

Mona Katrine Skjeldal

Fysisk oppvarming og stemmekvalitet

En effektstudie av fysisk oppvarming som
supplement til stemmeoppvarming

Masteroppgave i logopedi

Veileder: Jacques Koreman

Medveileder: Randi Bjerger-Sköld

Juni 2021

Mona Katrine Skjeldal

Fysisk oppvarming og stemmekvalitet

En effektstudie av fysisk oppvarming som
supplement til stemmeoppvarming

Masteroppgave i logopedi
Veileder: Jacques Koreman
Medveileder: Randi Bjerger-Sköld
Juni 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Det humanistiske fakultet
Institutt for språk og litteratur



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Denne oppgaven prøver å finne svar på om fysisk oppvarming har betydning for stemmekvaliteten sett på stemmebåndsnivå.

21 amatørangere gjennomgikk tre oppvarmingsprogram; fysisk oppvarming, stemmeoppvarming og kombinert oppvarming, med lydopptak av en lest tekst og en utholdt vokal før og etter. Akustisk analyse ble brukt for å undersøke regularitet og kvalitet i stemmebåndssvingningene, målt med HNR og perturbasjons-målene jitter og shimmer. Deltakernes grunnfrekvens og intonasjons-målet SD pitch ble også målt i teksten for å finne ut om oppvarmingene hadde effekt på disse parametrene. Det ble undersøkt om deltakerne opplevde effekt av oppvarmingene, og resultatene ble sammenlignet med de akustiske analysene for å se om det var sammenheng mellom målt effekt og deltakernes opplevde effekt. Et lite persepsjoneksperiment undersøkte til slutt om forskjellen på stemmekvaliteten kunne høres for et trent øre.

I følge teori om trening skal oppvarming øke muskeltemperaturen, noe som gir fordeler som økt oksygenopptak, økt utskillelse av avfallsstoffer og mykere og mer fleksible muskler som tåler større belastning. Økt evne til avspenning, bedre flyt i pusten, endret viskositet i muskler, bedre nevralt kontroll, bedre energibalanse i kroppen og økt kroppsbevissthet er andre effekter som tillegges fysisk oppvarming. Spesiell oppvarming, som går direkte på aktiviteten som skal utføres, skal gi en ekstra effekt, særlig pga. økt nevralt aktivering. I lys av dette forventes størst effekt av kombinert oppvarming der man nyter godt av både fordelene ved økning i muskeltemperatur og de ergogene fordelene ved spesiell oppvarming.

Analysene viste få signifikante forskjeller mellom oppvarmingsprogrammene, men i resultatene for tekstene hadde alle de tre oppvarmingene gjennomsnittlig positiv effekt på stemmekvaliteten sammenlignet med ingen oppvarming. Effekten var todelt: kombinert oppvarming hadde størst effekt på pitch-målene, mens stemmeoppvarming hadde størst effekt på stemmekvalitetsmålene unntatt shimmer der kombinert oppvarming viste best effekt. På den utholdte vokalen hadde fysisk oppvarming alene gjennomsnittlig negativ effekt på jitter og HNR. Stemmeoppvarming hadde gjennomsnittlig best effekt på jitter og HNR, mens shimmer hadde størst forbedring etter kombinert oppvarming. Shimmer og HNR-verdiene var imidlertid aller best etter *ingen 2*, altså uten oppvarming. Pitch og SD pitch gikk signifikant opp etter alle typer oppvarming, og mest etter kombinert oppvarming. Stemmekvalitetsmålene hadde størst forbedring ved høyere pitch.

Deltakerne opplevde positiv effekt av oppvarmingene, og mest etter kombinert oppvarming. Det ble ikke funnet noen signifikante sammenhenger mellom opplevd effekt og målt effekt på stemmekvalitet. De perseptuelle analysene viste noen få signifikante sammenhenger mellom vurderingene til 5 ulike lyttere, men vurderingene korresponderte lite med type oppvarming og målt stemmekvalitet.

Resultatene fra undersøkelsen viser at oppvarming kan ha en effekt på stemmekvaliteten målt på stemmebåndsnivå, men effekten er individuell og kan være både positiv og negativ. Personlig tilpasning er derfor viktig. Stigning av f_0 i talestemmen etter oppvarming kan gi en liten risiko for overbelastning og bør tas med i vurderingen i behandling av f.eks. stemmetretthet.

Abstract

The purpose of this study was to determine if aerobic warm-up has an impact on voice quality as it is measured in acoustic analysis.

21 amateur singers completed three different warm-up strategies: aerobic warm-up, vocal warm-up and combined warm-up, with recording of a read text and a sustained vowel before and after warm-up. Acoustic analysis was used to examine regularity and quality of the vocal fold vibrations, measured by HNR, jitter and shimmer. Fundamental frequency and the standard deviation of the fundamental frequency were measured as well to determine if warm-up had an influence on these measurements. The participants' self-perceived effect was collected and compared with the measured effects from the acoustic analysis to see if they corresponded. Finally, a small perception experiment was completed to investigate if trained vocal pedagogues and -therapists can hear these changes in voice quality.

According to theory of training aerobic warm-up increases blood flow and muscle temperature, which results in improved oxygen delivery and use, facilitated muscle metabolism and decreased stiffness of muscle and joints. Aerobic warm-up can also result in faster muscle contractions and relaxation, better airflow, greater economy of movements because of lowered viscous resistance within active muscles, increased transmission rate of nerve impulses, better energy balance of the body and better body awareness. Task-specific warm-up is claimed to give additional benefits possibly by increasing neuromuscular activation. According to this, a combined warm-up is expected to have the greatest effect on voice quality, because of the benefits of both increased muscle temperature and the ergogenic benefits of task-specific warm-up.

Few significant differences were found comparing the three warm-up protocols. However, the analysis of the texts showed average positive effects on voice quality compared to no warm-up. The effect was divided: combined warm-up showed the greatest effect on pitch measurements, and vocal warm-up led to the greatest improvement of the voice quality measures jitter and HNR. The results for shimmer were best after combined warm-up. For the sustained vowels physical warm-up alone had a negative impact on jitter and HNR. Vocal warm-up had on average the best effect on jitter and HNR, while shimmer had the greatest improvement after combined warm-up. However, the values of shimmer and HNR were best after *no warm-up*. Pitch and SD pitch increased significantly after all warm-ups, but most after combined warm-up. The voice-quality measures increased the most at higher pitch.

The participants experienced positive effects from all warm-ups, but the effect was greatest after combined warm-up. No significant correlations were found between reported effects and measured effects in the acoustic analysis. A few significant correlations between the listeners' assessments of voice quality were found in the perceptual analysis, although the assessments did not correspond clearly to type of warm-up and measured voice quality.

The results in this study shows that warm-up can have an effect on voice quality measured on a vocal fold level, but the effect is individual and can be both positive and negative. This implies that it is important to customize the activity to each individual. The increased fundamental pitch of the speaking voice can constitute a risk of vocal loading and must be considered in intervention of different voice problems like muscle tension disorder.

Forord

Fire lærerike år går nå mot slutten. Det har vært fantastisk spennende, interessant og artig, men det største har vært alle de fine menneskene jeg har møtt i løpet av disse årene. Medstudenter, forelesere og veiledere, barn og voksne i logopedisk praksis.

Tusen takk til de 21 fine deltakerne som stilte opp i denne studien og som ga meg av sin tid. Tusen takk til de 5 stemmekapasitetene som stilte opp til det perseptuelle eksperimentet.

Tusen takk til veileder Jacques Koreman for alt arbeidet og sin tålmodighet, og til medveileder Randi Bjerger-Sköld for inspirasjon og gode innspill.

Hva skulle man gjort uten medstudenter!? Så glad for å ha blitt kjent med dere alle, - tenk å ha en slik skatt spredt rundt i landet. Har vært et savn å ikke fått møttes på over et år pga. korona. En spesiell takk til Marit som har vært en uvurderlig støtte og sparringspartner.

