinner på omkring 10-15% i senioralder (Tønnessen et al., 2015). Friidrett, en vekt bærende idrett, viser at denne prestasjonsforskjellen inntreffer i pubertetsårene da det skjer store kroppslige endringer. **Hensikt:** Hensikten med denne studien er å undersøke om dette også gjelder for svømming, da dette er en ikke-vekt bærende idrett.

Søkelyset er rettet mot følgende problemstillinger:

1. Er det prestasjonsforskjeller hos gutter og jenter fra 11-års alder til senioralder i:
  - a. ulike svømmearter
  - b. svømmedistanser i forhold til sprint (50m), mellomdistanse (200m) og langdistanse (400m)
2. Hvilken prestasjonsfremgang kan gutter og jenter forvente å oppnå fra 11-års alder til senioralder i ulike svømmearter og svømmedistanser?

**Metode:** For å belyse problemstillingene på en nyansert og helhetlig måte har denne kvantitative studien benyttet et longitudinell tverrsnittsdesign. Data fra Norges All Time Topp 100 svømmere på de ulike konkurranseøvelsene, både gutter og jenter fra 11-års alderen til senioralder, er hentet fra Norges Svømmeforbund (NSF) sin database «medley.no». **Resultat:** Prestasjon i svømming er lik mellom gutter og jenter frem til 12-års alderen, og jenter er faktisk raskere i alle bryst-øvelsene i 11-års alderen. Gutters prosentvise fremgang i 13-18 års alder er  $\geq 100\%$  enn jentenes. Mellom de ulike svømmeartene er fremgangen relativ lik utenom butterfly som har en del større fremgang i 12-13 års alder, og crawl som har lavere fremgang i slutten av tenårene. Fremgangen mellom sprint, mellomdistanse og langdistanse er jevn, selv om langdistanse har minst fremgang i slutten av tenårene. **Konklusjon:** De kroppslige endringene i puberteten vil påvirke prestasjonen for begge kjønn, og guttenes prestasjonsutvikling økes betydelig mer enn jentenes fra 14-års alderen. Det er samme tendenser som er funnet i friidrett, men i en ikke-vekt bærende idrett som svømming er forskjellen enda større. Individualisering av treningsopplegg og realistisk målsetting vil anbefales, og videre forskning på treningsopplegg og kjønnsdeling vil være nyttig og interessant.

**Nøkkelord:** *svømming, pubertet, prestasjon, kjønnsforskjeller*

## Abstract

**Background:** Research in sports shows a 10-15% difference in performance between men and women (Tønnessen et al., 2015). Track and field events, weight-bearing sports, have found that these sex-specific differences arise during puberty as major bodily changes occur.

**Purpose:** The purpose of this study was to investigate whether this also applies to swimming, a non-weight-bearing sport. In this study, the spotlight is directed at the following issues:

1. Are there performance differences in boys and girls from the age of 11 to senior age in:
  - a. Different swim strokes
  - b. Swimming distances in relation to sprint (50m), middle distance (200m) and long distance (400m)
2. What performance progress can boys and girls expect to achieve from the age of 11 to senior age in different swim strokes and swim distances?

**Method:** In order to answer this in a nuanced and holistic way, this quantitative study have used a longitudinal cross-sectional design. Data from Norway's All Time Top 100 swimmers in the various swimming events, both boys and girls from the age of 11 to senior age, is collected through Norwegian Swimming Federation's (NSF) database called "medley.no".

**Results:** Up to the age of 12, performance in swimming is equal between the genders, and girls is actually faster in the breaststroke events. Boys have twice as much progression at the ages of 13 to 18 than girls ( $\geq 100\%$ ). Among the swim strokes the development is relatively similar, except that butterfly shows larger progression at the age of 12-13, and freestyle shows lower progression in the late teens. Comparing sprint, middle distance, and long distance the progression is quite even although long distance has the least progress in the late teens. **Conclusion:** Especially, the physical changes during puberty will affect performance for both sexes, and boys' performance development is increased significantly more than girls' from the age of 14. That corresponds with findings in track and field events, but in a non-weight-bearing sport such as swimming, the differences are even bigger. Individualization of training plans and realistic goal-setting would be recommended, and further research about training programs and sex-differences will be useful and interesting.

**Keywords:** *Swimming, puberty, performance, sex-differences*



## Liste over forkortelser

BF	Butterfly-svømming
BR	Bryst-svømming
CR	Crawl-svømming
FFM	Fettfri masse
FINA	Fédération Internationale De Natation
Hb	Hemoglobin
IM	Individuell Medley
KMI	Kroppsmasseindeks ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )
LÅMØ	Landsdels Årsklassemønstring
MM	Muskelmasse
MS	Massesenter
NSF	Norges Svømmeforbund
PHV	Peak Hight Velocity
PWV	Peak Weight Velocity
RY	Rygg-svømming
SL	Syklus lengde
SR	Syklus frekvens
T100	Topp 100 All Time tider
ÅM	Årsklassemesterskap

## Begrepsforklaring

**Antropometriske forutsetninger:** i biologien kalt seksuell dimorfi. Handler om når hanner og hunner av samme art varierer i en eller flere egenskaper som ikke er knyttet direkte til reproduksjon. De vanligste eksemplene er i farge og størrelse. Et eksempel hos mennesker er at menn i gjennomsnitt er høyere enn kvinner, og generelt er det svært vanlig at menn har større kropp enn kvinner (Voje, 2023).

**Biologisk alder:** referer til en enkeltes sunnhets- og aldringstilstand, og avspeiles ikke nødvendigvis av vår kronologiske alder. Aldring vil skje i forskjellig tempo, som kan knyttes til gener, men også livsstil og miljøet man lever i spiller inn (Strømme, 2020).

**Drag:** er en mekanisk kraft som genereres når et objekt beveger seg gjennom luft eller væske. Drag-kreftene har motsatt retning av objektet, motstand, og er skapt av ulik hastighet på objektet og den omkringliggende luften/væsken. Det er friksjon mellom molekylene i væsken/luften og overflaten på objektet (UIO, 2021).

**Extensive trening:** handler om å bygge en god base. Et treningsfundament der man dekker mange bevegelsesmønstre. Motsatt til spesialisert eller spesifikk trening (Mallon, 2020).

**FINA:** er organisasjonen som kontrollerer utviklingen og administrerer internasjonale konkurranser i vannsport - deriblant svømming (FINA, 2022). FINA har nå endret navn til «World Aquatics».

**Hemoglobin (Hb):** er et protein i de røde blodcellene som binder seg til oksygenet. De røde blodcellene (erytrocytter) består av 95% hemoglobin, dermed hemoglobinkonsentrasjonen sier noe om blodets sammensetning (Madsen & De Faveri, 2006, p. 145).

**Junioralder:** øvre junioralder for jenter er 18 år, mens for guttene er det 19 år (NSF, 2022).

**LÅMØ:** Konkurransen som arrangeres for gutter og jenter 11-16 år. For at det skal satses på allsidighet i ung alder har NSF LÅMØ som er ledd i den sportslige satsningen. Stevnet krever kvalifikasjon i form av de 24 svømmerne i hvert kjønn med høyest sammenlagt poengsum (FINA-poeng) i 5 øvelser i alderen 13-16 år. I alderen 11-12 år er klassen åpen. Her vil alle som har gyldige tider i de 5 øvelsene ha rett til å delta på LÅMØ. Tradisjonelt sett har LÅMØ-øvelsene vært 400m Fri, 200m Rygg, 200m Bryst, 100m Butterfly, 200m IM. Det

arrangeres 5 LÅMØ-stevner basert på regionene i Norge: Vest, Sør, Øst, Midt og Nord. LÅMØ er en forløper til ÅM (NSF, 2022).

**Masters:** er svømmere i alderen 25 år og eldre, og deles inn i ulike årsklasser. Masters er et alternativ for utøver som har sluttet, men som i voksen alder ønsker å prøve seg igjen. Programmet skal fremme velvære, vennskap og forståelse blant utøvere. I Norge, og flere andre land, har man også klassen «Pre-Masters» for 20-24 år. (NSF, 2015).

**Peak Hight Velocity (PHV):** er den tidsperioden et barn har sin største høydevekst. Jenter når PHV før guttene, men guttenes PHV er større (Walker, 2016).

**Peak Weight Velocity (PWV):** den perioden et barn har størst endring i kroppsmassen. Etter PHV er det 12-14 måneder der kroppsmassen øker i forhold til høyden: PWV. For gutter er PWV omtrent samtidig som PHV, mens for jentene er PWV 6 måneder etter (Green, 2017).

**Scapula:** også kalt skulderbladet, er den trekantede knokkelen som danner overgang mellom armen og kroppen gjennom skulderleddet (Holck, 2021).

**Senioralder:** I svømming, per dags dato, er senioralder for jenter når man fyller 18 år, mens for gutter er det 19 år (NSF, 2022).

**Vekstspurt:** er rask høydevekst i starten av puberteten. Pubertetsutviklingen varer i cirka 4 år, før tilveksten stort sett er avsluttet (Vandvik, 2022).

**Fart (V):** fart i svømming er et resultat av syklus lengde (SL) og syklus frekvens (SR) (Pelayo et al., 1996).

**Yards (y):** Svømming er stort i USA som bruker et annet metrisk system, altså svømmes og konkurreres det mye i 25 yards i USA. 1 yard tilsvarer 0.9144 meter, altså vil 50 yards tilsvare 45.72m (~10% kortere). I stedet for 400/1500m crawl/fri, konkurreres det i 500/1650y crawl/fri i USA. Alle internasjonale konkurranser svømmes i 50m eller 25m (Crocker, 2020).

**ÅM:** Er i likhet med LÅMØ et svømmestevne svømmere må kvalifisere seg for å kunne delta på. Det er de samme 5 øvelsene som i LÅMØ som danner kvalifikasjonsgrunnlaget, og som det skal konkurreres i på ÅM. På ÅM er det de 30 guttene og 30 jentene med høyest samlet poengsum fra LÅMØ, alle 5 LÅMØ-ene rundt om i Norge, som samles og konkurrer mot hverandre (NSF, 2022).

## 1. Innledning

Svømming er en tradisjonsrik idrett som var en del av programmet under de første moderne olympiske leker i Athen 1896 (FINA, 2022). Selv om svømming er en idrett med historisk tyngde er idretten også i dag en av verdens mest populære idretter, og blant de mest sette under OL (Khodae et al., 2016). Svømming kan karakteriseres som sykklisk bevegelsesform der prestasjon representeres av tiden det tar å svømme den gitte distansen under etablerte regler (Mujika & Padilla, 2000). I svømming har man 4 svømmearter; crawl/fristil (CR), rygg (RY), bryst (BR) og butterfly (BF) som konkurreres i 50m, 100m og 200m. Crawl konkurreres også i distansene 400m, 800m og 1500m. Den femte svømmearten, Individuell Medley (IM), er sammensatt av alle de 4 svømmeartene i rekkefølgen: butterfly, rygg, bryst og crawl (NSF, 2022).

Flere faktorer har bidratt til en trend av nedadgående tider i svømmeverden de siste tiårene. Regelendringer, flere fasiliteter og deltakere, bedre trenere og treningsmetoder, turbulensreducerende banetau, svømmebukser med mindre «drag», forbedret startstup og vendinger, samt svømmeteknikk som resulterer i større fremdrift og mindre motstand er noen grunner (Miller, 1975). Likevel er det fortsatt store prestasjonsforskjeller mellom kjønnene.

Prestasjonsforskjeller mellom menn og kvinner er vanlig i de fleste idretter, selv om denne forskjellen kan variere mye avhengig av idretten. En vektbærende idrett som maraton har funnet forskjeller på 2% (Wainer et al., 2000), mens i friidrett er kjønnsforskjellene ~10% i både løp og hoppøvelser (Tønnessen et al., 2015). Tønnessen et al. (2015) fant også at kjønnsforskjellene i barneårene, og før puberteten, var rundt 1%. Gjennom pubertetsårene ble disse kjønnsforskjellene større, og i 18-års alderen var kjønnsforskjellene cirka 10%.

I ikke-vektbærende idretter som svømming har man ikke samme kunnskap om pubertetens påvirkning på prestasjonsevnen på samme måte som i vektbærende idretter som løp/hopp i friidrett. Målet med denne studien er således å se hvordan prestasjonsutviklingen er i barne- og ungdomsårene i svømming, og om utviklingen er forskjellig for de ulike svømmeartene og svømmedistansene. Dette vil forhåpentligvis kunne bidra med kunnskap for trenere og være et verktøy for å utarbeide bedre, og mer realistiske målsettinger i en utfordrende fase i en svømmers karriere. Kanskje kan også studien hjelpe i utforming av treningsprogram/planlegging ved å belyse prestasjonsforskjellene mellom kjønn, svømmeart og svømmedistanse i svømming.

## 2. Problemstilling

I denne oppgaven er søkelyset rettet mot følgende problemstillinger:

1. Er det prestasjonsforskjeller hos gutter og jenter fra 11-års alder til senioralder i:
  - a. ulike svømmearter
  - b. svømmedistanser i forhold til sprint (50m), mellomdistanse (200m) og langdistanse (400m)
2. Hvilken prestasjonsutvikling kan gutter og jenter forvente å oppnå fra 11-års alder til senioralder i ulike svømmearter og svømmedistanser?

### 2.1 Operasjonelle definisjoner

**Prestasjonsutvikling:** utvikling av svømmers prestasjon (tid) i ulike konkurranseøvelser. En raskere tid tilsvarer en bedre prestasjon, og en positiv prestasjonsutvikling. Negativ fremgang vil da bety en seinere tid enn tidligere.

**Barne- og ungdomså:** fra 11-års alderen og opp til 18-års alder.

**Senioralder:** i denne oppgaven er senioralder fra en utøver er 19 år gammel og ut svømmekarrieren.

I denne oppgaven er de avhengige variablene prestasjonsutvikling i svømmearter og svømmedistanser, mens de uavhengige variablene er kjønn og aldersutvikling.

### 2.2 Avgrensninger av oppgaven

Studien omhandler kun norske svømmere, både gutter og jenter. Det er kun tider fra utøvere lisensiert i NSF som er inkludert i denne studien. Tidene/data er hentet fra utøvere i 11-års alder til senioralder. I tillegg er det kun Topp 100 All Time tider (T100) i hver årsklasse på de ulike konkurranseøvelsene som er brukt.

### 3. Teori

#### 3.1 Svømming

Svømming er en idrett med konkurransedistanser fra 50-1500m, en varighet fra 20 sekunder til 20 minutter, og kan konkurreres i kortbane (25m eller 25 yards) og langbane (50m) (NSF, 2022). Av de fire svømmeartene er crawl den raskeste, etterfulgt av butterfly, rygg, bryst. Butterfly/bryst roterer langs horisontalaksen, og armer/bein jobber samlet med en symmetri mellom høyre og venstre side av kroppen (Figur 1). Crawl/rygg roterer langs lengdeaksen med motsatte bevegelser mellom høyre og venstre side; en arm og den diagonale foten jobber samme retning. De ulike svømmeartene og distansene vil stille noe ulike krav, men uansett varighet er svømmerens evne til å omsette energi per tidsenhet avgjørende for prestasjonen (Madsen & De Faveri, 2006, p. 129). Det fysiologiske aspektet av svømming handler om å tilrettelegge belastningsfaktorene slik at de energileverende systemene forbedrer evnen til å omsette energi per/sekund (Madsen & De Faveri, 2006, p. 129). Mentale faktorer vil påvirke hvor høy utnyttingsgrad en svømmerne klarer å holde, og forbedret arbeidsøkonomi (teknikk) innebærer å kunne svømme fortere med det samme energiforbruket. Dersom  $VO_2$ -maks og utnyttingsgraden er uforandret vil en bedret arbeidsøkonomi føre til prestasjonsforbedring (Madsen & De Faveri, 2006, p. 147). Ifølge Toussaint & Beek (1992) er svømmeprestasjon et resultat av svømmers fysiologi, morfologi, nevralmuskulære egenskaper, og psykologi; altså en «totalpakke» der mange faktorer påvirker den endelige prestasjonen.