Tusen takk til tålmodige og støttende venner og kollegaer, til vikarene som har tatt seg av elevene mine når jeg har vært fraværende og til dere som tok dere tid til å lese korrektur tross andre viktige begivenheter i livet.

Og sist, men ikke minst må jeg takke familien, Oliver, Timian og Kjell-Ivar som har holdt ut med meg disse årene, gitt meg oppmuntring, dratt meg med på tur, gitt meg mat og tålmodig hørt på når hodet måtte luftes og frustrasjonen måtte ut.

Trondheim, mai 2021

Mona K. Skjeldal

Innhold

Figurer	xi
Tabeller	xi
Ordliste	xii
1. Innledning.....	13
1.1. Bakgrunn	13
1.2. Formål og problemstilling	14
1.3. Oppgavens struktur	14
2. Teori.....	16
2.1. Stemmeapparatet	16
2.1.1. Respirasjonssystemet	16
2.1.2. Strupen (larynks).....	17
2.2. Stemmekvalitet.....	19
2.2.1. Akustisk analyse	20
2.2.2. Perseptuell analyse.....	21
2.3. Oppvarming.....	22
2.3.1. Fysisk oppvarming	22
2.3.2. Stemmeoppvarming	25
2.3.3. Kombinert oppvarming	26
2.3.4. Sammendrag oppvarming	27
3 Materiale og forskningsmetode	28
3.1 Eksperimentelt design.....	28
3.2 Oppvarmingsprogrammene	29
3.3 Deltakere	29
3.3.1 Inkluderings- og ekskluderingskriterier	30
3.4 Opptak og opptaksutstyr	30
3.5 Gjennomføring av undersøkelsen	30
3.6 Akustisk analyse	31
3.6.1 Vokalene.....	31
3.6.2 Tekstene	31
3.7 Spørreskjema	32
3.8 Perseptuell analyse.....	32
3.9 Bearbeiding av data.....	33
3.9.1 Analyser av vokaler og tekster.....	33
3.9.2 Analyser av opplevd effekt etter spørreskjema.....	33
3.9.3 Analyser etter perseptuell vurdering	34

3.10	Kvalitetskriterier	35
3.11	Etiske betraktninger	35
4	Resultater	37
4.1	Vokal n	37
4.1.1	Unormaliserte data	37
4.1.2	Normaliserte data	38
4.1.3	Oppsummering vokaler	39
4.2	Tekster	40
4.2.1	Unormaliserte data	40
4.2.2	Normaliserte data	42
4.2.3	Oppsummering tekster	43
4.3	Spørreskjema	44
4.3.1	Statistisk analyse av opplevd effekt	44
4.4	Perseptuell vurdering	45
4.4.1	Lytternes rangeringer sammenlignet med oppvarming	45
4.4.2	Lytternes rangeringer sammenlignet med hverandre	46
4.4.3	Lytternes rangering sammenlignet med de akustiske analysene	47
4.4.4	Oppsummering persepsjonsanalyse	49
4.5	Oppsummering av funn	49
5	Diskusjon	51
5.1	Konklusjon	57
5.2	Metoderefleksjon	58
5.3	Perspektivering	58
5.4	Forslag til videre forskning	59
	Referanser	60
	Vedlegg	63

Omfang: 20 542 ord

Figurer

Figur 4.1. Gjennomsnittsverdier for kvinner og menn etter fem oppvarmingsbetingelser, unormaliserte data for vokal n.	38
Figur 4.2 Gjennomsnittlig effekt av tre oppvarmingsbetingelser for kvinner og menn, normaliserte data for vokal n.	39
Figur 4.3 Gjennomsnittsverdier for kvinner og menn etter fem oppvarmingsbetingelser, unormaliserte data for tekster.	41
Figur 4.4 Gjennomsnittlig effekt av tre oppvarmingsbetingelser for kvinner og menn, normaliserte data for tekster.	43

Tabeller

Tabell 4.1 Gjennomsnittsverdier etter fem oppvarmingsbetingelser, unormaliserte data for Vn.	37
Tabell 4.2 Gjennomsnittlig effekt av tre oppvarmingsbetingelser, normaliserte data for vokal n.	39
Tabell 4.3 Gjennomsnittsverdier etter fem oppvarmingsbetingelser, unormalisert data for tekster.	40
Tabell 4.4 Lytternes rangering sammenlignet med 5 oppvarmingsbetingelser.	45
Tabell 4.5. Resultater etter korrelasjonsanalyse av 5 lytteres rangering av stemmekvalitet.	47
Tabell 4.6 Resultater etter korrelasjonsanalyse av 5 lytteres rangering av stemmekvalitet og rangering etter akustiske parametre.	47
Tabell 4.7. Perseptuell rangering, rangering etter akustiske mål, pitch og SD_pitch etter 5 oppvarmingsbetingelser.	48

Ordliste

Aerob: «med luft», energien i musklene frigjøres ved forbrenning når tilgangen på oksygen er tilstrekkelig (Andersen et al., 1986).

Anaerob: «uten luft», energien i musklene frigjøres ved spalting, og vi får melkesyre som avfallsprodukt (Andersen et al., 1986).

Ekspirasjon: utpust

Ergogen: prestasjonsfremmende (Definitions.net., 2021)

Fatigue: Ekstrem følelse av utmattelse og mangel på energi. Vokal fatigue: stemmetretthet.

Inspirasjon: innpust

Kapillarisering: nydannelse og utvikling av det kapillære nettverket. Øker ved aerob trening og fører til at levering av næringsstoffene til vev skjer raskere (Definitions.net, 2021).

NHR: *noise-to-harmonic ratio*. Lavere verdi indikerer mindre støy på stemmelyden.

Perturbasjon: forstyrrelse, her: grad av uregelmessighet i stemmebåndssvingningene.

PTP (Phonation Threshold Pressure): det minimale lufttrykket som skal til for å få til en stemmetone. PTP avhenger av pitch og bestemmes av åpningsgraden mellom stemmeleppene, tykkelsen på stemme-leppen, hastigheten på slimhinnebølgen og vevets viskositet (Milbrath & Solomon, 2003 2003).

Solar plexus: todelt nervesenter som ligger under mellomgolvet, på hver side av den store hovedpulsåren (Bjerger-Sköld, 2018).

SPL (Sound Pressure Level): mål på styrken i stemmebånds-vibrasjonene.

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Oppvarming er vanlig blant sangere, sangpedagoger, skuespillere, logopeder og andre som driver med stemmekrevende aktiviteter. De fleste har et program som innbefatter fysisk oppvarming, pustøvelser og stemmeoppvarming, og dette er noe som brukes en del tid på. Hva den fysiske oppvarmingen består i varierer en del, men en uformell rundspørring blant sangpedagoger og logopeder har vist at de fleste gjør tøyings-, pendel- og avspenningsøvelser, øvelser som skal gi mer kontakt med underlaget og øvelser som skal få pusten ned i kroppen.

Allerede i 1938 skrev den tyske sangeren og stemmepedagog Paul Lohmann (1894-1981) om kroppens betydning for stemmekvalitet og formidling. Han forteller at den store tenoren Caruso pleide å forberede seg til rollen han skulle synges om kvelden ved å snakke og bevege seg med samme energinivå som han skulle uttrykke. Krevde rollen et tragisk, mørkt og plaget uttrykk bevegde han seg langsommere, snakket roligere, mørkere og i et lavere register. Var rollen av en lett og lys karakter bevegde han seg raskere, snakket raskere og med lysere stemme og lo masse. «*Den geniale sangeren visste godt hva den helhetskroppslige innstillingen betydde for klangfargen*» (Lohmann, 1966, ny utgave), (min oversettelse). Lohmann skriver flere steder i boka om betydningen balanse og harmoni i kroppsinnstillingene, som i holdning og pust, og spenningsnivå i alle kroppsdelene, har for stemmekvaliteten og evnen til å uttrykke seg. Han skriver også at for å styrke pustefunksjonen (som er nødvendig for stemmekraft) ved f.eks. for liten bevegelighet i brystkorga eller lite fleksibilitet i flankene, kan «*gjennomtrening*» være nødvendig også med bruk av «*gymnastiske*» metoder (s. 100).

Gjennom min erfaring som utøvende sanger og sangpedagog, og gjennom praksis i logopedstudiet har jeg fått erfare at stemmen kan fungere bedre etter en trening eller en ekstra god kroppsoppvarming, som f.eks. en joggetur med påfølgende uttøying. Noen elever kan være litt passive og slappe i kroppen og eksplosive og «aktiverende» øvelser som får pulsen litt opp og øker blodgjennomstrømmingen ser ut til å gjøre fonasjonen og formidlingen lettere. Dette har fått meg til å bli nysgjerrig på om det gir seg utslag i den målbare stemmekvaliteten slik den viser seg i en akustisk analyse. Jeg ønsker å finne ut om dette kan måles ved akustiske parametre som F0, jitter, shimmer, harmonic-to-noise ratio (HNR).

Stemmearbeid handler om å jobbe med hele mennesket, enten vi arbeider med å utdanne profesjonelle sangere eller skuespillere, skal lære barn en god stemmebruk, arbeider med korsangere eller møter patologiske stemmer som logoped. Stemme, psyke, kropp og pust er en uløselig helhet og det ene påvirker det andre. Det er derfor vanskelig å isolere én enkelt faktor for å undersøke virkning av en aktivitet. Jeg vil likevel prøve å finne ut om vi som stemmebrukere kan ha utbytte av fysisk oppvarming i betydningen av å varme opp musklene i kroppen gjennom aerob trening. En allmenn oppfatning er at «en varm muskel er en fleksibel muskel». Flexibilitet er også et stikkord som gjelder all stemmebruk og som henger sammen med pust, kropp og psyke og vi vet at spenninger, fysiske som mentale, kan påvirke stemmen negativt, både gjennom hemmet pust og spente muskler i strupe, svelg og artikulasjonsapparat.

1.2. Formål og problemstilling

Formålet med oppgaven er å finne ut om fysisk oppvarming kan være et nyttig og forsterkende supplement til stemmeoppvarming og slik kunne brukes pedagogisk, forebyggende og terapeutisk. Kan fysisk oppvarming av kroppen forbedre stemmekvaliteten og dermed gjøre stemmearbeid lettere, og lar dette seg måle i akustisk og perseptuell analyse av stemmen. Kan man etter en fysisk oppvarming føle noen endring på stemmen? Økt kunnskap om hvordan fysisk oppvarming påvirker stemmen kan gi logopeder i praksis flere redskaper i arbeidet med ulike stemmelidelser. All behandling skal tilpasses den enkelte bruker og en dypere forståelse om hvordan ulike øvelser og metoder virker kan være til hjelp i vurderingen av hva som skal velges for akkurat denne klienten. Noen har kanskje behov for avspenning, andre oppspenning, mens andre igjen kanskje trenger å få omfordelt energien i kroppen eller få ut oppdemmet energi som gir utslag i stemmevansker, muskel- og skjelettplager.

For å finne svar på dette undersøkes effekten av fysisk oppvarming, stemmeoppvarming og kombinert oppvarming, og sammenlignes med ingen oppvarming.

Forskningsspørsmål:

Kan fysisk oppvarming som et supplement til stemmeoppvarming føre til en forbedret stemmekvalitet og gjøre fonasjon lettere og mer effektiv?

For å konkretisere dette ble det utarbeidet 5 hypoteser:

Hypoteser:

- Fysisk oppvarming som et supplement til stemmeoppvarming vil gi en bedre funksjon i stemmeleppene med målbart bedre regularitet og kvalitet i stemmebåndssvingningene, som målt i akustisk analyse med parametrene jitter, shimmer og HNR, sammenlignet med ingen oppvarming.
- Fysisk oppvarming vil påvirke grunntonefrekvensen (pitch) og øke variasjonen i intonasjon (SD_ pitch) i en talt tekst ved å aktivere pusten og balansere kroppens energinivå.
- Amatørsangere vil oppleve forbedret stemmefunksjon etter oppvarming og da mest etter kombinert oppvarming.
- Amatørsangernes opplevelse av effekt vil gjenspeiles i de akustiske målingene.
- Trente lyttere kan høre forskjell på stemmekvaliteten målt på stemmebåndsnivå (jitter, shimmer og HNR) etter oppvarming.

1.3. Oppgavens struktur

I kapittel 2 gjennomgås teori som har relevans for stemme, stemmekvalitet og oppvarming. Kapitlet starter med en beskrivelse av fysiologien i stemmeapparatet. Videre behandles stemmekvalitet og definisjoner på dette, og hvordan man kan måle stemme-kvalitet akustisk og perseptuelt. En stor del av kapittel 2 omhandler oppvarming, og er delt inn i generell oppvarming, stemmeoppvarming og kombinert oppvarming. Her blir også tidligere studier på området gjennomgått.

Kapittel 3 beskriver metodene som ble brukt for å samle inn og analysere materialet i studien. Valg av informanter og fonasjonsoppgaver, opptaksutstyr, gjennomføring og

metoder for akustisk og perseptuell analyse blir beskrevet her, i tillegg til spørreskjema og statistisk analyse.

Resultatene av målingene og analysene presenteres i kapittel 4.

I kapittel 5 drøftes resultatene opp mot teorien som ble presentert i del 2 og hypotesene evalueres. Metoderefleksjon og perspektivering har også fått plass her, før teksten avsluttes med forslag til videre forskning.

2. Teori

I dette kapitlet blir emner som er relevant for stemmekvalitet og oppvarming behandlet. En beskrivelse av fysiologien i stemmeapparatet er nødvendig for å skjønne hvordan stemmen kan påvirkes av ulike typer oppvarming. Denne oppgaven omhandler stemmekvalitet og det er da nødvendig å definere dette begrepet, og beskrive hva som kjenner-tegner en god stemme. Hovedfokus blir de parametrene som måles akustisk, eller vurderes i den perseptuelle analysen. Ulike måleinstrumenter for vurdering og måling av stemmekvalitet beskrives i avsnitt 2.2.1. og 2.2.2. Litteratur og forskning om hvordan oppvarming virker fysiologisk på kroppen generelt, og hvordan fysisk- og stemmeoppvarming kan påvirke stemmen er viktig for å forstå funnene i studien.

2.1. Stemmeapparatet

Stemmeapparatet deles inn i tre hoveddeler: respirasjonssystemet, strupehodet (larynx) og artikulasjonsapparatet. I denne studien undersøkes hovedsakelig parametre som har forbindelse med respirasjon og fonasjon. Artikulasjonsapparatet vil derfor ikke bli gjennomgått her.

2.1.1. Respirasjonssystemet

Respirasjonssystemets hovedoppgave er å skaffe oksygen til kroppen og å skille ut karbondioksid fra cellene via lungene. I tillegg har det som oppgave å gi energi til lydproduksjon ved fonasjon (Rørbech, 1994). Åndedrettet styrer og regulerer lufttrykket opp mot stemmeleppene (subglottalt trykk) og styres både av muskulære og mekaniske krefter.

Respirasjonssystemet består av lungene, luftrøret med forgreininger, brystkassa (toraks), og musklene som står for pustebevegelsene. Ribbeina er festet til brystvirvlene i ryggspylen med leddfasetter og de fleste til brystbeinet gjennom brusforbindelser og utgjør et bevegelig rammeverk der lungene fyller det meste av rommet.