**Figur 1. De 4 ulike svømmeartene.** Figuren viser en forenklet oversikt over de 4 ulike svømmeartene (Freestyle; crawl, Breaststroke; bryst, Butterfly; butterfly, Backstroke; rygg).

Fremdrift og fart i svømmetak handler om å gi impulser på vannet, gjennom å påføre krefter som gir vannmassen en fartsending (Kjendlie & Stallman, 2011). Det kan gjøres ved:

1. Å gi en stor mengde vann en liten endring i fart
2. Å skyve en liten mengde vann, men gi det en større fartsending.

Punkt 1 er optimalt, altså er større flater som store håndflater/føtter fordelaktig for fremdriften (Kjendlie & Stallman, 2011). Tidligere forskning støtter dette da de har funnet at å svømme med en større overflate vil øke «syklus lengden» (SL) (Kjendlie et al., 2004), fremdriftseffektiviteten, og den maksimale farten (Gourgoulis et al., 2008).

Fordi svømmere ikke må bære sin egen kroppsvekt er belastningen på skjelett, sener og muskulatur betydelig mindre enn i de fleste landidretter. Derfor er det mulig å trene en del svømming i ung alder uten fare for overbelastning (Madsen & De Faveri, 2006, p. 42), og utallige treningstimer er synonymt med svømming. I svømming blir kroppen dratt over armene. Armene er fremdriftsmekanismen og skuldrene er essensielle, men sårbare for overbelastning/skader (Pink et al., 2011). Fremdriftskreftene skapes i overkroppen av arm-adduksjon og innover skulderrotasjon (Batalha et al., 2021). All svømmetrening kan skape muskelubalanser, der skulderadduktor og innad-rotasjon har en tendens til å bli proporsjonalt sterkere enn antagonistene (Batalha et al., 2021). Styrketrening/basis blir på så måte viktige skadeforebyggende tiltak for å sikre en langsiktig karriere, med kontinuitet i treningsarbeidet slik at utøvers fulle potensiale kan realiseres.

Svømming er en lukket idrett der trening/konkurranse stort sett foregår under konstante, ytre forhold. Idretten er svært målbar med mange arbeidskrav som enkelt og nøyaktig kan måles med en stoppeklokke. For eksempel SL, SR, eller tiden på start/vending/undervannsfasen (Madsen & De Faveri, 2006, p. 32). Åpningsfart og løpsopplegg, individuelt tilpasset svømmers aktuelle prestasjonsevne, er andre egenskaper svømmere bør mestre for å optimalisere prestasjonen sin. Ved for stor åpningsfart vil laktatopphopning føre til at svømmeren «stivner» og prestasjonen svekkes betydelig (Madsen & De Faveri, 2006, p. 157). Teknikk er den mest hensiktsmessige løsningen av en gitt bevegelsesoppgave (Madsen & De Faveri, 2006, p. 261). I sammenheng med å ta seg frem mest mulig effektivt i vann er motstand og fremdrift de to viktigste begrepene. Ifølge Madsen & De Faveri (2006, p. 282) må kroppen være så strak og lang som mulig for å effektivt kunne rotere rundt lengdeaksen. Svømmere må derfor lære seg å «rette ut» kurvene i ryggstøtten, slik at kroppen blir lengre,

strakere, glir bedre gjennom vannet, og da minsker drag/motstand mest mulig (Madsen & De Faveri, 2006, p. 282). Fra et biomekanisk perspektiv vil svømmehastighet avgjøres av «syklus lengde» (SL) og «syklus frekvens» (SR). En forståelse av hvordan disse to henger sammen, påvirker svømmehastigheten, og hva svømmere kan gjøre for å få et optimalt forhold til dem - er svært viktig for å utvikle en effektiv svømmeteknikk (Madsen & De Faveri, 2006, p. 261).

## 3.2 Svømmearter

### 3.2.1 Syklus lengde (SL) & syklus frekvens (SR)

En syklus består av to armtak i crawl/rygg da armene går diagonalt, og et armtak i butterfly/bryst da armene går parallelt. SL er den distansen en svømmer beveger seg i svømmeretningen per/syklus, mens SR er antall sykluser per/minutt. Fart (V) i svømming betegnes ofte som et resultat av SL og SR (Pelayo et al., 1996; Ree, 2015). I svømming vil høyere SL ofte sammenfalle med bedre prestasjon (Kjendlie & Stallman, 2011; Madsen & De Faveri, 2006).

For yngre prepubertale svømmere er SL korrelert til antropometriske parametere, i motsetning til SR. En frekvensøkning krever mye mer energi enn økning av SL (Madsen & De Faveri, 2006, p. 275). Økning i maksfart fra 11-års alderen er relatert til økning i SL, mens SR ved maksfart ikke øker med alderen (Kjendlie & Stallman, 2011). For jenter i alderen 11-15 år vil SR holdes relativt stabilt, mens SL og V utvikler seg nærmest parallelt (Madsen & De Faveri, 2006, p. 275). Hovedsakelig vil man svømme raskere ved å øke SL, og bør over tid kunne utvikle mer kraft i hvert armtak slik at SL utvikles ytterligere. SL gir en god indikator av fremdriftseffektiviteten og kan brukes til å evaluere progresjon i de tekniske ferdighetene (Toussaint & Beek, 1992).

Forskning har også vist en signifikant sammenheng mellom armlengde og SL, samt armlengde og SR (Grimston & Hay, 1986). Høyere og større svømmere med høyere SL kan produsere mye kraft per/armtak. På motsatt side vil mindre svømmere, med kortere SL, bruke høyere SR når de svømmer (Nevill et al., 2020). Den største forskjellen i svømmehastighet mellom gutter og jenter kan hovedsakelig forklares med gutters lengre SL, nettopp fordi gutter generelt er større og fysisk sterkere (Madsen & De Faveri, 2006, p. 275).



### 3.2.2 Antropometriske forutsetninger for prestasjon

Forskning på de antropometriske forutsetningene blant svømmere fra 1991 FINA World Championships fant flere karakteristikkforskjeller mellom svømmeartene (Kjendlie & Stallman, 2011). Mannlige crawl-svømmere var: høyere, hadde lengre underekstremiteter enn bryst og butterfly, større brystbredde enn bryst-svømmere og lengre lår enn butterfly-svømmere. For kvinnene var crawl-svømmerne tyngre enn bryst-svømmerne, hadde lengre vingspenn enn bryst/butterfly, lengre underekstremiteter enn butterfly, og lengre lår enn bryst/butterfly. Rygg-svømmere og 100m crawl-svømmere virker å være høyere sammenlignet med bryst, butterfly og langdistanse crawl-svømmere (Kjendlie & Stallman, 2011). Svømmere vil også tjene på å ha mindre kroppsfett, brede skuldre/hofte, og større vingspenn (Nevill et al., 2020). Rygg-svømmere tjener på å ha lengre rygg, og butterfly-svømmere karakteriseres av større muskulatur i underekstremitetene. Nevill et al. (2020) fant også at 100m butterfly prestasjon var sterkt positivt assosiert til lengdeforholdet mellom [(vingespenn)/(forearm lengde)] og omkrets [(legg)/(ankel)], istedenfor hele kroppsstørrelsen. For 100m bryst fant man en positiv assosiasjon til omkrets forholdet «forearm/vrist» i unge svømmere mellom 11 og 13 år.

### 3.3 Svømmedistanser

Optimal SR vil være lavere jo lengre svømmedistansen er. På langdistanse må den mest effektive og energisparende kombinasjonen av SR/SL, som samtidig gir høyest svømmehastighet, finnes (Madsen & De Faveri, 2006, p. 274). Det mest arbeidsøkonomiske vil være å holde SR/SL stabilt gjennom konkurransedistansen. Blant elitesvømmere vil SR typisk variere mellom 40-45 sykluser/min (langdistanse) og 60-65 sykluser/min (sprint). Ifølge Madsen & De Faveri (2006, p. 275) reduseres også SL med svømmedistansen; 1500m (2.25-2.5 m/syklus) og 50m (1.9-2.15 m/syklus). Mellomdistanse krever nær maksimal innsats over en periode opp mot 2 minutter og legger seg mellom sprint/langdistanse (SR; 45-50, SL; 2.20-2.40), men med kjønnsforskjeller og individuelt tilpasset (Madsen & De Faveri, 2006, p. 275).

Aerob kapasitet er en av de viktigste egenskapene i svømming, selv for sprint, men betydningen øker i takt med svømmedistansen (Madsen & De Faveri, 2006, p. 29). Man kan skille mellom treningsprosessen og selve konkurranseresultatet, og det er en tydelig forskjell i viktigheten av energisystemene for en sprinter og langdistansesvømmer. Lageret av

kreatinfosfat og adenosin trifosfat (ATP) rekker til kanskje 12 sekunder arbeid med maksimal svømmehastighet (Madsen & De Faveri, 2006, p. 132). Grovt sett er det anaerobe systemet svært viktig på alle svømmedistanser opp til 200m. På 50-100m dekker det 60-80% av energibehovet, på 400m (30%) og 1500m (10%) (Madsen & De Faveri, 2006, p. 136).

En forbedring av anaerob kapasitet medfører at svømmeren klarer å mobilisere mer og tåle et høyere maksimalt laktatnivå. Overskrides laktatkonsentrasjonen inne i cellen 36 mmol/l beskytter kroppen seg mot en nedbryting ved å skru av den anaerobe energiomsetningen (Madsen & De Faveri, 2006, p. 152). I konkurranser kalles dette å «stivne/sprekke». Muskulene vil føles stive og koordinasjonsevnen blir dårligere. Samlet sett vil teknikken falle fra hverandre. Sprintere vil generelt sett ha de høyeste laktatverdiene, fordi de har en større andel laktatproduserende muskelfibre. Selv for en sprinter forbedres konkurranseresultat mer gjennom å forbedre den aerobe kapasiteten, fordi den anaerobe kapasiteten har en naturlig grense som nås vanligvis etter 6-8 uker med anaerob trening. Ytterligere anaerob trening vil i beste fall kun stabilisere det oppnådde nivået (Madsen & De Faveri, 2006, p. 151). Optimalt ønsker man å nå denne grensen for hver svømmer, uten å miste noe av den aerobe kapasiteten. Det er vanskelig da jo mer den aerobe utholdenheten trenes, jo dårligere blir den anaerobe utholdenhet - og omvendt (Madsen & De Faveri, 2006, p. 152). Hver utøver har et individuelt balansepunkt mellom disse kapasitetene, avhengig av svømmerens muskelfiberfordeling. Naturlig nok er det da en forskjell på sprintere og langdistanse.

Undersøkelser etter suksessprediktorer fant at SL som beste prediktoren for 400m, og «fettfri masse» (FFM) som beste prediktoren for VO<sub>2</sub>-maks (Costill et al., 1985). Forskning på australske 9-13 åringer fant at høyde, kroppsmasseindeks (KMI) og triceps fettprosent korrelerte med crawl/butterfly prestasjon (Kjendlie & Stallman, 2011). Blant 11 år gamle gutter korrelerte høyde med 50m prestasjon, og forearm-lengde for 100-400m. For jentene korrelerte prestasjon til FFM (Kjendlie & Stallman, 2011).

I sprint er maksimal styrke en vesentlig faktor for den maksimale svømmehastigheten, samt for å akselerere kroppen i starter/vendinger (Madsen & De Faveri, 2006, p. 30). Maksimal styrke er viktigst for sprintere, fordi den ytre motstanden er større. For 50m bør styrketreningen være mer *styrkebetont* med fokus på ytre motstand (vekten), mens 1500m bør ha mer *utholdenhetsbetont* der varigheten er avgjørende (Madsen & De Faveri, 2006, p. 198).

### 3.4 Kjønnsmessige prestasjonsforskjeller i senioralder

Menn har generelt prestert bedre i idretter som er avhengig av sprint, hopp og utholdenhetskapasitet (Berthelot et al., 2008; Chevront et al., 2005; Nevill & Whyte, 2005; Seiler et al., 2007; Thibault et al., 2010). Med årene har andelen kvinner i idrett stadig økt, treningsinnhold/frekvens har blitt likere, og kjønnsforskjellene har blitt mindre (Tønnessen et al., 2015; Wainer et al., 2000). En annen grunn kan være deltakelse-aspektet. Jenter starter å svømme i yngre alder enn tidligere, 60% av svømmerne under 17 år er kvinner, og de holder seg lengre i idretten (Wainer et al., 2000). I svømming reduseres kjønnsforskjellene i takt med den økende svømmedistansen (Knechtle et al., 2020; Wainer et al., 2000). Likevel er det fortsatt store kjønnsforskjeller og en generell enighet om at det er de fysiske forskjellene som står bak prestasjonsforskjellene.

Forskning på prestasjonsutvikling innen vektbærende idretter har vist 50% større utvikling blant gutter i 60-meter, 800-meter, lengdehopp og høydehopp i aldersspennet 11 til 18 år (Tønnessen et al., 2015). Fra 12-13 års alderen vil fysiske kapasiteter, økning i røde blodceller hos gutter, og hormonrelaterte endringer i kroppssammensetningen medfører markante kjønnsforskjeller. Slike kjønnsforskjeller har påvirkning på treningsprosessen (Tønnessen et al., 2015). Likevel er det fortsatt dårlig forståelse for hvordan disse forskjellene bør påvirke treningsplanlegging, treningsgjennomføring og målsetting for gutter og jenter. Mannlige svømmere vil typisk nå sin prestasjonstopp i 24-års alderen. Tilsvarende for kvinner er 22 år, og begge kjønns vindu for å opprettholde toppen er  $2.6 \text{ år} \pm 1.5$  (Alshdokhi et al., 2020). Altså vil ikke prestasjon i barne-, og ungdomsårene nødvendigvis si noe om svømmeres iboende potensiale, og de mange endringene i puberteten vil påvirke stort.

#### 3.4.1 Kroppslige forhold/antropometri

Marinho et al. (2021) hadde som hensikt å bekrefte hvordan antropometriske karakteristikk og muskelstyrke hos svømmere i alderen 13-16 år, kunne påvirke prestasjon i 50m og 400m crawl. De raskeste kvinnelige svømmerne viste signifikante forskjeller fra «tregerne» svømmere i høyde og vekt, som positivt påvirket prestasjon. Blant mennene viste de beste svømmerne tendenser til høyere muskelstyrke. Studien konkluderte med at prestasjonsnivået hos unge svømmere virket å bestemmes av antropometri og muskelstyrke (Marinho et al., 2021).

Ifølge Kjendlie & Stallman (2011) har sprintere lengre forarm mens langdistansesvømmere er lavere, har mindre vingespenn, og mindre hånd/fot-lengde. Brystets dybde er også større for langdistansesvømmerne, noe som kan reflekterer bedre lungekapasitet. Sprintere i crawl er høyere, tyngre og mer muskuløs enn mellom/langdistanse, samt de andre svømmeartene. I alle svømmeartene og de fleste distansene, utenom 800m og 1500m, er de aller beste svømmerne høyere og tyngre enn de nest-beste (Kjendlie & Stallmann, 2011). Ifølge Kjendlie & Stallman (2011) vil høyere svømmere ha mindre bølgemotstand, og deres store overflate (særlig hender) vil øke fremdriftseffektiviteten. SL er relatert til kroppsstørrelse, i motsetning til SR. Menn har også større flytende dreiemoment enn kvinner, eldre menn har større enn gutter, og sprintere større enn langdistansesvømmere (Kjendlie & Stallman, 2011).