En rekke muskler i toraks brukes til respirasjon. De primære inspirasjonsmusklene er diafragma og de ytre ribbeinsmusklene. Disse brukes normalt ved rolig pust, men ved forsert pust eller ved blokkeringer av de primære inspirasjonsmusklene settes de sekundære inspirasjonsmusklene i funksjon (Rørbech, 1994). Dette er muskler i hals- og skulderregionen, øverste del av brystkassen og ryggen som ved visse betingelser kan skape en utvidelse av toraks, og dermed støtte inspirasjonen når kroppens oksygenbehov er særlig stort (som ved aerob trening). Bruk av disse musklene kan forårsake spenninger som påvirker strupens funksjon. «*Spændinger i åndedrets-muskulaturen er en af de almindeligste årsager til en dårlig stemmefunksjon*» (Rørbech, 1994).

Pusten styres nevrologisk ved hjelp av reseptorer i blodkar og hjernevev, som måler bl.a. CO₂- og oksygen-nivå i blodet via kjerner i hjernestammen. Dette er en del av det autonome (automatiske) nervesystemet og pustebevegelsen tilpasser seg stoffskiftets behov. Ribbeins- og buk-muskulaturen får sine impulser gjennom nerver fra brystryggmargen (Hartelius et al., 2008). Ved hvilepust skjer innpusten aktivt ved at spenning i inspirasjonsmusklene gir den nødvendige utvidelsen av toraks, og utpusten passivt ved opphør av disse spenningene, og elastisitet gjør at toraks søker tilbake til utgangs-

posisjon (nullpunktet). Ved behov for en lengre eller sterkere luftstrøm, som ved tale og sang, trer ekspirasjonsmuskulaturen i kraft. Dette er primært de indre ribbeinsmuskulaturen, men også buk- og ryggmuskulaturen, muskler i nederste del av ryggen og psoasmuskulaturen er viktige for å kontrollere lufttrykket og skape flyt i luftstrømmen. Ved forsert pust som, f.eks. ved fysisk aktivitet, blir pustebevegelsene mer voldsomme for å gi nok utluftning av lungene og for å så raskt som mulig tilføre ny oksygenrik luft til kroppen. Ekspirasjonsmuskulaturen blir aktivert for å presse luften ut av lungene og både de primære og de sekundære inspirasjonsmuskulaturen brukes under innpusten.

Det maksimale puste volumet fra den ytterste utåndingsstillingen til ytterste innåndingsstillingen (vitalkapasiteten) utgjør hos voksne ca. 4-5 liter. I hvile bruker vi omtrent 15 % av denne (respirasjonsluften). Det er mulig å lage lyd kun med respirasjonsluften, men ved stemmegivning kreves det en dypere inspirasjon og også økt ekspirasjon. Inspirasjonen innskrenkes til et minimum av tid og ekspirasjonen forlenges. Tale krever en svært finstilt kontroll på pusten for å få riktig subglottalt trykk, pauser på riktig sted i setningene og raske intensitetsvariasjoner (Hartelius et al., 2008 2008), og koordinasjonen mellom det som skjer i strupen og luftkontrollen må være fininnstilt. I dagligtale tilpasser språket og pusterytmen seg umerkelig hverandre, men når det stilles større krav til formulering endrer språket karakter, periodene blir lengre og mer komplisert for å gi et presist og sammenhengende uttrykk. I tillegg til et klart og tydelig språk stilles det kanskje krav om styrke og klang på stemmen, og da blir en bevisst styring av pusten nødvendig. Hvis luften utnyttes godt i stemmeapparatet, dvs. at det ikke skjer en for stor lekkasje gjennom glottis, trenges i slike situasjoner ikke en pustekapasitet på mer enn ca. 50 % av vitalkapasiteten. Ved sang kan det oppstå behov for dypere innpust før en lang frase, men fordi pusten fungerer stivere i ytterposisjonene (ved svært lite eller mye luft i lungene som gir stort eller lavt lufttrykk) blir det vanskeligere å opprettholde kontroll på respirasjonsmuskulaturen. Den beste funksjonen for stemmebruk oppnås antakelig ved et luftforbruk som ligger litt over halvparten av vitalkapasiteten.

Man kan utvide sin vitalkapasitet ved mobilitetstrening av toraks og det er gjort en rekke studier på dette, bl.a. på grupper med sykdommer som sklerose. Denne studien omfatter ikke pusteøvelser, men aerob trening der deltakeren blir andpusten, noe som utvider puste-bevegelsene og øker bevegeligheten i leddene i toraks og gir større utsving i ribbeina. Lungene og diafragma strekkes, noe som fører luften dypere ned i lungebasis. Dette kan øke vitalkapasiteten og gi større kontroll på den aktive pusten da ytterposisjonene ligger lenger unna nullpunktet. Fonasjonen kan da skje mer avspent.

2.1.2. Strupen (larynks)

Strupen består av skjelett, indre- og ytre strupemuskulatur og slimhinne, og har to oppgaver: beskytte luftveiene mot fremmedlegemer, og stemmeproduksjon (Rørbech, 1994).

Strupens skjelett omfatter skjoldbrusken, ringbrusken, pyramidebruskene og strupe-lokket. Disse forbindes med hverandre ved membraner og kan beveges gjennom leddforbindelser og et finstilt muskellarbeid.

De indre strupemuskulaturen har både utspring og feste i strupebruskene og det er disse muskulaturen, som ved å bevege bruskene i forhold til hverandre, bestemmer stemmeleppenes stilling, form og spenning. Det er kun én paret muskel som ved kontraksjon åpner (abducerer) glottis ved bl.a. innpust: *m. cricoarytenoideus posterior*. Antagonisten

til denne, *m. cricoarytenoideus lateralis* lukker (adduserer) glottis bak til pyramidebruskene, mens *m. arytenoideus transversus* og *m. arytenoideus obliquus*, som begge går mellom de to pyramidebruskene, lukker siste del av glottis.

Selve stemmeleppemuskelen er en del av *m. thyreoarytenoideus* («den indre spenner») som går fra skjoldbrusken horisontalt bak til pyramidebrusken. Den består av to deler: *pars lateralis (externus)* og *pars medialis (internus)*. Internus kalles også vokalis-muskelen og utgjør den muskuløse delen av stemmeleppene. Vokalis-muskelen er rikt forsynt med motoriske nervetråder og kan derfor kontrolleres både raskt og nøyaktig. «Denne muskel er sandsynligvis af særlig betydning for de finere spændingsvariationer og dermed for stemmekvaliteten.» (Rørbech, 1994). Når *m. thyreoarytenoideus* kontraheres, spennes, forkortes, fortykkes og adduseres stemmeleppene, og stemmetonen går ned. Antagonisten til denne muskelen er *m. cricothyreoideus* (lengdespinneren), en todelt muskel som går fra ringbrusken til skjoldbrusken. Når denne kontraheres, spennes, forlenges, slankes og adduseres stemmeleppene og stemmetonen går opp. Et godt samspill mellom disse er viktig for tonehøyderegulering som er avhengig av de tre faktorene lengde, spenning og masse.

Stemmen har normalt tre register: fullregistret (i det lavere leiet), randregistret (i det høye leiet) og mellomregisteret som forbinder de to hovedregistrene. «Støttemuskulaturen», dvs. musklene i toraks som har ansvaret for reguleringen av lufttrykket, er viktig i forbindelse med tonehøyderegulering og registerutjevning, og disse kompliserte muskelfunksjonene har betydning for talestemmens evne til uttrykk gjennom intonasjon og dynamikk. «Det er ikke ualmindeligt, at mennesker taler udelukkende i fuldregisteret eller i randregistret – et register kan fortrænges – men ensidig brug af registrene vil begrænse stemmens variationsbredde og trætte strubemuskulaturen. Udviklingen af et mellemregister etter de samme principper som ved sang, så talestemmen ligger, hvor det lyse og det mørke mødes, vil formodentlig lette tale-stemme-funktionen og øke dens udtryksmuligheder.» (Rørbech, 1994).

Når stemmens intensitet skal reguleres skjer det i samarbeid mellom de indre strupemusklene og pustemusklene. Intensiteten kan økes ved økt kompresjon og større spenning i stemmeleppene og/eller ved å øke det subglottale trykket ved hjelp av ekspirasjonsmusklene.

Den ytre strupemuskulaturen støtter strupen og bestemmer dennes plassering i svelget og har betydning for de indre strupemusklenes bevegelse, for resonansen og for stemmeleppens lengde. Spenninger i den ytre strupemuskulaturen kan ha betydning for spennings- og funksjonsnivået i den indre.

Stemmeleppene hos voksne er bygd opp av flere lag. Ytterst finner vi et epitelcellelag, deretter det ytre, mellomste og dype laget av *lamina propria* og innerst vokalis-muskelen. Epitellaget og den ytre delen av *lamina propria* utgjør slimhinnen, mens mellom- og det dypere laget utgjør *ligamentet*. De ulike egenskapene i lagene gjør at stemmebåndene kan vibrere med ulike svingningsmønstre og slik forandre stemmeklangen. Lagene kan ha forskjellig viskositet etter hvor mye væske som samles i vevet. Ifølge Finkelhor (Finkelhor et al., 1988) krever stemmelepper med nedsatt hydrering (høyere viskositet) mer energi for å oppnå stemmeleppesvingninger enn stemmelepper med økt hydrering (lavere viskositet). Teoretisk sett skulle oppvarming som øker blodgjennomstrømmingen til vevet i stemmeleppene (både vokalis-musklene og slimhinnen) senke viskositeten og dermed gjøre fonasjon lettere ved bl.a. å senke det

minimale lufttrykket som skal til for å få til stemmebåndssvingninger (PTP: Phonation Threshold Pressure) (Portillo et al., 2018).

Slimhinnen i stemmebåndene er tynnere hos kvinner enn hos menn og inneholder mindre av stoffet hyaluronsyre som ansees å ha en støtdempende effekt. Det, sammen med kvinners høyere f_0 som gir langt flere sammenstøt mellom stemmebåndene, gjør at den mekaniske belastningen midt på stemmebåndene til kvinner (og barn) er langt høyere enn hos menn, noe som igjen øker faren for funksjonelt organiske stemmevansker som stemmebåndsknuter (Hartelius et al., 2008).

2.2. Stemmekvalitet

Hva som oppfattes som en god stemmekvalitet avhenger av kulturelle, miljømessige og individuelle faktorer. Stemmen er ikke konstant, men varierer gjennom livet, påvirkes av følelser, miljø og helse, og avhenger hvem man snakker til og hvordan den oppfattes av mottakeren (Colton et al., 2011). Boone m.fl. (2005), referert til i «Logopedisk stemmetrening» (Ericson et al., 2012), trekker frem fem egenskaper ved en god stemme:

- passe styrke
- uanstrengt å produsere
- god stemmekvalitet
- fleksibel (kan uttrykke følelser)
- representativ for personen (ut fra alder og kjønn)

Lyd er trykkbølger i lufta som føres fra lydilden til øret. Forskjellige svingningsformer på trykkbølgene gir forskjellig lydinntrykk og vi kan grovt sett dele disse inn i støylyder og tonelyder: hvis svingningene er aperiodiske, dvs. uregelmessige og tilfeldig, oppstår støylyder. Når svingningene er periodiske, dvs. regelmessig gjentakende, oppstår en tonelyd. Hvis svingningene i en lydbølge er helt identiske både i frekvens og amplitude vil det oppstå en sinustone, eller en helt «ren tone», og vil ha jitter- og shimmerverdi på 0 (se 2.2.1.). En stemmetone oppstår ved at luftstrømmen fra lungene deles opp av stemmeleppe-svingningene til sekvenser av glottispulser som danner trykkbølger. Som vi skal se i avsnitt 2.2.2. vil stemmeleppe-svingningene ha noe grad av uregelmessighet.

De fleste tonene vi hører er sammensatt av flere periodiske svingninger og det er denne sammensetningen som gir en tone dens klangfarge. Svingningen med den laveste frekvensen kalles grunntonen eller første harmoniske tone (f_0). Videre kommer 2., 3. osv. harmoniske tone. Disse har frekvens 2 x grunntone-svingningen, 3 x grunntone-svingningen osv. I denne oppgaven undersøkes gjennomsnittlig grunntone (f_0) i en lest tekst som betegnes i resultatene som *pitch*.

Stemme-kvalitet er betinget av tre faktorer (Rørbech, 1994):

1. Luftstrøm som kan reguleres.
2. stemmeleppevibrasjoner som omdanner svingningsenergien og lager en tone, primærtonen, med en frekvens bestemt av stemmeleppe-svingende masse, deres lengde og spenningsgrad.

3. Ansatsrørets resonanser som påvirker den primære stemmetonen slik at styrkeforholdet mellom de harmoniske tonene i spektrum endres og gir tonen dens klangfarge.

Dette setter Rørbech i sammenheng med kroppsstøtte og holdning. Hun definerer støtte som et muskelsamarbeid (s. 70):

«en bevidst og stadig kontrollert samarbejde mellem de muskler, der bestemmer

- a) Udåndingsluftens tryk
- b) Kraften hvormed stemmelæberne lægger sig mod hinanden under fonationen
- c) Kroppens rejsning og balance»

Pusten og kontroll av åndedrettsmusklene står sentralt, både for å etablere et reflektorisk stemmebåndslukke og en reflektoriske diafragma-innpust, og for å regulere utpustens trykk mot stemmeleppene (subglottalt trykk), i forhold til stemmeleppenes kompresjonsgrad.

I denne oppgaven undersøkes stemmekvaliteten målt på stemmebåndsnivå.

Man kan vurdere stemmekvalitet perseptuelt ut fra det vi hører eller akustisk ved å bruke et databasert analyseprogram.

2.2.1. Akustisk analyse

For å finne ut om hvordan oppvarming påvirket regularitet og kvalitet i stemmebåndssvingningene ble akustisk analyse av stemmene valgt som hovedmetode i denne undersøkelsen. Til det finnes det flere ulike dataprogrammer. Gjennom logopedutdanningen ved NTNU har vi fått opplæring i programmet Praat (Boersma, 2018) både til språk- og stemmeanalyser, og dette ble derfor valgt. De akustiske parametrene som ble analysert i *voice report* var *jitter*, *shimmer* og *harmonic-to-noise ratio (HNR)*. I tillegg ble *pitch* og *SD_pitch* målt i en lest tekst.

Jitter og shimmer er to mål på uregelmessigheter (perturbasjon) i stemmeleppe-svingningene. Hvis forstyrrelsen er i tid, måles det som jitter (frekvens perturbasjon) og beregnes her som forskjeller i varighet av to etterfølgende perioder delt på gjennomsnittsverdien av de to periodene. En periode er bevegelsen fra hvilestilling gjennom en lukke- og en åpningsfase og tilbake til hvilestilling. Hvis forstyrrelsen er i amplitude, måles det som shimmer (amplitude perturbasjon). Her måles forskjell i amplituden av to etterfølgende perioder, delt på gjennomsnittlig amplitude. Amplituden henger sammen med svingningenes størrelse (avstanden fra hvilestilling til ytterstilling) og er dermed et mål på lydets styrke (Rørbech, 1994). Normale stemmer har noe grad av frekvensforstyrrelser, som kan komme av variasjon i stemmebåndsmasse, spenning, muskelaktivitet eller nevralt aktivitet (Colton et al., 2011). Ved patologiske tilstander i stemmebåndene vil frekvensforstyrrelsene øke. Dette kan være utvekster (cyster, knuter o.l.), endringer i slimhinnene, variasjon i muskelfunksjon, variasjon i oppbygging av stemmebåndene og i den motoriske kontrollen av musklene i larynks (Colton et al., 2011). Dette vil gi økte jitter- og shimmer-verdier. For jitter er terskelverdi for en enkelt vokal 1,040% der en høyere verdi indikerer en stemmevanske og for shimmer er terskelverdien 3,81%.