Flere studier har funnet sammenheng mellom høyde/vingespenn og prestasjon i både 100m og 400m crawl (Lätt et al., 2009; Morais et al., 2012). Også tidligere har en korrelasjon mellom antropometrisk karakteristik og fart for begge kjønn blitt rapportert (Geladas et al., 2005). Det virker klart at antropometriske forutsetninger og forhold spiller en rolle for svømmeprestasjon. Ifølge Nevill et al. (2020) har tidligere studier indikert at antropometriske faktorer forklarte 45.8% av 100m crawl prestasjonene blant 15 år gamle gutter (Lätt et al., 2010), og 63.8% for 13 år gamle gutter og jenter (Bond et al., 2014). Disse antropometriske forskjellene kan belyse viktigheten av å vurdere somatiske og demografiske egenskaper til unge svømmere for talentidentifikasjonsformål (Nevill et al., 2020), og for å sikre at svømmerne realiserer deres mest passende svømmeart.

### **3.4.2 Kroppslig høyde**

Drag, i svømmetekniske homogene grupper, bestemmes av antropometriske dimensjoner (Toussaint & Beek, 1992), og er dermed viktig å undersøke. Kroppslig høyde er et av de vanligste og enkleste målene man kan ta. For eliteutøvere, der vekst ikke lengre er en faktor, rapporteres svømmere fortsatt å være høyere enn normalpopulasjonen (Kjendlie & Stallman, 2011). Forskning har vist en trend der svømmere, både i OL og på det russiske landslaget, i aldersspennet 11-19 år har blitt høyere de siste tiårene (Kjendlie & Stallman, 2011). Olympiske svømmere ble også funnet høyere enn «sub-olympiske svømmere», mens vingespenn, hånd og fot-lengde ikke var annerledes mellom gruppene.

Kroppslig høyde virker som en prestasjonspåvirkende faktor i sprint, men ikke så kritisk i lengre distanser der arbeidsøkonomien er viktigere enn maksimal svømmehastighet (Kjendlie & Stallman, 2011). En grunn kan være at det flytende dreiemomentet påvirker svømmeøkonomien på en negativ måte. Ifølge Kjendlie & Stallmann (2011) har høyere svømmere et høyere bensenkende dreiemoment enn kortere svømmere, ved submaksimale hastigheter. Dataene støtter en allmenn oppfatning om at svømmere er høye, med brede skuldre og smale hofter sammenlignet med normalbefolkningen (Kjendlie & Stallman, 2011).

Avhengig av en svømmers høyde vil også massesenteret (MS) være 50-70 cm fra veggen i en crawl/rygg-vending, og 110-140 cm ved et innslag. En høyere svømmer kan utføre vending/innslag med MS lengre borte fra veggen, og sådan svømme en kortere distanse. Ved startstupet er også MS høyere, som i teorien vil bety en inngang i vannet lengre borte fra startblokken. Hypotesen har blitt støttet av eksperimentell data: 150 cm svømmer 95.5/100-meter, mens 185 cm svømmer 94.3/100-meter. Altså er den faktiske løpsdistansen 1.18m kortere, og en høy svømmer vil svømme 1.3% raskere bare på grunn av høyden sin (Kjendlie & Stallman, 2011).

### 3.4.3 Kroppssammensetning

Generelt er de beste svømmerne ofte høyere, eldre, har lengre lem (Carter et al., 1994), er tyngre, har mindre fett og mer muskler enn deres jevnaldrende – en tendens som øker med alder og prestasjonsnivå (Kjendlie & Stallman, 2011). Grunner kan være tidligere biologisk utvikling eller «selv-seleksjon» inn til den mest passende idretten. Samtidig fant en studie på yngre utøvere (7-12 år) ingen forskjeller i kroppsform, fleksibilitet, styrke eller lungefunksjon mellom svømmere, tennisspillere og ikke-atleter (Baxter-Jones et al., 1995).

FFM er positivt relatert til svømmeprestasjon og reflekterer økt muskelhypertrofi (Kjendlie & Stallman, 2011). På grunn av «extensive trening» har svømmere generelt lavere prosentvis kroppsfett sammenlignet med allmennheten (Kjendlie & Stallman, 2011). Svømmere har også normal beinmineralitet, selv om det er en ikke vekt-bærende aktivitet. Likevel påpekes det at svømming vil bety mindre stimulering for beinmineraliseringsprosesser (Kjendlie & Stallman, 2011).

### 3.4.4 Muskelstyrke

Styrketrening er vanlig i de fleste idretter, med mål om å øke konkurranseprestasjonen. Større, høyere eller mer muskuløse utøvere svømmer raskere, noe som er vist gjennom studier på barn, elitesvømmere og mastersvømmere (Kjendlie & Stallman, 2011). Særlig i de korte konkurransedistansene har prestasjon en sterk sammenheng med muskulær styrke, og handler om kapasiteten til å påføre krefter i vannet – en kritisk faktor for suksess i svømmekonurranser (Marques et al., 2020). Svømmetrening vil forbedre den utholdende styrken, men motstanden i vannet er vanligvis for liten til å kunne forbedre den maksimale styrken. Med riktig styrketrening på land kan styrken forbedres 5 ganger raskere enn trening i vannet. Styrketrening på land er derfor svært viktig og nødvendig for å forbedre styrken blant annet i fremdriftsmuskulaturen (Madsen & De Faveri, 2006, p. 194).

Wainer et al. (2000) fant kjønnslige prestasjonsforskjeller i maraton (2%) og 100m crawl svømming (9%). Forskjellene tolkes som en representant for fysiske styrkeforskjeller. De største kjønnsforskjellene i styrke er relatert til overkroppen, og den større prosentvise kjønnsforskjellen i svømming gir mening med tanke på idrettens prestasjonskrav og det faktumet at svømming er en ikke-vektbærende idrett (Wainer et al., 2000).

Ifølge Madsen & De Faveri, (2006, p. 193) er to sentrale grunner til at styrketrening er viktig i svømming:

1. Idrettslig prestasjon avhenger av evnen til å utvikle kraft - evnen kaller vi «styrke». For enhver bevegelse som utføres kreves det styrke. Svømmeteknikk som gjennomføres mot en motstand på over 30% av vår maksimale styrke i bevegelsen, som er tilfellet for fremdriftsmuskulaturen i alle konkurransedistanser, så vil antall gjentakelser avhenge av svømmers maksimale styrke. Manglende styrke er sådan en begrensende faktor for svømmeprestasjon.
2. Muskulaturen som stabiliserer kroppsholdningen, må være såpass utviklet at kroppen kan ha en linjeholdning som reduserer motstanden i vannet. I tillegg må kroppen stabiliseres slik at fremdriftskreftene som bein/armene skaper, gir størst mulig svømmehastighet.

Svømmere bør først og fremst forbedre maksimal styrke gjennom å utvikle den inter- og intramuskulære koordinasjonen slik at flere muskelfibre kan mobiliseres samtidig (Madsen & De Faveri, 2006, p. 196). Ved å forbedre den maksimale styrken gjennom å øke tykkelsen på

muskelfibrene, vil likevel antallet muskelfibre forbli konstant og kan føre til en ugunstig spesifikk vekt.

Styrke/power i underekstremitetene er indikatorer for prestasjon under startstup, og plyometrisk styrketrening har gitt gode resultater knyttet til startstup/vendinger (Marques et al., 2020). Björk (2018) fant høy korrelasjon mellom absolutt styrke i knebøy og 50m crawl prestasjon. 400m hadde en moderat korrelasjon til den relative styrken i knebøy og «lat-pulldown». For prestasjon i 400m er altså relativ styrke viktigere enn absolutt styrke. Overkroppsstyrke og power har også vist positiv korrelasjon til svømmeprestasjon. Styrke i overkroppen korrelerer til svømmeprestasjon: relativ styrke for 400m og absolutt styrke for 50m. Overkroppsstyrke viste seg også som den beste predikatoren for 50m prestasjon (Björk, 2018). Trening av forearm fleksjons- og ekstensjonsstyrke, blant mannlige svømmere, kan også forbedre fremdriftskraften og svømmeprestasjon (Cochrane et al., 2015). Marques et al. (2020) konkluderte med at to styrketreninger per/uke, med lav belastning og volum, samt maksimal hastighet i bevegelsesutførelsen, vil gi signifikant fremgang i fysisk prestasjon og kan forbedre svømmeprestasjon hos unge utøvere.

Muskelstyrke virker å være essensielt for prestasjon i svømming, men den totale treningsbelastningen må tas i betraktning. Batalha et al. (2021) undersøkte styrke og balanse i skuldrene blant unge utøvere etter svømmetrening. For guttene fant man ingen signifikant forskjell i rotatormansjettstyrken eller balansen. For kvinnene fant studien derimot en betydelig reduksjon i rotatormansjettens balanse i den ikke-dominante hånden. Mens styrketrening etter en svømmetrening kan være passende for gutter, bør man være mer oppmerksom med jenter. Skulderstyrkenivået bør regelmessig vurderes for å individuelt identifisere svømmere som ikke bør trene styrketrening etter vanntreningen (Batalha et al., 2021).

### **3.4.5 Hemoglobin & VO<sub>2</sub>-opptak**

Mesteparten av menneskers blodceller utgjøres av røde blodceller, kalt erythrocytter. Hovedoppgaven deres er å frakte oksygen fra lungene og ut til kroppen, noe som gjøres ved hjelp av hemoglobin som ligger inne i erythrocyttene (Waage, 2021). VO<sub>2</sub>-maks er den største mengden oksygen per minutt som en utøver kan ta opp og utnytte (Madsen & De Faveri, 2006, p. 143). Måling av VO<sub>2</sub> kan gi et bilde på hvor utholdenhetstrent man er, og bør gjøres

idrettsspesifikt. Elitesvømmere har  $75 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for gutter og  $65 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for jenter. Dette er lavere enn langrenn/friidrettsutøvere på grunn av treningsmåte og det faktum at svømmere i gjennomsnitt er større/tyngre fordi man ikke må bære sin egen kroppsvekt i vannet (Madsen & De Faveri, 2006, p. 143).  $\text{VO}_2$ -maks begrenses også av sentrale og perifere faktorer, deriblant blodets bindingskapasitet for  $\text{O}_2$  som bestemmes av utøvers mengde Hb per/liter blod (Madsen & De Faveri, 2006, pp. 143-144). Betydningen av  $\text{O}_2$ -transport med hemoglobin illustreres godt av anemi der mindre Hb reduserer prestasjonen til tross for en kompenserende økning i hjertevolumet (Cai et al., 2019), og av en sterk korrelasjon mellom aerob prestasjon og total Hb. Hb har blitt sett på som en av de viktigste begrensende faktorene for å maksimere  $\text{O}_2$  opptak - som igjen predikerer utholdenhetsprestasjon (Cai et al., 2019).

For selve konkurranseresultatet på 50m er den aerobe kapasiteten mindre betydningsfull, enn på lengre distanser (Madsen & De Faveri, 2006, p. 142). Målet med aerob utholdenhetstrening er å øke den aerobe kapasiteten, og da gjennomsnittshastigheten en utøver kan holde på en gitt distanse med over 30 sekunders varighet.  $\text{VO}_2$ -maks vil representere den øvre grensen for aerob kapasitet, mens utnyttingsgraden vil bestemme den endelige størrelsen (Madsen & De Faveri, 2006, p. 142). Svømmere med høyere  $\text{VO}_2$ -maks kan opprettholde et høyt treningsvolum, svømme raskere og mer økonomisk, samt restituere raskere (Cai et al., 2019). De fleste konkurranseøvelsene varer under 2 minutter, altså må svømmetrening også vektlegge utvikling av anaerob kapasitet. Generelt sett har unge begrenset anaerob kraft, blant annet på grunn av underutviklet muskelmasse og nevromuskulær koordinasjon (Cai et al., 2019).

### **3.5 Kroppslige endringer i puberteten**

Muskelmassen (MM) er nært identisk mellom kjønnene frem til 12-13 års alderen, men flater ut i 15-16 års alder for jenter, og 19-20 års alder for guttene (Tønnessen et al., 2015). Nær «Peak Hight Velocity» (PHV) vil jenter gjennomsnittlig øke FFM med  $3.5 \text{ kg}/\text{året}$ , og guttene  $7.2 \text{ kg}/\text{året}$ . Endringer i absolutt fettmasse er  $0.7 \text{ kg}$  (gutter) og  $1.4 \text{ kg}$  (jenter). Under vekstspurten utvikles markante kjønnsforskjeller hovedsakelig forårsaket av endringer i kroppssammensetningen, på grunn av hormoner og en økning i røde blodceller hos gutter (Tønnessen et al., 2015). To viktige hormoner i puberteten er østrogen som stimulerer til



vekst av brystene og skjelettutvikling hos jenter, og testosteron som utvikler testiklene, øker vekst og stemmeskiftet hos gutter (Madsen & De Faveri, 2006, p. 308).

Hormonkonsentrasjonen øker hos begge kjønn. Testosteronet åttedobles og østrogenet dobles hos gutter, og omvendt forhold hos jentene. Det er også godt dokumentert at guttene som kommer sist i puberteten, eller jentene som kommer først, vil oppleve de kroppslige forandringene mer problemfylte. Hovedsakelig handler dette «*problemet*» om det å skille seg ut, og frustrasjon kan oppstå når alle endringene skjer samtidig (Madsen & De Faveri, 2006, p. 309). Ifølge Madsen & De Faveri (2006, p. 313) oppstår også forskjeller i prestasjonsmotiv mellom kjønnene, der den sosiale vurderingen blir viktigere for jentene. De har i større grad en frykt for å lykkes, fordi gode prestasjoner viser at man er flinkere enn andre - som kan oppleves truende fordi «man ikke skal tro at man er noe».

Ferdigheter og teknikker utvikles gjennom et samspill mellom nervesystemet og muskelsystemet, men utviklingsforløpet for muskler og nerver er forskjellig (Madsen & De Faveri, 2006, p. 39). Nervesystemet utvikles raskere og tidligere. 90% er utviklet i 8-års alderen, og gjennomsnittlig er nervesystemet ferdigutviklet i 14-års alderen. Muskelsystemet er derimot 65% utviklet i 8-års alder, og først ferdig i 20-års alderen (Madsen & De Faveri, 2006, p. 39). Altså har mennesker gode forutsetninger for å lære bevegelser og ferdigheter i ung alder, særlig i alderen 8-12 års alderen – den motoriske gullalderen.

### **3.5.1 Lengdevekst (vekstspurten)**

Ifølge Tønnessen et al. (2015) vil vekstspurten hos jenter typisk komme i 9-10 års alderen, og PHV i 11-12 alderen (7-9 cm). Det kan være en forskjell på hele 5 år mellom tidlig og sent utviklede jenter, og i løpet av puberteten vokser jentene cirka 25 cm (Madsen & De Faveri, 2006, p. 308). Gutter kommer i puberteten cirka to år etter jentene, men dette kan variere  $\pm 2$  år. Både PHV og vekstspurten skjer cirka 2 år senere for guttene, men omfanget er noe større med 8-10 cm (Tønnessen et al., 2015).

### 3.5.2 Kroppssammensetning og muskelstyrke

I puberteten vil jentene oppleve større økt fettmasse enn guttene, og PWV i 12-13 alderen er 6-9 kg (Tønnessen et al., 2015). Muskelmassen vil ikke øke like fort som fettmassen. Det kan ha en direkte negativ effekt på jentenes prestasjonsutvikling i vannet fordi deres relative styrke blir dårligere (Madsen & De Faveri, 2006, pp. 308-309). Jentene vil altså trenge tid for å utvikle nødvendig muskelmasse som trengs for å kompensere for den økte kroppsmassen. Videre sier boken at den endrede kroppformen og proposisjonene, endrer forutsetningene for svømmeteknikken og en teknisk tilpasning kan være nødvendig for å hindre stagnasjon (Madsen & De Faveri, 2006, pp. 308-309). For guttene vil det økte testosteronnivået resulterer i økt muskelmasse, og er en viktig årsak til at gutter presterer betydelig bedre enn jentene i og etter puberteten (Madsen & De Faveri, 2006, p. 309). Også PWV er større for guttene med 9-10 kg (Tønnessen et al., 2015).