I *voice rapport* i Praat er også *mean harmonic-to-noise ratio (HNR)* analysert. Dette måler overtoner og viser relativ andel av energien i den periodiske delen av spekteret sammenlignet med andelen støy (aperiodisk energi/svingninger). En lavere HNR viser at

det er mye støy i stemmelyden. Verdien avhenger av stemmekvalitet, men også vokal. Ifølge Praat-håndboken er terskelverdien for en normal [a] eller [i]) 20dB og for [u] 40dB. Alt under dette indikerer en stemmevanske (Boersma, 2018).

Tale består av mange ulike språklyder som hver har sine terskelverdier, i tillegg til «støylyder» som f.eks. frikativer. Dette gjør at vi ved analyse av en lengre tekst ikke kan forholde oss til terskelverdiene som er satt for enkeltvokaler.

f₀ er en persons gjennomsnittlige grunntonefrekvens (antall ganger stemmebåndene svinger mot hverandre pr. sekund) målt i Hz. I tale pleier denne å ligge på ca. 180-220 Hz for kvinner, og ca. 100-130 for menn (Ericson et al., 2012). Jo høyere grunntone dess flere ganger slår stemmebåndene mot hverandre og den mekaniske belastningen blir større. Kvinner rammes da også oftere av stemmevansker enn menn (Sundberg, 2001). Det er imidlertid viktig at frekvensen ligger innenfor personenes naturlige register. Det er ikke nødvendigvis slik at lavest mulig er best. Det kan være svært slitsomt å snakke i et for lavt register og det kan gi spenninger både i den indre og ytre strupemuskulaturen.

SD_pitch reflekterer frekvensvariasjoner i et lengre segment (variasjon i intonasjon). Under tale avhenger variasjoner i både frekvens og intensitet av lydene, ordene og intensjonen i uttrykket (Colton et al., 2011). Standardavviket angis her i Hz slik det oppgis i *voice report* i Praat.

Hvilken praktisk betydning har dette for oss som stemmebrukere? En stemme med lite støy og lite forstyrrelser i frekvens og amplitude vil ha større bærekraft og krever mindre energi å produsere. Tale i et behagelig stemmeleie gir mindre spenninger og belaster stemmebåndene mindre enn om man snakker i et unaturlig høyt eller lavt register. Det vil gi mindre fare for overbelastning og det vil være enklere å opprettholde generell stemmehelse. En stemme med høyere SD_pitch vil oppleves mer uttrykksfull enn en stemme med lav SD_pitch som vil være mer monoton i uttrykket.

2.2.2. Perseptuell analyse

Perseptuell analyse ble valgt som metode for å evaluere hypotesen om at trente lyttere kan høre forskjell på stemmekvaliteten etter oppvarming. Alt stemmearbeid omfatter en audio-perseptuell analyse av stemmen, enten man som logoped jobber med stemmevansker eller som sangpedagog med friske og velfungerende stemmer. For at analysen skal bli pålitelig er det viktig med en felles terminologi.

I logopedien brukes egne skjemaer som en del av stemmeundersøkelsen for å «kartlegge stemmens funksjonsnivå, styrker og svakheter, danne grunnlag for samtale om stemme, legge grunnlaget for en behandlingsplan og for å dokumentere utgangspunktet for og resultatet av behandlingen...» og har til hensikt å kartlegge stemmeleie (F₀), stemmekvalitet (støy, skurr, lekkasje osv.), omfang (register), smidighet og styrkevariasjoner (Ericson et al., 2012).

GRBAS (Grade, Roughness, Breathiness, Asthenia, and Strain) (Hirano, 1981), CAPE-V (ASHA, 2009) og «Skjema for utredning av dysfoni» (ATHS, 2008) er eksempler på skjemaer som brukes i logopedien. SVEA (Hammarberg 2000 referert til i (Hartelius et al., 2008)) er et skjema som bl.a. måler egenskapene *lekkasje*, *presset* (hyperfunksjonell), *slapp* (hypo-funksjonell), *knirk*, *skurr/støy* og *monoton*. Parametrene bedømmes etter en visuell analog-skala der det merkes av på en linje mellom «fravær av» og «høy grad av». *Register* (full, rand, annet), *stemmeleie* (dypt, normalt, lyst) og *stemmestyrke* (svak, normal, sterk) registreres også. Skjemaet er egnet også for friske

stemmer og måler begreper som er kjent for både logopeder og sangpedagoger, og ble derfor valgt som utgangspunkt for den perseptuelle analysen i denne oppgaven.

Stemmeanalyse er i liten grad standardisert i vokalpedagogikken. Nanna-Kristin Arder har laget et skjema som til en viss grad brukes av sangpedagoger rundt i landet (Arder, 1996) og som omhandler omfang, ansatsmåte, avfraserings og artikulasjon. Hun har også med kompresjon (noe som favner hypo- og hyperfunksjon og luftfylthet) og tonehøyde. I dagligtalen snakker stemmepedagoger om både skurr, knirk og «luft på stemmen». Det ble brukt noen sangpedagoger til den auditiv-perseptuelle vurderingen i denne studien fordi disse har god trening i å lytte til detaljer i stemmer og fordi de vanligvis jobber med friske stemmer som i denne studien. Colton og Estill (1981) referert til i (Colton et al., 2011), har sett på påliteligheten av perseptuell analyse av stemmekvalitet. De sammenlignet resultatene fra en gruppe logopeder, en gruppe «naive», sangere og instrumentallister og fant at instrumentalistene skåret høyest med sangere, uerfarne og logopeder på de neste plassene. Forskjellene var små, men Colton antyder at musikalsk erfaring kan være til hjelp ved analyse av stemmekvalitet, inkludert f0.

2.3. Oppvarming

I denne delen skal vi se på oppvarmingens fysiologiske effekter og forskning som er gjort på dette. Kroppen og fysiologien er den samme enten man trener kroppen i en fysisk aktivitet eller bruker stemmen, og teori om treningsfysiologi danner grunnlaget for seksjonene om stemmeoppvarming og kombinert oppvarming.

2.3.1. Fysisk oppvarming

En gammel lærebok i kroppsøving for den videregående skole (Andersen et al., 1986) skriver at «*oppvarming er det vi gjør for å forberede kroppen til aktiviteten etterpå.*» (s. 19). Vi varmer opp for å øke temperaturen i kroppen for da å fungere bedre både fysisk og psykisk. Andersen skriver at fysisk oppvarming fører til at oksygentransport, nerveimpulser og kjemiske prosesser går lettere, arbeidende muskler og organer får mer blod, og at muskler, leddbrusk og leddbånd tåler mer. Mentalt fører oppvarming til at man blir mindre anspent, evnen til konsentrasjon øker og man blir mer motivert. Dette gir ifølge Andersen færre skader, bedre yteevne, treningslyst og innsats. Dette er ikke utdatert lærdom. Den langt nyere boka til McArdle et al. (McArdle et al., 2015) som er en omfattende og grundig innføring i treningsfysiologi beskriver de samme fysiologiske effektene av oppvarming.

McArdle skriver at oppvarming blir brukt for å forberede seg fysisk og psykisk til en kommende aktivitet, og for å redusere sannsynligheten av skader på ledd og muskler. Han skiller mellom generell og spesiell oppvarming. Den generelle oppvarmingen handler om å løse opp og bevege kroppen på måter som ikke har noen direkte sammenheng med den kommende aktiviteten, mens den spesielle oppvarmingen omfatter de ferdighetene man skal utøve. En gradvis oppvarming med moderat intensitet kan øke temperaturen i skjelett- og kjernemuskulaturen med 1-3°C uten å føre til utmattelse eller reduserte energilagre. Intensiteten på oppvarmingen må tilpasses hver enkelt persons fysiske form, og den aktiviteten som skal gjøres bør starte noen minutter etter oppvarmingen.