### 3.5.3 Hemoglobinmasse & VO<sub>2</sub>-maks

I puberteten vil også hjertet vokse. Et større og sterkere hjerte vil kunne pumpe mer blod rundt i kroppen slik at det maksimale oksygenopptaket økes. Blodet vil også utvikle seg og kunne frakte mer oksygen til musklene som jobber, og hjerte, lunger og kretsløp påvirkes allerede i 7-8 års alder (Madsen & De Faveri, 2006, p. 42). Det kan utnyttes ved å gradvis øke distansen man kan svømme med jevn hastighet, uten pause. Den aerobe svømmeutholdenheten må videreutvikles fra første treningsår til slutten av svømmekarrieren.

Cai et al. (2015) fant små alders-, og kjønnspassende hematologiske, hormonelle og utholdenhetsindekser blant ungdomssvømmere. De kjønnsrelaterte forskjellene i røde blodceller var nok ikke relatert til erythropoietin (EPO), men kan forklares med gutters høyere testosteronnivå. På grunn av korrelasjonen til både anaerob og aerob kapasitet, kan erytrocyttindekser brukes som en del av talentidentifikasjon (Cai et al., 2019). Hematologiske undersøkelser på barn og unge er begrenset, men har funnet høyere verdier av røde blodceller, hemoglobin og hematokrit blant gutter. De fant også lavere verdier for prepubertale, som antyder at erytrocyttindekser ikke nødvendigvis forklarer utholdenhetsgevinster når barn/unge trener (Cai et al., 2019).

### **3.6 Biologisk alder & kalenderisk alder**

Atar et al. (2019) analyserte effekten av biologisk alder i antropometriske mål og muskulær styrke på 15 år gamle svømmere. En gruppe var født i starten av året, den andre på slutten. Alle gjennomsnittlige verdier knyttet til relativ styrke var signifikant bedre for gruppen født tidlig på året. Biologisk alder er en viktig faktor når man vurderer svømmeprestasjon blant unge (Atar et al., 2019). I løpet av den biologiske utviklingen vil alle de fysiske egenskapene forbedres, uavhengig om de trenes i tillegg. Unge svømmere vil bedre utholdenhet og styrke når de blir eldre. Dersom egenskapene trenes i sensible faser vil de utvikles betydelig raskere og bedre, og potensialet til kontinuerlig prestasjonsforbedring etter puberteten vil være større (Madsen & De Faveri, 2006). Inntil svømmere når puberteten vil prestasjonsevnen bedres nesten uavhengig av treningsprosessen. I den perioden er det derfor vanskelig å skille hva som skyldes den biologiske utviklingen, og hva som er resultat av treningsprosessen (Madsen & De Faveri, 2006, p. 43). Videre sier boken at prestasjonsevnen utvikler seg individuelt forskjellig, da den er avhengig av utviklingsalder. Utviklingsalderen bestemmes av biologisk alder, kalenderalder, og treningsalder.

## 4. Metode

I metodedelen er det beskrevet hvilke metoder studien har brukt, og hvordan data er samlet inn og analysert.

### 4.1 Metodisk tilnærming

I denne studien ble det benyttet en kvantitativ metode med en longitudinell tverrsnittsdesign, gjennom å samle inn Norges All Time Topp 100 tider på ulike svømmeøvelser i sine respektive årsklasser. Kvantitativ metode gir et målbart resultat som kan presenteres i form av tall, og er brukt i denne oppgaven for å kunne tydelig illustrere forventet prestasjonsutvikling i svømming hos gutter og jenter fra barneårene til senioralder.

### 4.2 Utvalg

I denne studien ble tidene til T100 på de ulike svømmeøvelsene brukt, fra alderen 11 til senioralder (rekkevidde; 19-110) både for gutter og jenter. En utøver kan kun ha en tid på Topp 100 listen per/øvelse - sin beste tid svømt innenfor den gitte alderen.

Det er totalt 18 øvelser man kan svømme, og for hver øvelse er det 9 aldersklasser (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19-110), og to kjønn (gutter/jenter).  $Topp\ 100 \times 18 \times 9 \times 2 = 32\ 400$ . Ikke alle svømmeøvelsene hadde 100 tider i alderen 11 år, noe som kulminerte dataene til  $N=32\ 230$ .

Ettersom datainnsamlingen er gjennomført for hver årsklasse er utvalget begrenset i noen av svømmeøvelsene. Dette gjelder i den yngste klassen (11-åring) i øvelsene 400m IM Gutter ( $N=80$ ), 200m Butterfly (Gutter;  $N=67$ , Jenter;  $N=77$ ) og 1500m Crawl (Gutter;  $N=57$ , Jenter;  $N=49$ ).

### **4.3 Instrument**

Denne studien baserer seg på data innhentet fra en offentlig database kalt Medley.no. Medley.no utvikles og driftes av Norges Svømmeforbund (NSF), og er NSF sin portal for konkurranseidrett (NSF, u.å.). Nettsiden inneholder blant annet rekorder, rangeringslister og medaljeoversikt fra NM. Etter svømmekonkurranser fra hele landet legges resultater fortløpende inn i databasen. Til enhver tid ligger det oversikter over Topp 100 All-Time tider/resultater for alle de ulike svømmeøvelsene. Listene inneholder også navn, fødselsdato, klubb, bassenglengde, samt dato, sted og stevne der tiden ble oppnådd.

### **4.4 Prosedyre**

Frem til utøverne er 11 år gamle legges ikke resultatene deres fra svømmekonkurranser inn i Medley.no, selv om utøverne får lov å konkurrere på svømmestevner (NSF, 2018). Dermed startet utvalget i denne studien på alderen 11 år, fulgte hvert alderstrinn opp til 18 år, og en «seniorklasse» for utøvere mellom 19-110 år.

Kun longitudinelle studier kan gi tilstrekkelig informasjon om prestasjonsutvikling gjennom ungdomsårene og puberteten. NSF har gjennom mange år registrert resultater fra svømmearrangement for norske utøvere fra de er 11 år gamle. Databasen byr på en mulighet til å undersøke den langsiktige prestasjonsutviklingen i svømming gjennom noen av de viktigste og mest innholdsrike årene, samt på tvers av ulike svømmearter, distanser og kjønn.

Datainnsamlingen har skjedd via Medley.no der man kan hente ut All Time Top 100 for de ulike svømmeøvelsene. Søkriterier kan tilpasses godt slik at man kan hente eksakt den dataen man er ute etter. For å sikre å få med all tilgjengelig og relevant data for denne studien ble datoen satt slik at tidene måtte være registrert mellom 15.02.1900 til 15.02.2023. Hver svømmer kunne også kun ha en tid blant Topp 100 i hver enkelt øvelse, deres raskeste i det angitte tidsrommet. Dette for å sikre data fra 100 ulike individer for hver Topp 100 liste.

#### **4.4.1 Inklusjon og eksklusjonskriterier**

Et inklusjonskriterium var at tidene må være svømt i et 25-meters basseng: den bassenglengden i Norge som er, og tradisjonelt sett har vært, vanligst å trene/konkurrere i. Et annet inklusjonskriterium er at svømmetidene må stamme fra et individuelt løp, i den eksakte øvelsen. Det betyr at tiden ikke kan være oppnådd som først del av et lengre løp i samme svømmeart (del-distanse), eller være oppnådd som første etappe på en stafett. Slike tider er ekskludert i denne oppgaven. Dette for at forutsetningene og omstendighetene skal være så like som mulig, da mye forskning har funnet prestasjonsforbedring i stafettsvømming sammenlignet med individuelle løp (Braun et al., 2022; Hüffmeier & Krumm, 2018; Williams et al., 1989).

#### **4.5 Forskningsetiske retningslinjer**

Universitetet i Stavanger (UIS) følger De Nasjonale Forskningsetiske Komiteene (FEK) sine anbefalinger, og alle studenter og ansatte skal følge de etiske retningslinjene. For studenter omfatter det etiske og moralske krav. Retningslinjene skal også belyse de grunnleggende verdiene til UIS. All data i denne studien er basert på offentlig publisert data, altså har det ikke vært nødvendig å innhente noe samtykke knyttet til dataene. All data er også numerisk slik at ingen sensitive personopplysninger er brukt eller fare for å komme på avveie, og hensikten med å bruke andres vitenskapelige arbeid er utdanningsbasert. Referanser brukes flittig for å vise hva som er andres arbeid og tanker.

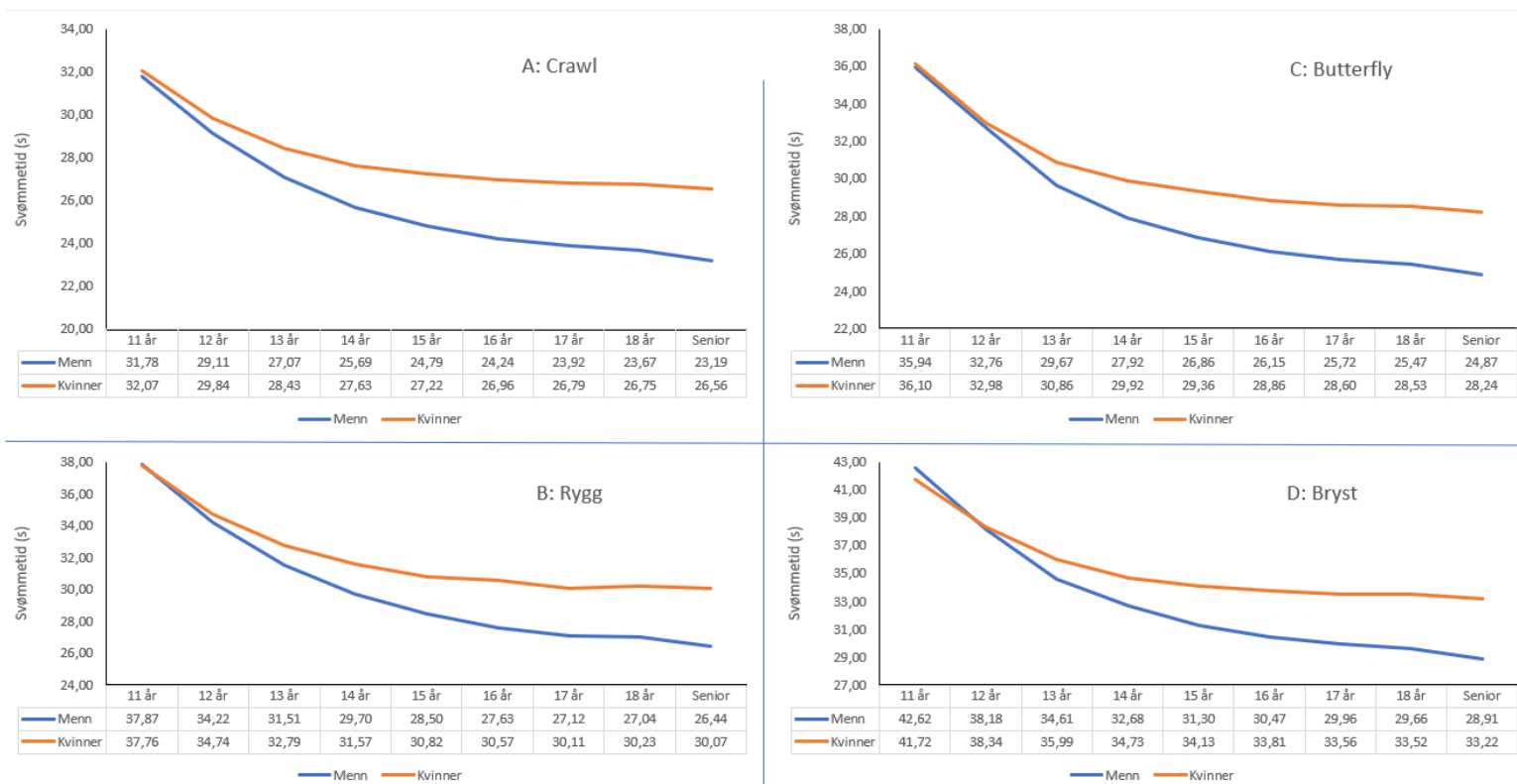
#### **4.6 Dataanalyse**

All data ble lagt inn i en Excel-fil der hver svømmeøvelse for hvert kjønn fikk et eget ark. Topp 100 tidene ble så hentet ut fra databasen i Medley.no og måtte omgjøres fra minutter, sekunder og hundredeler til kun å være oppgitt i sekunder. Videre ble deskriptiv statistikk presentert gjennom gjennomsnitt (mean) og standardavvik (SD) for hver svømmeøvelse, i begge kjønn. I tillegg ble det laget oversikter for utviklingen gjennom de ulike aldrene, utregnet både i prosent (%) og sekunder (s). All dataanalyse ble utført i Microsoft Windows Excel versjon 2208.

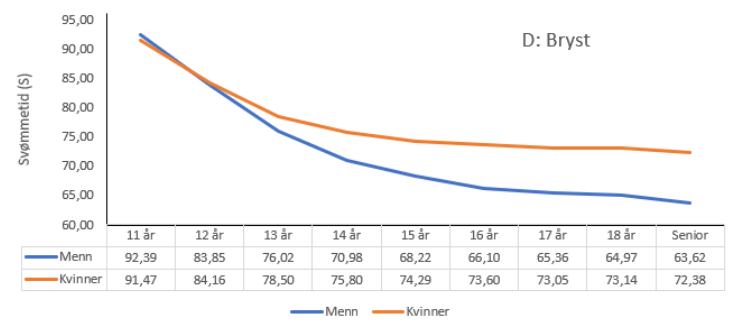
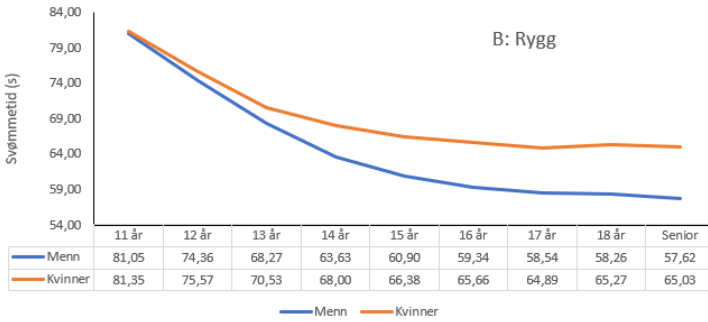
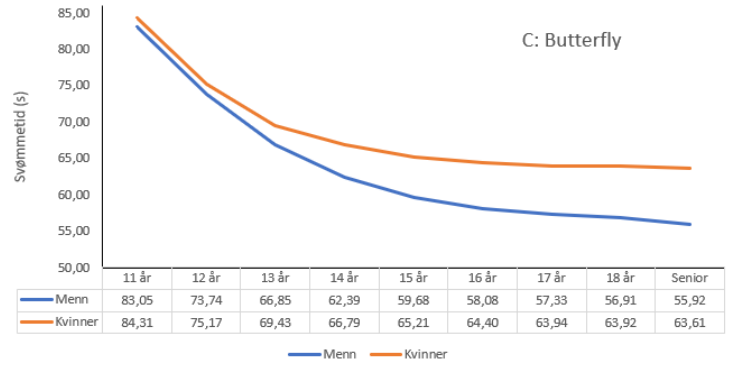
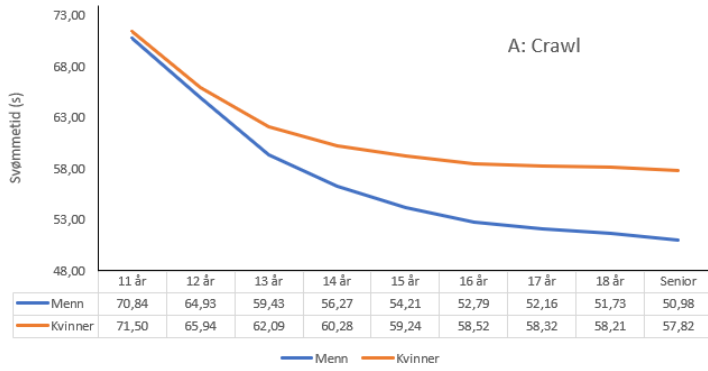
## 5. Resultater

### 5.1 Kjønnforskjeller

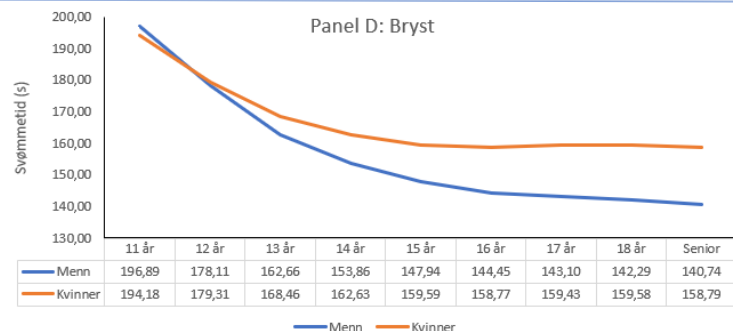
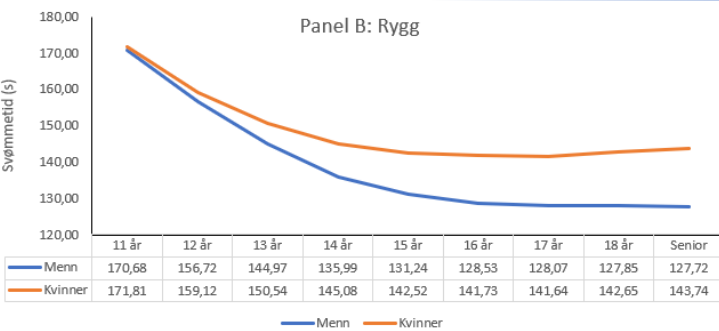
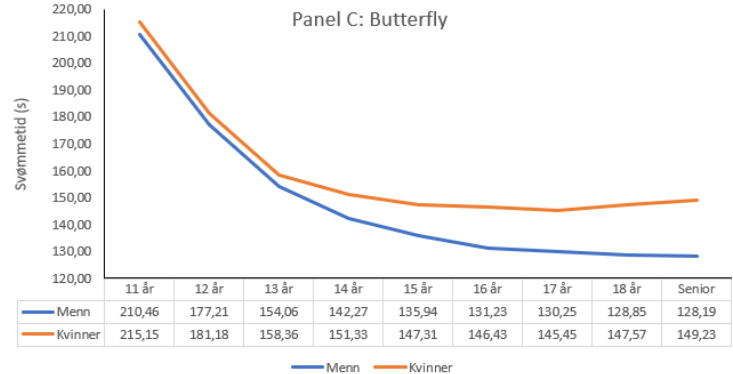
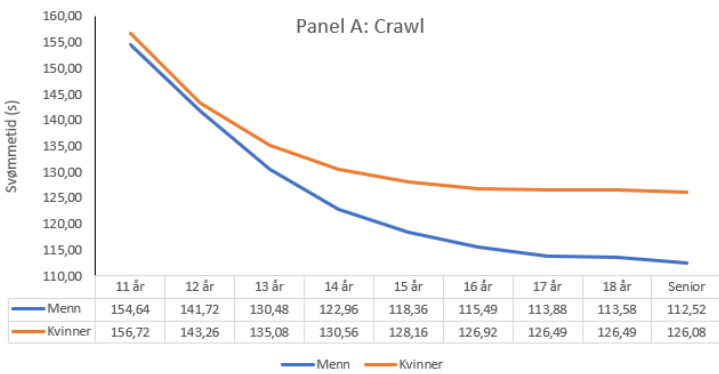
Figurene under viser resultatutviklingen på 50-200m for begge kjønn. Grafene viser tydelig prestasjonen i tid (sekunder). Generelt ser man at crawl, rygg, og butterfly har like startpunkt, mens i bryst har jentene raskere tider i 11-års alder. Med alderen blir prestasjonsforskjellene tydeligere, spesielt i 13-15 års alder og forsterkes helt til senioralder.



**Figur 2. Resultatutvikling på 11-års alder til senioralder på 50m.** Dataen er gjennomsnitt  $\pm$  SD (Panel A; crawl, Panel B; rygg, Panel C; butterfly, Panel D; bryst) for Topp 100 norske svømmere (Menn; blå, Kvinner; oransje).



**Figur 3. Resultatutvikling på 11-års alder til senioralder på 100m.** Dataen er gjennomsnitt ± SD (Panel A; crawl, Panel B; rygg, Panel C; butterfly, Panel D; bryst) for Topp 100 norske svømmere.



**Figur 4. Resultatutvikling på 11-års alder til senioralder på 200m.** Dataen er gjennomsnitt ± SD (Panel A; crawl, Panel B; rygg, Panel C; butterfly, Panel D; bryst) for Topp 100 norske svømmere.

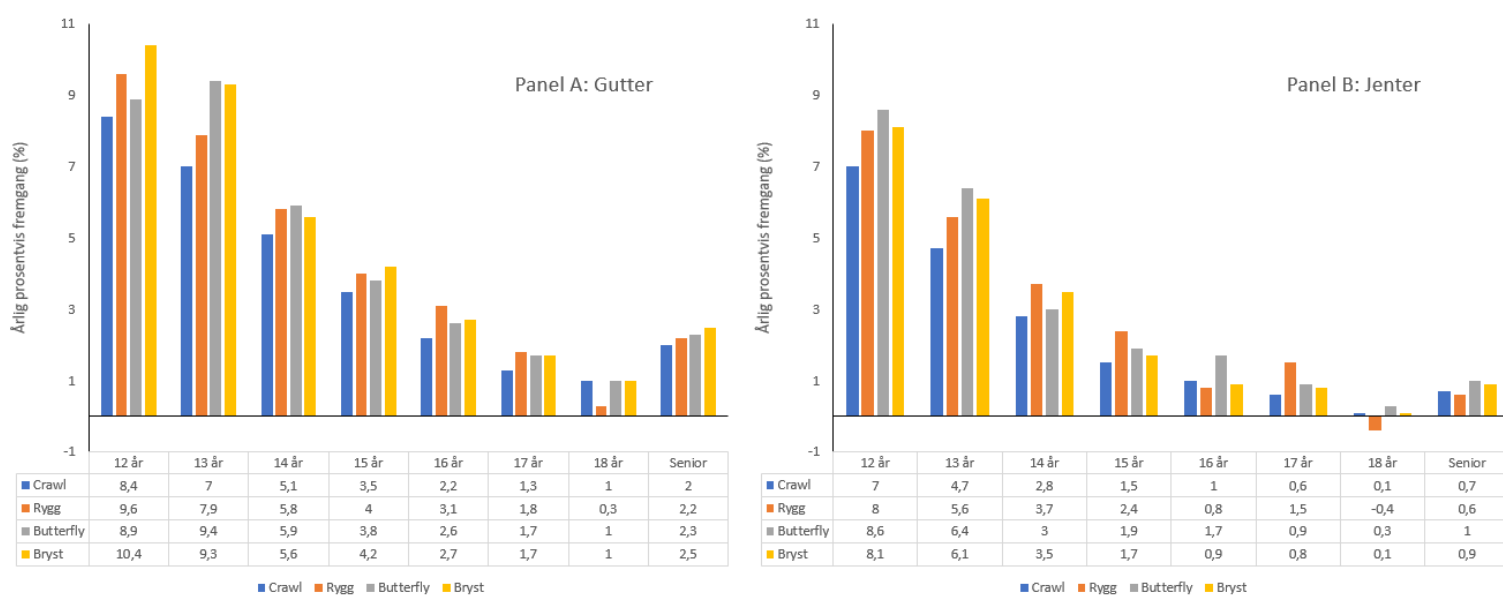


## 5.2 Forskjeller mellom svømmeartene

De neste figurene viser årlig prestasjonsutvikling i prosent for 50m (Figur 2), 100m (Figur 3) og 200m (Figur 4). Generelt er fremgangen jevn i 11-13 års alder. Fra 14-15 års alder er fremgangen for gutter  $\geq 100\%$  enn jentenes, uansett alder, svømmeart, og svømmedistanse. Jentene har negativ fremgang i 18-års alder i alle rygg-øvelser, samt enkelte andre konkurranseøvelser. Det er bemerkelsesverdig at den årlige prosentvis prestasjonsutviklingen aldri er negativ for T100 gutter for verken 50m, 100m, eller 200m i noen av svømmeartene.

### 5.2.1 – 50m

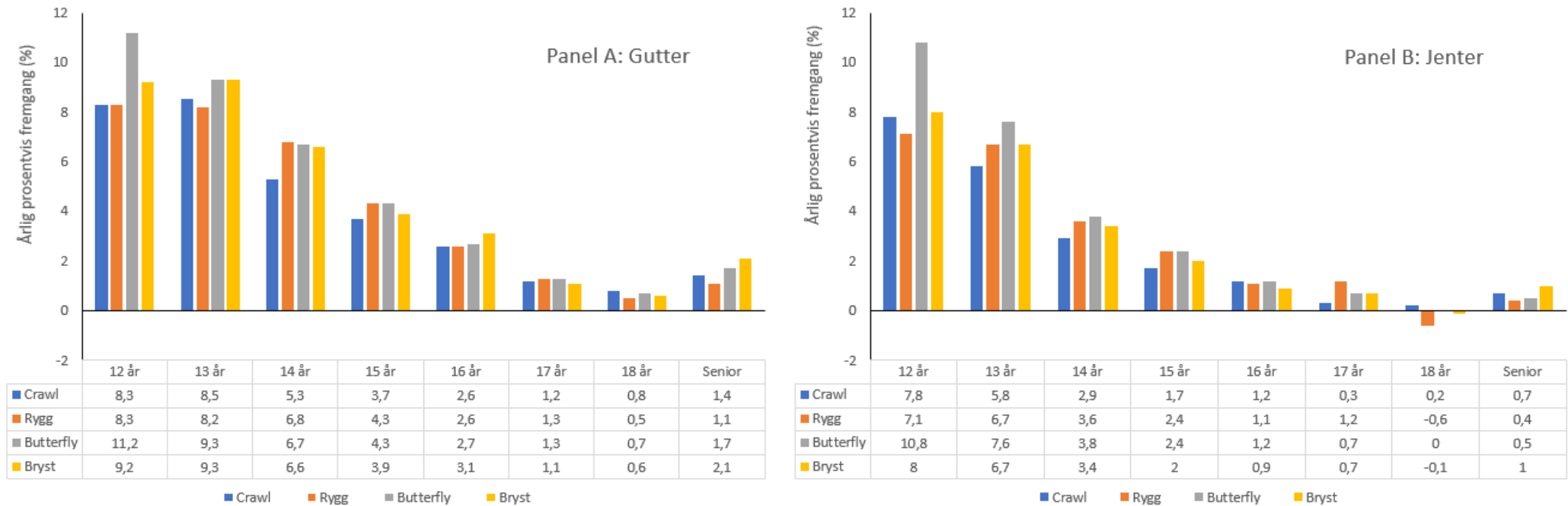
Figur 5 viser årlig prosentvis fremgang på 50m i de ulike svømmeartene. I 18-års alder er den årlige utviklingen på sitt laveste for både gutter (0.3-1%) og jenter (-0.4-0.3%). I senioralder, resten av ens utøver karriere, er den prosentvise utviklingen  $\geq 2\%$  for guttene. Den totale prestasjonsutviklingen for guttene er lavest på crawl (30.5 %), jevn mellom rygg (34.7 %) og butterfly (35.6 %), mens bryst har høyest (37.4 %). For jentene vil den prosentvise utviklingen være lavere i crawl fra 11-15 års alder sammenlignet med de andre svømmeartene (Figur 5). Med unntaksvis 16-års alderen, vil rygg ha størst årlig fremgang i aldrene 14-17, men også lavest de siste to årene (18 år; -0.4%, Senioralder; 0.6%). Butterfly har størst fremgang i alderen 12, 13, 16, 18, senior. Bryst skiller seg aldri særlig ut, men det er verdt å merke seg at bryst har størst fremgang i senioralder for guttene og kun 0.1% lavere enn butterfly for jentene.



**Figur 5. Årlig prestasjonsutvikling på 50m.** Viser den årlige prosentvise fremgangen (Panel A; gutter, Panel B; jenter) på 50m i de ulike svømmeartene (crawl, rygg, butterfly og bryst).

### 5.2.2 – 100m

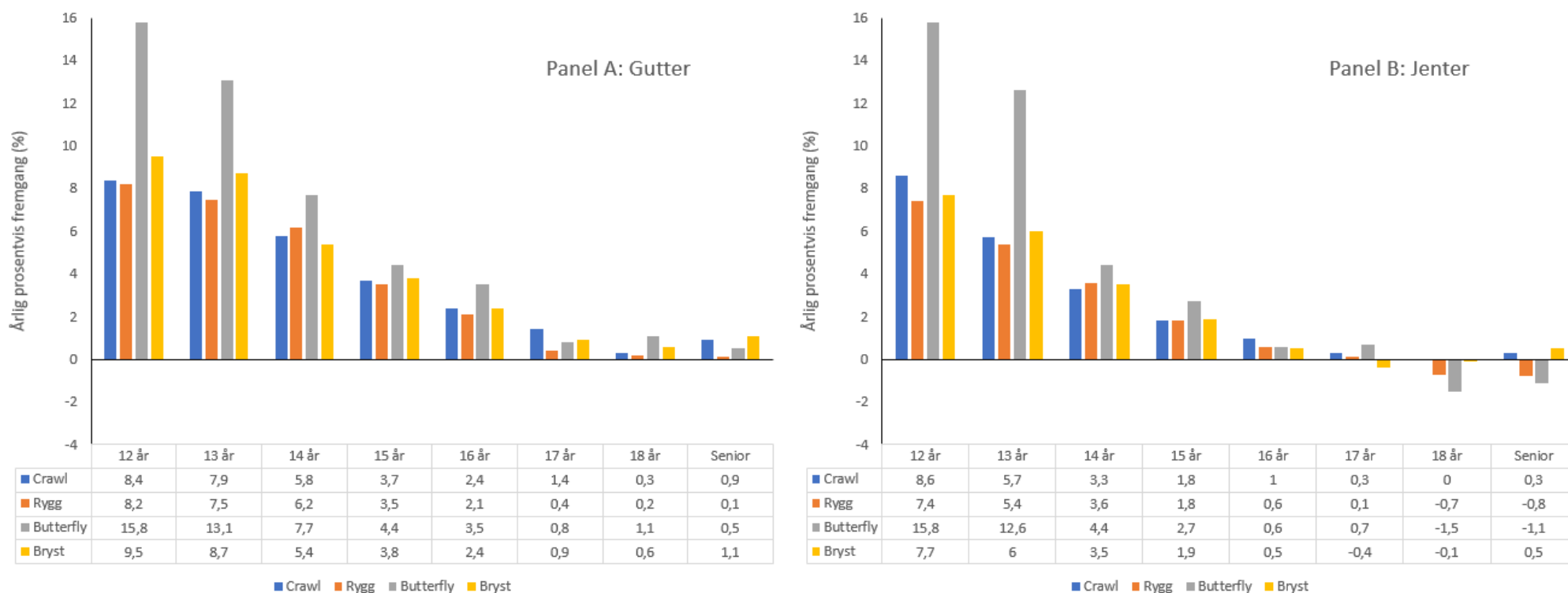
Figur 6 viser at for 100m blant guttene skiller særlig prestasjonsutviklingen i butterfly, og litt bryst, seg ut de første to årene. I 14-års alder er fremgangen 1.3% lavere i crawl sammenlignet med resterende svømmearter. I 15-18 års alder er fremgangen være svært jevn: variasjonsbredden vil ikke overstige 0.6%. I senioralder vil igjen butterfly/bryst ha større fremgang. Crawl vil generelt sett ha lavere fremgang, og i 18-års alder og senioralder vil rygg ha lavest prestasjonsutvikling hos gutter (0.5% og 1.1%) og jenter (-0.6% og 0.4%). Med unntak av 16-års alder, vil crawl ha lavest fremgang i alderen 11-17 år for jentene, før crawl de siste to årene har størst fremgang av alle svømmeartene. Butterfly har betydelig høyere prosentvis fremgang de første to årene. Bryst/rygg for jentene har relativ lik fremgang, men også en negativ utvikling i 18-års alderen.