Om de fysiologiske forandringene man kan tenke seg ved oppvarming skriver McArdle:

- Forbedret blodsirkulasjon og økt temperatur i musklene resulterer i raskere muskelkontraksjon og avspenning.

- mer økonomisk muskelbruk pga. lavere viskøs motstand i aktive muskler.
- bedre oksygenopptak i musklene fordi hemoglobin gir fra seg oksygen lettere ved høyere muskeltemperaturer.
- bedring av nerveimpulser og muskel-metabolisme ved høyere temperaturer.
- økt blodgjennomstrømming gjennom det aktive vevet ved at blodårene utvider seg som en respons på en økning i metabolisme (bl.a. bedre nedbrytning og utnytting av næringsstoffer i muskelcellene) og muskeltemperatur. Økt utskillelse av melkesyre og andre avfallsstoffer gir økt fleksibilitet i musklene.

De samme resultatene fant David Bishop da han gjennomgikk en mengde forskningsstudier i en oversiktsartikkel om aktiv oppvarming (Bishop, 2003). Han delte studiene etter lengde på aktiviteten i kort-, middels- og langtidsaktiviteter og de nevnte effektene viste å gi forbedret prestasjon i en rekke ulike aktiviteter. Han fant også en tilleggseffekt før aktiviteter av lengre varighet: oppvarmingen kan forbedre prestasjonen ved å øke baseline VO_2 (oksygenopptak under hvile), noe som gir mer oksygen til cellene under oppvarminga og dermed minsker sjansen for melkesyre og nedsatte prestasjonen under den egentlige aktiviteten.

Bishop undersøkte også effekten strukturen på oppvarming hadde, og konkluderer med at 3-5 minutters oppvarming ved moderat intensitet kan gi signifikant forbedrede prestasjoner i flere ulike aktiviteter. Oppvarming hadde ingen positiv effekt hvis intensiteten var for lav eller høy. Hva som er en god struktur på oppvarmingen avhenger av hvilken oppgave som skal gjøres, miljøfaktorer og utøverens fysiske kapasitet og respons på oppvarmingen. Godt trente personer vil trenge lenger og mer intens oppvarming enn mindre trente for å få opp muskeltemperaturen, og utrente personer vil raskere bli utslitt av oppvarminga.

Tilpasset restitusjonstid, som tillater re-syntese av næringsstoffer, mellom oppvarming og aktiviteten er også viktig. Prestasjonen på lengre aktiviteter kan hemmes ved at oppvarmingen tømmer glykogenlagrene og/eller øker belastningen på de temperaturregulerende funksjonene i kroppen og gir for stor økning i kroppstemperaturen. Med passe intensitet, lengde og restitusjon ser oppvarming ut til forbedrede prestasjoner hvis deltakeren ikke er for sliten når han skal starte oppgaven, men har oppnådd en forhøyet baseline VO_2 .

Å legge til en kort og intens, oppgavespesifikk aktivitet ble rapportert å gi ytterligere ergogene (prestasjonsforbedrende) fordeler ved å gi en økning i nevro-muskulær aktivering. De oppgavespesifikke oppgavene må være korte nok til å ikke forårsake fatigue.

Den optimale oppvarmingen vil avhenge av flere forhold, men forskningen peker mot en oppvarming med 60-70 % av maksimal intensitet i 5-10 minutter, etterfulgt av 5-15/20 minutter restitusjon for å bedre prestasjonene i fysiske aktiviteter.

I et stemmeperspektiv vil den generelle oppvarmingen være de fysiske øvelsene som gjøres for å få i gang blodsirkulasjonen og mykgjøre musklene i kroppen, og ulike tøyings- og avspenningsøvelser, mens den spesielle oppvarmingen er øvelsene som gjøres med stemmen og musklene i larynks. Den generelle oppvarmingen kan ha betydning for pusten ved å gi bedre fleksibilitet og balanse mellom spenning og avspenning, og bedre kontroll gjennom økt nevralt aktivitet. Den kan også gi større evne til avspenning i skuldre, nakke og den ytre halsmuskulaturen, samtidig som økt blod-

gjennomstrømming kan bidra til større utskillelse av avfallsstoffer. Ved å bli andpusten kan man øke utsvinget i ribbeina og dermed øke bevegeligheten i leddene som forbinder ribbeina med både brystbeinet og ryggvirvlene, noe som også vil strekke lungene og gi økt bevegeligheten i diafragma. For stemmeleppene og musklene i strupen kan økt blodgjennomstrømming ha betydning for viskositet og dermed stemmeleppemassen, muskelkontroll og utskillelse av avfallsstoffer.

Fysioterapeut og psykolog Berit Heir Bunkan har skrevet en lærebok i psykomotorisk fysioterapi der det grunnleggende budskapet er en «*forståelse for kroppen som uatskillelig fra personens indre liv og ytre livssituasjon.*» (Bunkan & Heir, 1996). Hun skriver bl.a. at hos mennesker med uheldige puste- og spenningsmønstre kan visse typer anstrengende kroppsaktiviteter (som jogging) understøtte og forsterke de uheldige funksjonene og øke det generelle forsvaret i pust og muskulatur (s. 186). Dette kan tale mot anstrengende oppvarmingsøvelser før stemmeaktiviteter.

Et kapittel i Bunkans bok omhandler aktive metoder for å bedre muskelkvaliteten, for å oppnå avspenning, eller for å stimulere slapp, hypoton muskulatur. Dette omfatter bl.a. øvelser med aktiv spenning og avspenning, og skal også være med på å øke kroppsbevisstheten. I kapitlet om utladningsteknikker skriver hun om ulike former for muskelaktivitet der den naturlige trettheten utnyttes til å fremkalle avspenning. «*Erfaringer fra dagliglivet viser at mange mennesker oppnår avspenning (utlading) gjennom hardt fysisk arbeid som husvask, løping, dans, idrett, hagearbeid etc.*» (s. 191).

Kapitlet om «*indirekte respirasjonsøvelser*» er også aktuelt i forbindelse med fysisk oppvarming og stemme. Bunkan skriver at man ved indirekte respirasjonsøvelser kan «*påvirke belgbevegelsen uten at personen blir opptatt av pusten*» (s. 260). I disse øvelsene er det bevegelse som leder respirasjonen, kroppens naturlige respirasjonsregulerende mekanismer styrer luftinntaket og luftutvekslingen reguleres etter de naturlige behovene. Øvelsene kan reguleres etter hva man vil oppnå, f.eks. bedre bevegelighet i toraks, påvirke kroppsholdning og det generelle spenningsnivået, forandre pusten, eller påvirke kroppskontakten i toraks og abdomen. Bunkan poengterer forbindelsen mellom kroppsholdning, muskelspenninger og «*belgbevegelser*», dvs. bevegelsen i toraks ved pust. Ved fysisk oppvarming vil pusten påvirkes uten at man konsentrerer seg om den.

Både den logopediske og den sangpedagogiske litteraturen vektlegger avspenning og balanse for å oppnå en god puste- og stemmefunksjon. «*För en god andnings- ock röstfunktion krävs en avspänd ock balanserad kroppshållning*» (Iwarsson i (Hartelius et al., 2008). Iwarsson skriver at en dårlig kroppsholdning kan innebære kompensatoriske spenninger som begrenser puste- og stemmeapparatet. Ifølge Iwarsson har mange med stemmeproblemer også symptomer på spenninger i bl.a. kjeve, rygg, nakke og skuldre, og bevisstgjøring av spenning – avspenning kan være et første steg på veien for å bedre dette. Hun påpeker at mennesker med funksjonelle og organiske stemmevansker ofte puster klavikulært, dvs. høyt opp i brystet, noe som skaper og forsterker disse spenningene.