**Figur 6. Årlig prestasjonsutvikling på 100m.** Viser den årlige prosentvise fremgangen (Panel A; gutter, Panel B; jenter) på 100m i de ulike svømmeartene (crawl, rygg, butterfly og bryst).

### 5.2.3 – 200m

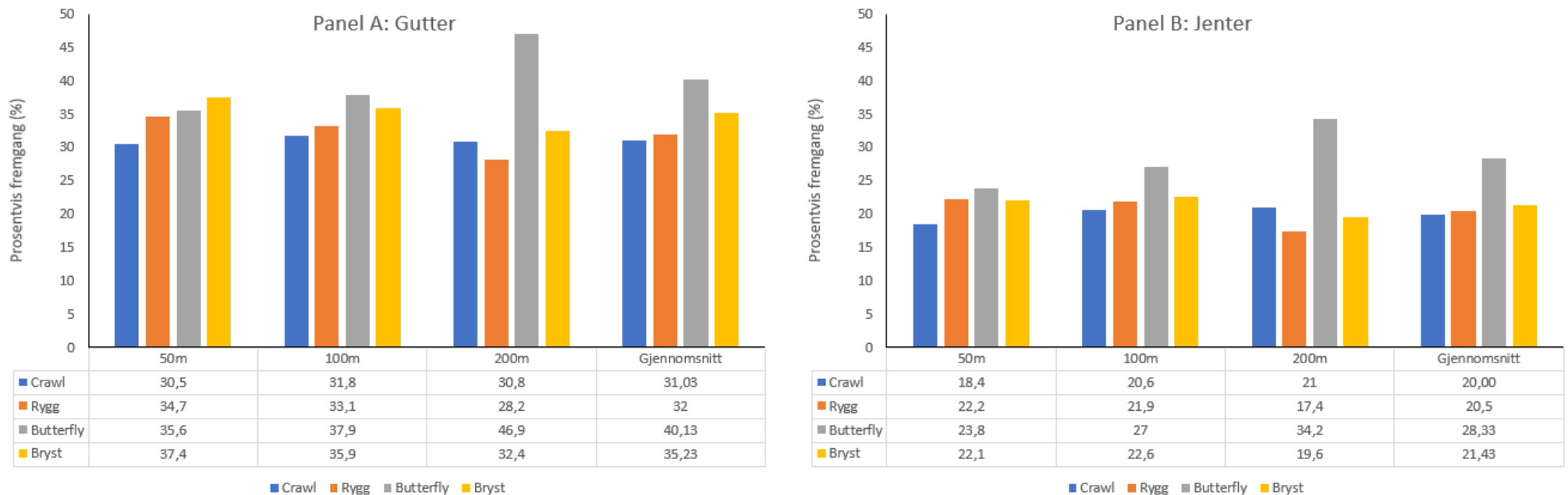
Figur 7 viser at for begge kjønn er det butterfly som har størst fremgang på 200m, selv om svømmearten de siste to årene har en negativ prestasjonsutvikling for jentene (-1.5% og -1.1%). Crawl har størst fremgang for guttene i 17-års alder (1.4%), og for jentene i 16-års alderen (1%) og 18-års alderen (0%). Gutteres fremgang i rygg-svømming er lav sammenlignet med de andre svømmeartene i 17-års alder til senioralder (0.4-0.1%). I senioralder er det bryst (Gutter; 1.1%, Jenter; 0.5%) og crawl (Gutter; 0.9%, Jenter; 0.3%) som har størst fremgang.



**Figur 7. Årlig prestasjonsutvikling på 200m.** Viser den årlige prosentvise fremgangen (Panel A; gutter, Panel B; jenter) på 200m i de ulike svømmeartene (crawl, rygg, butterfly og bryst).

## 5.2.4 Total fremgang i svømmeartene

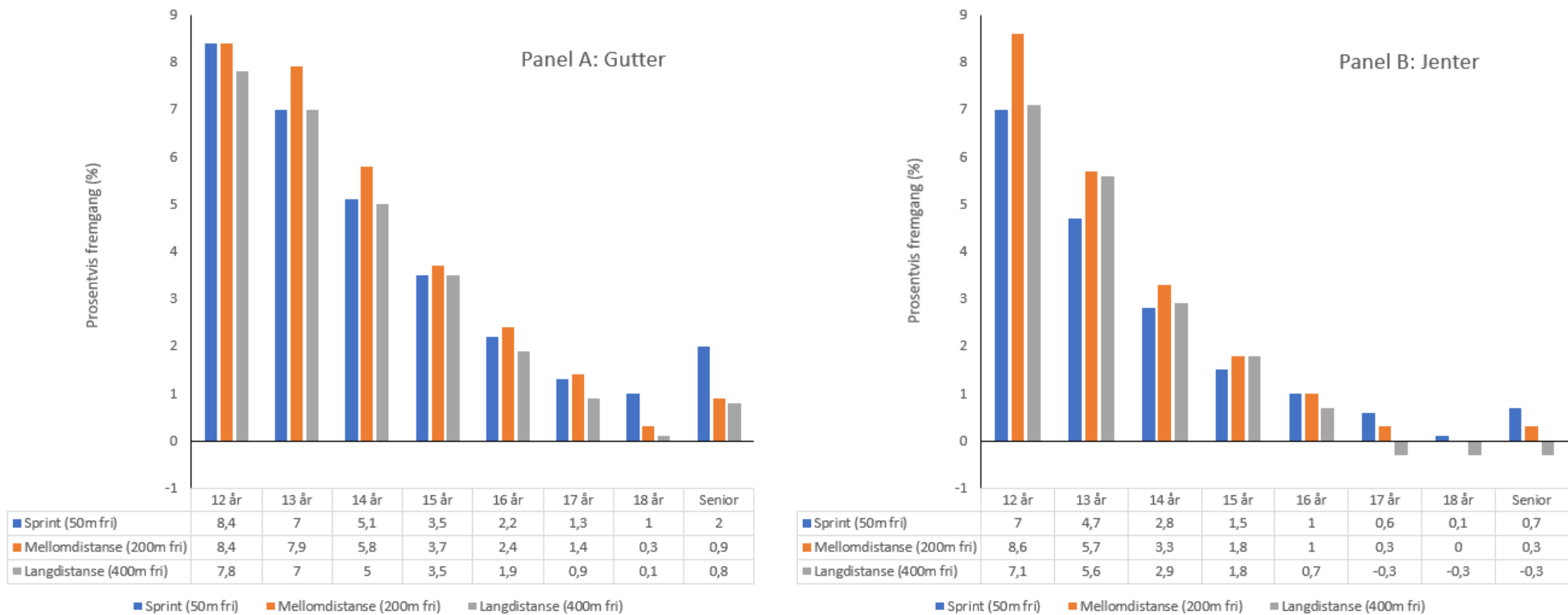
Den totale fremgangen i de ulike svømmeartene vises i Figur 8. Guttenees gjennomsnittlige prestasjonsutvikling er større enn jentene i alle svømmearter (CR; 55%, RY; 56%, BF; 42%, BR; 64%). For begge kjønn har butterfly størst fremgang, hovedsakelig på grunn av 200-meteren, etterfulgt av bryst, rygg, crawl.



**Figur 8. Total prestasjonsutvikling på 50-200m.** Viser den totale prosentvise fremgangen i 50m, 100m, 200m og den gjennomsnittet av dem for crawl, rygg, butterfly, bryst - fra 11-års alder til senioralder (Panel A; gutter, Panel B; jenter).

### 5.3 Sprint, mellomdistanse & langdistanse

Figur 9 viser T100 årlig prosentvis fremgang for sprint, mellom og langdistanse crawl. For begge kjønn har langdistanse minst total fremgang (Gutter; 27%, Jenter; 17.2%), deretter sprint (Gutter; 30.5%, Jenter; 18.4%), og mellomdistanse med størst utvikling (Gutter; 30.8%, Jenter; 21%). Fra 16-års alder har langdistanse lavest årlig utvikling for begge kjønn, og de siste 3 årene er utviklingen negativ for jentene (-0.3% pr/år).



**Figur 9. Årlig prestasjonsutvikling i ulike crawl svømmedistanser.** Viser den årlige prosentvise fremgangen (Panel A; Gutter, Panel B; Jenter) i ulike crawl konkurransedistanser (Sprint; 50m, Mellomdistanse; 200m, Langdistanse; 400m).

## 5.4 Forventet prestasjonsutvikling

Tabellene under vil vise forventet prestasjonsutvikling for alle konkurranseøvelsene i svømming fra 11-års alder til senioralder, både for gutter og jenter.

### 5.4.1 Crawl (CR) – Sprint & mellomdistanse

**Tabell 1: Forventet prestasjonsutvikling i crawl sprint og mellomdistanse for gutter og jenter**

Crawl	50m		100m		200m	
Alder (år)	Gutter Fremgang (s og %)	Jenter Fremgang (s og %)	Gutter Fremgang (s og %)	Jenter Fremgang (s og %)	Gutter Fremgang (s og %)	Jenter Fremgang (s og %)
<b>11-12</b>	-2.67 (8.4)	-2.23 (7.0)	-5.91 (8.3)	-5.56 (7.8)	-12.92 (8.4)	-13.46 (8.6)
<b>12-13</b>	-2.0 (7.0)	-1.41 (4.7)	-5.50 (8.5)	-3.85 (5.8)	-11.24 (7.9)	-8.18 (5.7)
<b>13-14</b>	-1.38 (5.1)	-0.80 (2.8)	-3.16 (5.3)	-1.81 (2.9)	-7.52 (5.8)	-4.52 (3.3)
<b>14-15</b>	-0.90 (3.5)	-0.41 (1.5)	-2.06 (3.7)	-1.04 (1.7)	-4.60 (3.7)	-2.40 (1.8)
<b>15-16</b>	-0.55 (2.2)	-0.26 (1.0)	-1.42 (2.6)	-0.72 (1.2)	-2.87 (2.4)	-1.24 (1.0)
<b>16-17</b>	-0.32 (1.3)	-0.17 (0.6)	-0.63 (1.2)	-0.20 (0.3)	-1.61 (1.4)	-0.43 (0.3)
<b>17-18</b>	-0.25 (1.0)	-0.04 (0.1)	-0.43 (0.8)	-0.11 (0.2)	-0.30 (0.3)	0.00 (0.0)
<b>18-senior</b>	-0.48 (2.0)	-0.19 (0.7)	-0.75 (1.4)	-0.39 (0.7)	-1.06 (0.9)	-0.41 (0.3)

Data er gjennomsnitt (SD) for Topp 100 norske mannlige og kvinnelige svømmere i hver øvelse.

### 5.4.2 Crawl (CR) - Langdistanse

**Tabell 2: Forventet prestasjonsutvikling i crawl langdistanse for gutter og jenter**

Crawl	400m		800m		1500m	
Alder (år)	Gutter Fremgang (s og %)	Jenter Fremgang (s og %)	Gutter Fremgang (s og %)	Jenter Fremgang (s og %)	Gutter Fremgang (s og %)	Jenter Fremgang (s og %)
<b>11-12</b>	-24.76 (7.8)	-22.74 (7.1)	-75.79 (10.7)	-65.14 (9.3)	-152.13 (10.8)	-181.07 (12.6)
<b>12-13</b>	-20.44 (7.0)	-16.80 (5.6)	-49.13 (7.8)	-47.87 (7.5)	-139.13 (11.1)	-116.90 (9.3)
<b>13-14</b>	-13.64 (5.0)	-8.12 (2.9)	-34.27 (5.9)	-19.52 (3.3)	-71.63 (6.4)	-39.72 (3.5)
<b>14-15</b>	-8.94 (3.5)	-4.89 (1.8)	-20.82 (3.8)	-10.01 (1.8)	-34.19 (3.3)	-23.79 (2.2)
<b>15-16</b>	-4.83 (1.9)	-1.93 (0.7)	-9.68 (1.8)	-0.94 (0.2)	-21.73 (2.1)	-5.04 (0.5)
<b>16-17</b>	-2.16 (0.9)	0.71 (-0.3)	-5.25 (1.0)	-0.46 (0.1)	-10.86 (1.1)	11.09 (-1.0)
<b>17-18</b>	-0.26 (0.1)	0.89 (-0.3)	2.12 (-0.4)	10.07 (-1.8)	6.93 (-0.7)	26.49 (-2.4)
<b>18-senior</b>	-1.84 (0.8)	0.82 (-0.3)	8.28 (-1.6)	15.08 (-2.6)	16.35 (-1.7)	65.06 (-5.9)

Data er gjennomsnitt (SD) for Topp 100 norske mannlige og kvinnelige svømmere i hver øvelse.

### 5.4.3 Rygg (RY)

**Tabell 3: Forventet prestasjonsutvikling i rygg for gutter og jenter**

Rygg	50m		100m		200m	
Alder (år)	Gutter	Jenter	Gutter	Jenter	Gutter	Jenter
	Fremgang	Fremgang	Fremgang	Fremgang	Fremgang	Fremgang
	(s og %)	(s og %)	(s og %)	(s og %)	(s og %)	(s og %)
<b>11-12</b>	-3.65 (9.6)	-3.01 (8.0)	-6.69 (8.3)	-5.78 (7.1)	-13.96 (8.2)	-12.68 (7.4)
<b>12-13</b>	-2.71 (7.9)	-1.96 (5.6)	-6.09 (8.2)	-5.04 (6.7)	-11.75 (7.5)	-8.59 (5.4)
<b>13-14</b>	-1.82 (5.8)	-1.21 (3.7)	-4.64 (6.8)	-2.53 (3.6)	-8.99 (6.2)	-5.45 (3.6)
<b>14-15</b>	-1.19 (4.0)	-0.76 (2.4)	-2.73 (4.3)	-1.62 (2.4)	-4.74 (3.5)	-2.57 (1.8)
<b>15-16</b>	-0.88 (3.1)	-0.25 (0.8)	-1.56 (2.6)	-0.72 (1.1)	-2.71 (2.1)	-0.79 (0.6)
<b>16-17</b>	-0.51 (1.8)	-0.46 (1.5)	-0.80 (1.3)	-0.77 (1.2)	-0.46 (0.4)	-0.09 (0.1)
<b>17-18</b>	-0.08 (0.3)	0.12 (-0.4)	-0.28 (0.5)	0.38 (-0.6)	-0.21 (0.2)	1.01 (-0.7)
<b>18-senior</b>	-0.60 (2.2)	-0.17 (0.6)	-0.64 (1.1)	-0.24 (0.4)	-0.13 (0.1)	1.08 (-0.8)

Data er gjennomsnitt (SD) for Topp 100 norske mannlige og kvinnelige svømmere i hver øvelse.

### 5.4.4 Butterfly (BF)

**Tabell 4: Forventet prestasjonsutvikling i butterfly for gutter og jenter**

Butterfly	50m		100m		200m	
Alder (år)	Gutter	Jenter	Gutter	Jenter	Gutter	Jenter
	Fremgang	Fremgang	Fremgang	Fremgang	Fremgang	Fremgang
	(s og %)	(s og %)	(s og %)	(s og %)	(s og %)	(s og %)
<b>11-12</b>	-3.18 (8.9)	-3.12 (8.6)	-9.31 (11.2)	-9.14 (10.8)	-33.24 (15.8)	-33.97 (15.8)
<b>12-13</b>	-3.08 (9.4)	-2.13 (6.4)	-6.89 (9.3)	-5.74 (7.6)	-23.15 (13.1)	-22.82 (12.6)
<b>13-14</b>	-1.75 (5.9)	-0.94 (3.0)	-4.46 (6.7)	-2.64 (3.8)	-11.80 (7.7)	-7.03 (4.4)
<b>14-15</b>	-1.06 (3.8)	-0.56 (1.9)	-2.71 (4.3)	-1.58 (2.4)	-6.33 (4.4)	-4.02 (2.7)
<b>15-16</b>	-0.70 (2.6)	-0.50 (1.7)	-1.60 (2.7)	-0.81 (1.2)	-4.70 (3.5)	-0.89 (0.6)
<b>16-17</b>	-0.44 (1.7)	-0.25 (0.9)	-0.75 (1.3)	-0.46 (0.7)	-0.99 (0.8)	-0.98 (0.7)
<b>17-18</b>	-0.25 (1.0)	-0.07 (0.3)	-0.42 (0.7)	-0.02 (0.0)	-1.40 (1.1)	2.12 (-1.5)
<b>18-senior</b>	-0.60 (2.3)	-0.29 (1.0)	-0.99 (1.7)	-0.31 (0.5)	-0.66 (0.5)	1.65 (-1.1)

Data er gjennomsnitt (SD) for Topp 100 norske mannlige og kvinnelige svømmere i hver øvelse.

### 5.4.5 Bryst (BR)

**Tabell 5: Forventet prestasjonsutvikling i bryst for gutter og jenter**

Bryst	50m		100m		200m	
Alder (år)	Gutter Fremgang (s og %)	Jenter Fremgang (s og %)	Gutter Fremgang (s og %)	Jenter Fremgang (s og %)	Gutter Fremgang (s og %)	Jenter Fremgang (s og %)
<b>11-12</b>	-4.40 (10.4)	-3.38 (8.1)	-8.54 (9.2)	-7.31 (8.0)	-18.79 (9.5)	-14.87 (7.7)
<b>12-13</b>	-3.57 (9.3)	-2.35 (6.1)	-7.83 (9.3)	-5.66 (6.7)	-15.45 (8.7)	-10.84 (6.0)
<b>13-14</b>	-1.93 (5.6)	-1.26 (3.5)	-5.04 (6.6)	-2.70 (3.4)	-8.80 (5.4)	-5.83 (3.5)
<b>14-15</b>	-1.38 (4.2)	-0.60 (1.7)	-2.76 (3.9)	-1.51 (2.0)	-5.92 (3.8)	-3.04 (1.9)
<b>15-16</b>	-0.83 (2.7)	-0.31 (0.9)	-2.12 (3.1)	-0.69 (0.9)	-3.49 (2.4)	-0.82 (0.5)
<b>16-17</b>	-0.51 (1.7)	-0.26 (0.8)	-0.74 (1.1)	-0.55 (0.7)	-1.35 (0.9)	0.66 (-0.4)
<b>17-18</b>	-0.30 (1.0)	-0.03 (0.1)	-0.39 (0.6)	0.09 (-0.1)	-0.81 (0.6)	0.15 (-0.1)
<b>18-senior</b>	-0.75 (2.5)	-0.31 (0.9)	-1.35 (2.1)	-0.76 (1.0)	-1.55 (1.1)	-0.79 (0.5)

Data er gjennomsnitt (SD) for Topp 100 norske mannlige og kvinnelige svømmere i hver øvelse.

### 5.4.6 Individuell Medley (IM)

**Tabell 6: Forventet prestasjonsutvikling i IM for gutter og jenter**

IM	100m		200m		400m	
Alder (år)	Gutter Fremgang (s og %)	Jenter Fremgang (s og %)	Gutter Fremgang (s og %)	Jenter Fremgang (s og %)	Gutter Fremgang (s og %)	Jenter Fremgang (s og %)
<b>11-12</b>	-7.41 (9.0)	-6.37 (7.8)	-14.51 (8.4)	-13.10 (7.5)	-52.05 (12.7)	-60.99 (14.6)
<b>12-13</b>	-6.28 (8.4)	-4.58 (6.1)	-11.90 (7.5)	-9.41 (5.8)	-36.19 (10.1)	-29.04 (8.1)
<b>13-14</b>	-4.32 (6.3)	-2.34 (3.3)	-8.71 (6.0)	-5.00 (3.3)	-21.51 (6.7)	-10.84 (3.3)
<b>14-15</b>	-2.24 (3.5)	-1.34 (1.9)	-4.88 (3.5)	-2.69 (1.8)	-11.35 (3.8)	-6.45 (2.0)
<b>15-16</b>	-1.72 (2.8)	-0.86 (1.3)	-3.00 (2.3)	-1.14 (0.8)	-7.86 (2.7)	-3.27 (1.1)
<b>16-17</b>	-0.54 (0.9)	-0.68 (1.0)	-0.55 (0.4)	-0.23 (0.2)	-1.89 (0.7)	1.43 (-0.5)
<b>17-18</b>	-0.58 (1.0)	-0.07 (0.1)	-0.68 (0.5)	0.32 (-0.2)	-1.95 (0.7)	3.05 (-1.0)
<b>18-senior</b>	-1.38 (2.3)	-0.76 (1.2)	-1.35 (1.1)	-0.79 (0.6)	0.49 (-0.2)	3.93 (-1.3)

Data er gjennomsnitt (SD) for Topp 100 norske mannlige og kvinnelige svømmere i hver øvelse.



## 6. Diskusjon

Problemstillingen søker svar på om det er kjønnsforskjeller fra 11-års alder til senioralder i ulike svømmearter og svømmedistanser, samt hvilken prestasjonsutvikling svømmerne kan forvente i de ulike konkurransøvelsene. Resultatene har blitt presentert i kapittelet ovenfor, og gir tall for årlig prestasjonsutvikling i hver konkurransøvelse hos begge kjønn.

Resultatene i denne studien er fra svømmere fra ulike klubber/regioner i hele Norge, men kun T100 i hver øvelse. Altså vil ikke alle svømmere kunne følge tallene slavisk, men vil kunne gi en pekepinn på prestasjonsutviklingen svømmere i 11-års alder til senioralder kan forvente.

### 6.1 Kjønnsforskjeller

Det finnes flere fellestrekk mellom 50m (Figur 2. **Resultatutvikling på 11-års alder til senioralder på 50m**). Dataen er gjennomsnitt  $\pm$  SD (Panel A; crawl, Panel B; rygg, Panel C; butterfly, Panel D; bryst) for Topp 100 norske svømmere (Menn; blå, Kvinner; oransje.), 100m (Figur 3) og 200m (Figur 4) som viser resultatutviklingen i de ulike svømmeartene. I crawl, rygg, butterfly er kjønnene jevn gode tidsmessig i 11-års alder, før et skille i 12/13-års alder etableres og guttenes fremgang fra 14-års alder til senioralder er  $\geq 100\%$  enn jentenes. Aller høyest er forskjellen i 200m butterfly, 210% større enn jentens fremgang. 50m crawl er den mest svømte øvelsen (NSF, u.å.) og derfor en god øvelse for å se på kjønnsforskjeller. Figur 5 **Figur 5** viser at gutter har større fremgang i alle aldre fra 11-års alder til senioralder (0.7-2.3%). Ved 15-års alder er jentenes fremgang  $\sim 1.5\%$ , og guttenes  $\sim 3.5\%$ , mens i 17-18 års alderen er den prosentvise fremgangen 10 ganger større for guttene.

Vekst og puberteten er sentralt i å forstå prestasjonsforskjellene. Puberteten og testosteron hos guttene medfører høydevekst, større muskelmasse, fettmassen holdes stabil, den relative styrken økes som fører til høyere SL og bedre prestasjoner. For jentene er vekstspurtene mindre, fettmassen øker, og muskelmassen øker ikke like mye – noe som svekker den relative styrken, SL og dermed prestasjonen. Økning av røde blodceller hos guttene kan bidra til ytterligere forskjeller (Tønnessen et al., 2015; Cai et al., 2019). Jenter kommer cirka 2 år tidligere i puberteten (Madsen & De Faveri, 2006, p. 308) noe som gjenspeiles i resultatutviklingen (se Figur 2 **Figur 3**, **Figur 4**). I alle konkurransedistansene vil jentene ha raskere tid i 11-års alder for bryst-øvelsene før kjønnene krysses i 12-års alder. Deretter vokser kjønnene fra hverandre i 14-års alderen til senioralder, hvor gutters utvikling er

betydelig høyere enn jentene. Guttene utkonkurrerer jentene på grunn av kroppssammensetningen resten av idrettskarrieren – noe som samsvarer med forskningen i friidrett (Tønnessen et al., 2015).

## **6.2 Svømmearter**

Fra Figur 8 kan man se at butterfly har høyest fremgang fra 11-års alder til senioralder (Gutter; 40%, Jenter; 28%). Den største bidragsyteren er fremgangen i 200m butterfly der den prosentvise fremgangen ligger 16% høyere enn øvrige svømmearter for guttene, og 13% høyere for jentene. For begge kjønn har crawl lavest fremgang (Gutter; 31%, Jenter; 20%), deretter rygg (Gutter; 32%, Jenter; 20.5%), bryst noe høyere (Gutter; 35%, Jenter; 21%), og butterfly med den største fremgangen (Gutter; 40%, Jenter; 28%).

Alle svømmeartene har største prestasjonsutvikling i 11-12 års alder, største i 200 BF, 400 IM, 800 CR, 1500 CR. Øvelsene svømmes ikke ofte eller av mange i ung alder, noe T100 utvalget på disse øvelsene støtter. Fremgangen i 200m butterfly svekkes fra 16-års alderen, og for jentene er prestasjonsutviklingen frem til senioralder negativ (Figur 7). Noen svømmearter utvikles tidligere, andre senere i takt med at utøveren modnes mot deres fulle voksne potensiale. Butterfly som har størst utvikling av svømmeartene har gjerne et mer iboende potensiale som kan tas ut, da arten svømmes mindre på trening enn andre svømmearter. Intuitivt kan noen svømmearter være mer avhengig av teknikk, mens andre av mer absolutt styrke/power. Alshdokhi et al. (2020) konkluderte med at svømmere er «svømmeart-spesialister», og burde spesialisere seg mot en svømmeart - ikke en spesifikk distanse (Stewart & Hopkins, 2000).

## **6.3 Sprint, mellomdistanse og langdistanse**

Figur 9 viser prestasjonsutvikling i sprint, mellom- og langdistanse crawl. Mellomdistanse har høyest fremgang hvert år frem til 18-års alder for gutter, da sprint vil ha størst fremgang (18 år; 1% Senioralder; 2%). Samme resultatet gjelder for jentene, men «sprint-skiftet» starter et år tidligere, i 17-års alderen. Noe overraskende har langdistanse minst fremgang i alle aldre hos guttene. Jentene har minst fremgang i sprint frem til 16-års alder, da langdistanse har minst fremgang resten av karrieren. For guttene er fremgangen relativt lik gjennom alle de

undersøkte årene, men fremgangen på sprint er 3 ganger så stor i 18-års alder, og 2 ganger så stor i senioralder. For jentene er fremgangen svært lik frem til 17-års alder, mellomdistanse ligger 1-1.5% høyere. Videre har sprint høyest fremgang, og i samme periode har langdistanse en årlig negativ fremgang (-0.3%). Den totale utviklingen for gutter er størst på 100m (31.8%) og minst på 400m (27%), noe som tilsvarer en variasjonsbredde på 4,8%. For jentene er det størst utvikling på 200m (21%) og minst på 400m (17.2%), en variasjonsbredde på 3.8%.

Crawl er den svømmearten som forekommer hyppigst på trening/konkurrans og kan konkurreres i sprint (50m), mellomdistanse (100m) og langdistanse (400m). 400m crawl er også en vanlig konkurranseøvelse å svømme helt fra 11-års alder i Norge, på grunn av LÅMØ. NM-krav i svømming baseres på antall deltakere på fjorårets NM, og det kan dermed tenkes at NM-deltakelse fungerer som et insentiv til å svømme de øvelsene som majoriteten ikke svømmer. At «lengre» øvelser som 200 BF, 400 IM, 800 CR, 1500 CR da gjerne har noe «enkler» kvalifikasjonskrav. I 18-års og senioralder faller utvalget spesielt på de overnevnte øvelsene. Dette kan gi et høyere og svakere, «falskt», gjennomsnitt i slutten av tenårene. En annen årsak til at enkelte lengre distanser svekkes kan være at 16-års alder er siste år for deltakelse i LÅMØ. Etterpå vil ikke like mange svømme LÅMØ-øvelsene som 200m rygg, 200m bryst, 400m crawl. Det kan også tenkes at jentenes tidligere biologiske utvikling kan spille en rolle ved at svømmeprestasjonene når et platå tidligere.

#### **6.4 Begrensninger**

En begrensning med denne studien er utvalget. Som ung, og skulle prestere godt i idrett, er man ofte tidlig utviklet hvert fall sammenlignet med allmennheten. I de yngre aldre er gjerne «de tidlige utviklede» overrepresentert, og forsvinner først ut av T100 senere når de «sent utviklede» tar igjen dem. I så måte kan dataen overestimere den individuelle årlige prestasjonsutviklingen. Seleksjonsbias kan forekomme i form av at T100 er også undersøkt, altså er ikke resultatene generaliserbare til enhver svømmer. Senere utviklede utøvere vil kanskje kunne forvente enda større forbedringer. For tidlig gode utøvere vil nok denne studien kunne gi svært realistiske forventninger knyttet til årlig prestasjonsutvikling. Slik forhåpentligvis også kunne bidra med realistiske målsettinger, opprettholde motivasjon og generelt holde svømmerne lengre i idretten.

Observasjonell bias unngås da dataen er objektiv. Man kjenner ikke utvalget, og kun offisielle og godkjente tider fra svømmestevner er brukt. Alle konkurranseøvelsene er undersøkt, 50-100m som er de vanligste distansene å konkurrere i (NSF, u.å). 200m som kan virke som noe lengre særlig for de yngste årsklassene konkurreres også mye i allerede fra ung alder på grunn av LÅMØ. Selv om svømming er en stor idrett, er det store prestasjonsforskjeller innad i Svømme-Norge. Dersom noen av de raskeste utøverne ikke svømmer en øvelse ett år er det ikke utenkelig at gjennomsnittet påvirkes. Mye data er likevel innsamlet og mange figurer og tabeller er laget. Flere kunne blitt tatt med, men å skille hva som er signifikant for oppgaven og ikke er viktig for å unngå publikasjonsbias. I denne oppgaven er det laget tabeller for forventet prestasjonsutvikling i alle svømmeøvelsene for begge kjønn, slik at ingen data er utelatt. Kalendarisk alder vil kunne påvirke hvordan enkelte ser på prestasjon blant unge utøvere. Datainnsamlingen er også basert på svømmernes alder, og ikke på en svømmers fødselsår, slik at aspektet er tatt hensyn til. Det blir derimot vanskelig å ta hensyn til den biologiske alderen i denne studien.

## **6.5 Anbefalinger og videre forskning**

Basert på de vitenskapelige bevisene til Kjendlie & Stallman (2011) vil det være berettiget å oppmuntre svømmere som virker å ha valgt svømmeøvelser de er mindre egnet for, å utforske andre muligheter. Dersom man som ung er en «all-rounder» vil man ha flere muligheter å utforske, og en bedre sjanse for å opprettholde motivasjonen, enn svømmerne som kun mestrer en svømmeart/distanse. Det finnes mange ungdomssvømmere som slutter i ung alder, og dermed aldri får oppdage hvor deres potensiale egentlig ligger.

Svømmeprestasjon påvirkes av kroppsstørrelse, det å være større betyr bedre prestasjon for barn, ungdom, voksne og master-svømmere (Kjendlie & Stallman, 2011). Svømmeprestasjon måles i løpsti, som påvirkes av startstup, vendinger og selve svømme-farten. Derfor foreslås det at videre forskning ser mer på «clean swimming speed» (fart midt i bassenget) for å få en mer valid indikator av prestasjon (Kjendlie & Stallman, 2011). På den andre siden er start/vendinger en naturlig del av et svømmeløp, men om hensikten er å undersøke selve svømmefarten bør nok dette korpores istedenfor å se på selve tiden på de ulike konkurranseøvelsene.

Mye av tidligere forskning er basert på crawl. En studie fant at evnen til å forutsi svømmeres sannsynlige potensiale er høy etter at utøveren er 16 år (Costa et al., 2011), og støttes av en liknende studie gjennomført på ryggsvømmere (Alshdokhi et al., 2020). Det samsvarer godt med resultatene i denne studien der jentene når et platå rundt 16-års alder i så og si alle svømmeøvelser, og den årlige utviklingen da stort sett er  $\geq 1.3\%$ . Unntaket er særlig sprint i senioralder, der utviklingen er 2.5% i bryst-svømming for gutter. Allsidige utøvere vil, som Kjendlie & Stallman (2011) var inne på, kunne utforske flere svømmearter/distanser som gjerne egner seg bedre til deres kropp og forutsetninger. Sånn sett er LÅMØ/ÅM gode tiltak innen norsk svømming, der målet er allsidige svømmere. Samtidig kan man snu på det ved at man får en gjennomsnittlig svømmer i alle svømmearter/distanser, som ikke utmerker seg i en øvelse. En gjennomsnittlig svømmer vil gjerne ikke klare ulike krav nasjonalt (UM; Ungdomsmesterskap, NM; Norgesmesterskap, landslagskrav) eller internasjonalt (Nordisk-Mesterskap, EYOF; European Youth Olympics Festival, EM; europamesterskap, VM; verdensmesterskap, Junior EM) - noe som i lengden vil kunne tære på motivasjonen.

Kjendlie & Stallman (2011) poengterer også noe viktig knyttet til arbeid med barn og ungdom. De er i endring og hva de foretrekker en dag, er ikke sikkert er det samme neste dag. De høyeste crawl sprinterne får ofte sin vekst senere enn de som er tidlig modne, mens de sterkeste blant barn vinner ofte på genetikk - noe som undergraver svømmeteknikkens viktighet (Kjendlie & Stallmann, 2011). De som modnes tidlig/sent trenger nøye veiledning, og både trener og svømmere må være tålmodige og ha et langtidsperspektiv. Videre ville kvalitativ forskning på allsidige vs. tidlig spesialiserte utøvere vært interessant. Forskning som følger de beste svømmerne vil også være nyttig: hvor gode er de i barne og ungdomsår, er det forskjell på svømmearter, svømmedistanser eller kjønn, og når begynte de beste å spesialisere seg?

## 7. Konklusjon

Studiens funn samsvarer godt med tidligere forskning på kjønnslik prestasjonsutvikling i friidrett, men i svømming (ikke-vektbærende idrett) er forskjellen enda større. Dataene fra denne studien tilsier at mannlige svømmere har omkring dobbelt så stor prosentvis fremgang ifra 13-18 års alder, sammenliknet med kvinnelige svømmere. I 11-års alder er prestasjonen tilnærmet lik, og faktisk bedre for jentene i bryst. Fremgangen i ulike konkurranseøvelser er nærmest identisk. Skillet er at butterfly har mer fremgang i 12-13 års alder, og skyldes sannsynligvis at svømmearten er vektlagt minst i treningen, og har mer iboende kapasitet å ta ut. Crawl har litt mindre fremgang i de samme årene, og kan skyldes at mer av den iboende kapasiteten er tatt ut de første treningsårene. Den årlige fremgangen er tilnærmet identisk i sprint, mellom- og langdistanse crawl, og noe overraskende er fremgangen minst på langdistanse i slutten av tenårene. Muligens kan dette skyldes at færre satser langdistanse, og at dataene i langdistanse T100 ikke er like robuste som mellomdistanse og sprint.

Med tanke på resultatene i denne studien, teori og liknende forskning utført i friidrett er det viktig å individualisere treningsopplegget. Ulik biologisk utvikling kan gi en falsk forventning knyttet til prestasjonsutvikling, som kan tære på motivasjonen når utøver ikke utvikler seg i like stor grad som svømmerne rundt seg. Dersom utøvere føler at utviklingen også stopper opp, i en tid med mange fysiske og psykiske endringer, er frafall i idretten ikke rart. På grunn av fysiske endringer i puberteten kan det tenkes at optimalt treningsopplegg varierer mellom kjønnene, og gruppefordeling gjerne bør være kjønnsbasert. Jenter øker fettmassen, minsker den relative styrken, samt får en reduksjon i den nevro-muskulære styrken og koordinasjon – noe som kan påvirke skaderisikoen og treningsbelastningen. Kanskje burde jentenes basis/styrke ha fokus på de områdene. Resultatene kan forhåpentligvis også hjelpe trenere/svømmere med realistisk målsetting for hva man kan forvente av prestasjonsutvikling. Gjerne spesielt for yngre utøvere, særlig de utøverne som er tidlig/sene i puberteten, som må kunne se prestasjonsutviklingen i sammenheng med pubertet/vekst. Sådan kan man forhåpentligvis også holde **flere** svømmere i idretten, enda **lengre**.

Det er klart at denne studien kun har utforsket et lite område om svømming, knyttet til prestasjonsutvikling. Mulighetene for videre forskning på idretten er store, og gjerne særlig mer kvalitative studier. Relatert til denne studien kan det eksempelvis være å følge utviklingen til de som endte opp med å bli de beste svømmerne, eller sammenligne tidlig og seint utviklede svømmere. Mulighetene er mange i et fagfelt med begrenset forskning.

## Referanser

- Alshdokhi, K., Petersen, C., & Clarke, J. (2020). Improvement and variability of adolescent backstroke swimming performance by age. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 46.
- Atar, Ö., Özen, G., & Koc, H. (2019). Analysis of relative age effect in muscular strength of adolescent swimmers. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*(5), 214-218.
- Batalha, N., Parraca, J. A., Marinho, D. A., Conceição, A., Louro, H., Silva, A. J., & Costa, M. J. (2021). The acute effects of a swimming session on the shoulder rotators strength and balance of age group swimmers. *International journal of environmental research and public health*, 18(15), 8109.
- Baxter-Jones, A., Helms, P., Maffulli, N., Baines-Preece, J., & Preece, M. (1995). Growth and development of male gymnasts, swimmers, soccer and tennis players: a longitudinal study. *Annals of human biology*, 22(5), 381-394.
- Berthelot, G., Thibault, V., Tafflet, M., Escolano, S., El Helou, N., Jouven, X., . . . Toussaint, J.-F. (2008). The citius end: world records progression announces the completion of a brief ultra-physiological quest. *PLoS One*, 3(2), e1552.
- Björk, J. (2018). Upper- & lower body strength and its correlation to performance in swimming. In
- Bond, D., Goodson, L., Oxford, S. W., Nevill, A. M., & Duncan, M. J. (2014). The association between anthropometric variables, functional movement screen scores and 100 m freestyle swimming performance in youth swimmers. *Sports*, 3(1), 1-11.
- Braun, C., Fischer, S., & Hüffmeier, J. (2022). Larger effort gains in weaker relay swimmers independent of their starting order. *Psychology of Sport and Exercise*, 62, 102235.
- Cai, G., Qiu, J., Chen, S., Pan, Q., Shen, X., & Kang, J. (2019). Hematological, Hormonal and Fitness Indices in Youth Swimmers: Gender-Related Comparisons. *Journal of Human Kinetics*, 70(1), 69-80.
- Carter, J. L., Ackland, T., & Ackland, T. (1994). *Kinanthropometry in aquatic sports*. Human Kinetics Publishers.
- Chevront, S. N., Carter, R., DeRuisseau, K. C., & Moffatt, R. J. (2005). Running performance differences between men and women: an update. *Sports medicine*, 35, 1017-1024.

- Cochrane, K. C., Housh, T. J., Smith, C. M., Hill, E. C., Jenkins, N. D., Johnson, G. O., . . . Cramer, J. T. (2015). Relative contributions of strength, anthropometric, and body composition characteristics to estimated propulsive force in young male swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(6), 1473-1479.
- Costa, M. J., Marinho, D. A., Bragada, J. A., Silva, A. J., & Barbosa, T. M. (2011). Stability of elite freestyle performance from childhood to adulthood. *Journal of sports sciences*, 29(11), 1183-1189.
- Costill, D., Kovaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *International journal of sports medicine*, 6(05), 266-270.
- Crocker, S. (2020, 02.03.2020). *The Time Has Come For The US To Join The Rest Of The World And Race Meters*. SwimSwam. <https://swimswam.com/the-time-has-come-for-the-us-to-join-the-rest-of-the-world-and-race-meters/>
- FINA. (2022). *About Fina: Overview and history*. Fina.org. <https://www.fina.org/about>
- Geladas, N., Nassis, G., & Pavlicevic, S. (2005). Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers. *International journal of sports medicine*, 26(02), 139-144.
- Green, T. (2017, 23.07.2017). *Peak Weight Velocity*. Science For Sport. <https://www.scienceforsport.com/peak-weight-velocity/>
- Grimston, S. K., & Hay, J. G. (1986). Relationships among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(1), 60-68.
- Holck, P. (2021, 08.11.2021). *scapula*. Store Norske Leksikon. <https://sml.snl.no/scapula>
- Hüffmeier, J., & Krumm, S. (2018). No Myth far and wide:: Relay Swimming is Faster than Individual Swimming and the Conclusion of Skorski et al.(2016) is Unfounded. *Meta-Psychology*, 2.
- Khodaei, M., Edelman, G. T., Spittler, J., Wilber, R., Krabak, B. J., Solomon, D., . . . Riederer, M. (2016). Medical care for swimmers. *Sports medicine-open*, 2(1), 1-15.
- Kjendlie, P.-L., & Stallman, R. (2011). Morphology and swimming performance. *World Book of Swimming. From Science to Performance*. New York: Nova, 203-222.
- Knechtle, B., Dalamitros, A. A., Barbosa, T. M., Sousa, C. V., Rosemann, T., & Nikolaidis, P. T. (2020). Sex differences in swimming disciplines—can women outperform men



- in swimming? *International journal of environmental research and public health*, 17(10), 3651.
- Lätt, E., Jürimäe, J., Haljaste, K., Cicchella, A., Purge, P., & Jürimäe, T. (2009). Physical development and swimming performance during biological maturation in young female swimmers. *Collegium Antropologicum*, 33(1), 117-122.
- Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., . . . Jürimäe, T. (2010). Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. *Journal of sports science & medicine*, 9(3), 398.
- Madsen, Ø., & De Faveri, T. (2006). *Svømmetrening* (2 ed.). Bodoni Forlag.
- Mallon, J. (2020, 04.08.2020). *Writing an Exercise Program - Extensive vs. Intensive*. StrengthForge. <https://www.strength-forge.com/writing-exercise-program-intensive/>
- Marinho, D. A., Neiva, H. P., Branquinho, L., & Ferraz, R. (2021). Determinants of Sports Performance in Young National Level Swimmers: A Correlational Study between Anthropometric Variables, Muscle Strength, and Performance. *Sport Mont*, 19(3), 75-82.
- Marques, M. C., Yáñez-García, J. M., Marinho, D. A., González-Badillo, J. J., & Rodríguez-Rosell, D. (2020). In-season strength training in elite junior swimmers: the role of the low-volume, high-velocity training on swimming performance. *Journal of Human Kinetics*, 74(1), 71-84.
- Miller, D. I. (1975). Biomechanics of swimming. *Exercise and sport sciences reviews*, 3(1), 219-248.
- Morais, J. E., Jesus, S., Lopes, V., Garrido, N., Silva, A., Marinho, D., & Barbosa, T. M. (2012). Linking selected kinematic, anthropometric and hydrodynamic variables to young swimmer performance. *Pediatric Exercise Science*, 24(4), 649-664.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: short term insufficient training stimulus. *Sports medicine*, 30, 79-87.
- Nevill, A. M., Negra, Y., Myers, T. D., Sammoud, S., & Chaabene, H. (2020). Key somatic variables associated with, and differences between the 4 swimming strokes. *Journal of Sports Sciences*, 38(7), 787-794.
- Nevill, A. M., & Whyte, G. (2005). Are there limits to running world records? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(10), 1785-1788.

- NSF. (2015, 09.02.2016). *Om masters*. Norges Svømmeforbund. <https://svomming.no/masters/masters-forside/>
- NSF. (2018, 01.09.2018). *VEILEDNINGSHEFTE APPROBERTE STEVNER I SVØMMING*. Norges Svømmeforbund. <https://svomming.no/wp-content/uploads/2018/11/Veiledningshefte-arrangere-approberte-stevner-i-sv%C3%B8mming-v1.6-1.09.18.pdf>
- NSF. (2022, 22.10.2022). *MESTERSKAPSSTRUKTUR SVØMMING*. Norges Svømmeforbund. <https://svomming.no/wp-content/uploads/2013/07/Mesterskapsstruktur-2022-v221022.pdf>
- NSF. (u.å.). *MEDLEY.NO*. Norges Svømmeforbund. <https://medley.no/>
- Pelayo, P., Sidney, M., Kherif, T., Chollet, D., & Tourny, C. (1996). Stroking characteristics in freestyle swimming and relationships with anthropometric characteristics. *Journal of applied biomechanics*, 12(2), 197-206.
- Pink, M. M., Edelman, G. T., Mark, R., & Rodeo, S. A. (2011). Applied biomechanics of swimming. *Athletic and sport issues in musculoskeletal rehabilitation*. St. Louis: Saunders Elsevier, 331-349.
- Ree, O. M. G. (2015). *Sammenligning av NM-og VM-finale 200 meter fristil svømming*
- Seiler, S., De Koning, J. J., & Foster, C. (2007). The fall and rise of the gender difference in elite anaerobic performance 1952-2006. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 534.
- Stewart, A. M., & Hopkins, W. G. (2000). Consistency of swimming performance within and between competitions. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(5), 997-1001.
- Strømme, C. B. (2020, 07.12.2020). *Hvor gammel er du egentlig?* Bioteknologirådet. <https://www.bioteknologiradet.no/2020/12/hvor-gammel-er-du-egentlig/>
- Thibault, V., Guillaume, M., Berthelot, G., El Helou, N., Schaal, K., Quinquis, L., . . . Hermine, O. (2010). Women and men in sport performance: the gender gap has not evolved since 1983. *Journal of sports science & medicine*, 9(2), 214.
- Toussaint, H. M., & Beek, P. J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports medicine*, 13, 8-24.

- Tønnessen, E., Svendsen, I. S., Olsen, I. C., Guttormsen, A., & Haugen, T. (2015). Performance development in adolescent track and field athletes according to age, sex and sport discipline. *PLoS One*, *10*(6), e0129014.
- UIO. (2021, 02.08.2021). *Dragkrefter*. Universitetet i Oslo.  
<https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/d/dragkrefter.html>
- Vandvik, I. H. (2022, 09.09.2022). *vekstspurt*. Store Norske Leksikon.  
<https://sml.snl.no/vekstspurt>
- Voje, K. L. (2023, 22.02.2023). *seksuell dimorfi*. Store Norske Leksikon.  
[https://snl.no/seksuell\\_dimorfi](https://snl.no/seksuell_dimorfi)
- Waage, A. (2021, 25.02.2021). *røde blodceller*. Store Medisinske Leksikon.  
[https://sml.snl.no/r%C3%B8de\\_bloodceller](https://sml.snl.no/r%C3%B8de_bloodceller)
- Wainer, H., Njue, C., & Palmer, S. (2000). Assessing time trends in sex differences in swimming & running. *Chance*, *13*(1), 10-15.
- Walker, O. (2016, 06.03.2016). *Peak Hight Velocity*. Science For Sport.  
<https://www.scienceforsport.com/peak-height-velocity/>
- Williams, K. D., Nida, S. A., Baca, L. D., & Latané, B. (1989). Social loafing and swimming: Effects of identifiability on individual and relay performance of intercollegiate swimmers. *Basic and applied social psychology*, *10*(1), 73-81.