McHenry og kollegaene gjorde en studie på aerodynamiske endringer i larynks etter fysisk oppvarming (McHenry & Evans, 2016). 22 sangstudenter deltok i undersøkelsen der den fysiske oppvarminga var 30 minutters løping på tredemølle. Måling av prefonatorisk inspirasjon, SPL (*sound pressure level*, et mål på stemmebåndssvingningenes styrke), subglottalt trykk, luftstrøm under fonasjon og vokal effektivitet (basert på SPL, subglottalt trykk og luftstrøm under fonasjon) ble sammenlignet fra pre- til post-test.

Fire av deltakerne viste tegn på utmattelse etter treningen (med negativ effekt på de målte parametrene), mens de resterende oppnådde forbedring på alle, unntatt pre- fonatorisk inspirasjon.

2.3.2. Stemmeoppvarming

Metodelitteraturen for logopeder og stemmepedagoger skiller ikke ut stemmeoppvarming som en egen del, men forbinder den med de forberedende fysiske øvelsene, og poengterer viktigheten av å forankre stemmen i kroppen. Ericson skriver om god stemmebruk: «Kroppen må være i balanse og både pust, fonasjon, resonans og artikulasjon må spille sammen» (Ericson et al., 2012, s. 41). «Musklene i strupe og stemmebånd skal trenes for å bli utholdende og fleksible. Jevnlig trening og hyppige repetisjon må til for å lære nye og bedre nevro-muskulære mønstre.» (s. 42). Det refereres til Saxon et al. (1995) som sammenligner prinsippene i stemmetrening med annen trening: stemmen trenger «styrketrening» med gradvis økende belastning uten å overbelaste, med spesifikk trening for de gjeldende muskelgruppene. Individuell tilpasning vektlegges som et viktig prinsipp.

Det er gjort en rekke studier på stemmeoppvarming og effekten den har på stemmekvaliteten. Det er ulikt hva som måles og hva som er fokus. Elliot, Sundberg og Gramming undersøkte effekten av stemmeoppvarming hos 10 amatørsangere med fokus på PTP i ulike stemmeregister (Elliot et al., 1995). Ifølge en studie av Safran et al. referert til i denne studien skal oppvarming øke blodsirkulasjonen i musklene generelt og dermed senke viskositeten, og Elliot mente det var grunn til å tro at stemmeoppvarming har samme effekt på musklene i larynks. Hypotesen i Elliots studie var at nedgang i viskositeten ville gi lavere PTP. Resultatene sprikte mellom deltakerne; noen fikk økt, mens andre fikk senket PTP etter oppvarming. Forfatterne skriver at senket viskositet antakelig ikke er en dominerende faktor for PTP, men foreslår at stemmeoppvarming kan ha andre effekter, som amplitude og periodisitet i stemmeleppevibrasjonene. De subjektive resultatene i undersøkelsen var imidlertid klare: deltakerne følte at stemmeklangen var bedre, det var lettere å synge, spesielt på høye toner og de mente at de hadde mer kontroll på stemmen etter den ca. 30 minutter lange stemmeoppvarmingen.

Van Lierde forsket på kvinnelige logopedistudenter der en gruppe fikk stemmeoppvarming inkludert tøying av nakke og skuldre (30 min) og en annen stemmehvile (Van Lierde et al., 2011). Parametrene som ble målt var aerodynamikk (PTP), stemmeomfang og -styrke, akustiske parameter (jitter, F0, shimmer og NHR (noise-to-harmonic ratio) og DSI. DSI er basert på en vektet kombinasjon av fire parameter: maksimal fonasjonstid (MPT), høyeste frekvens, laveste intensitet, og jitter. Det ble funnet signifikante forskjeller på DSI, F0 og stemmeomfang mellom pre- og post-test for gruppen som gjennomførte oppvarming, og forskerne konkluderte med at stemmeoppvarming er en effektiv teknikk for å forbedre generell stemmekvalitet hos friske stemmer. Også Amir og kollegaene (Amir et al., 2005) fant positive effekter av stemmeoppvarming hos 20 unge sopraner og mezzo-sopraner. Resultatene viste bedring av både frekvens-perturbasjons-målene, amplitude-perturbasjons-målene og NHR, og formantamplituden økte. Endringene var størst for mezzo-sopranene, og i det lave registret.

Blaylock undersøkte effekten av stemmeoppvarming på fire personer med ulike stemmevansker fra stemmeknuter til afoni (Blaylock, 1999). Deltakerne, to sangere, en amatørsanger og en som ikke sang, gjennomførte over 4 ½ måneder et systematisk stemmeoppvarmingsprogram på 15 minutter hver dag, med ukentlige møter med stemmepedagog og opptak i studio hver tredje uke. Data fra subjektiv egenrapport og perseptu-

ell vurdering utført av seks stemmepedagoger (rangeringstest) ble sammenlignet med auditive analyser (bølgeform og spektrogram). Resultatene viste en signifikant bedring i deltakernes stemmekvalitet som økte gjennom tiden undersøkelsen varte, både med mer regelmessige stemmebåndssvingninger og større intensitet, og virkningen av stemmeøvelsene varte lenger og lenger utover i studie-perioden. Forfatteren konkluderer med at personer med stemmevansker kan ha stort utbytte av systematisk opptrening av stemmen gjennom stemmeøvelser.

Portillo sammenlignet effekten av stemmeoppvarming med effekten av «fysisk oppvarming» i form av øvelser med semi-lukket vokaltrakt (SOVTE) (Portillo et al., 2018). Deltakerne var 30 kommersielle sangere av begge kjønn. Det ble gjennomført aerodynamiske og elektro-glottografiske målinger (EGG), og selvevaluering av stemmekvaliteten. Etter begge oppvarmingsmetodene rapporterte deltakerne forbedret opplevd stemmekvalitet. Studien fant ingen signifikante forskjeller mellom de to oppvarmings-typene på de målte aerodynamiske parametrene eller EGG, men fant tegn (senket SPL, økt glottal luftstrøm og senket aerodynamisk effektivitet) som kunne tyde på tidlig stadium av vokal fatigue hos gruppen som hadde gjennomgått tradisjonell stemmeoppvarming. Også andre studier viser til vokal fatigue etter stemmeoppvarming (Milbrath & Solomon, 2003 1996 og Motel og Fisher, 2001).

2.3.3. Kombinert oppvarming

Forholdet mellom stemme, kropp og pust er sentral i «Logopedisk stemmetrening» (Ericson et al.). De skriver at spenninger som blir stående i muskulaturen hemmer pusten, og at kroppens evne til å regulere spenning – avspenning derfor er viktig i arbeidet med stemme. De presenterer et sett med øvelser som skal sette i gang en bevisstgjøring, og være med på å forberede kroppen på stemmebruk. Øvelsene omfatter bl.a. kontakt med underlaget, strekking, sittestilling, holdning, nakke og skuldre, stussøvelser og rotasjonsøvelser. De viser stemmeøvelser som skal varme opp stemmen godt i fullregisteret før man går i gang med mer krevende øvelser, og sammenligner dem med oppvarming av kroppen før sportslige aktiviteter. Ved å gjøre øvelser i nedre del av registret, der stemmebåndene svinger i hele sin bredde, lengde og dybde øker blod-sirkulasjonen i muskulaturen i larynks og slaggstoffer blir transportert bort. «*Muskulaturen får tilført oksygen, den blir godt oppvarmet og dette øker igjen smidigheten i stemmebåndene*». Dette sammenfaller med Bunkans tilnærming til pust, kropp og psyke.

Hansen vier et helt kapittel i boken sin «Vokalmethodikk» til oppvarming og avspenning. Han vektlegger betydningen av økonomisk muskelbruk ved fonasjon og arbeider ut fra «*den grunnleggende regel at man skal bruke minst mulig muskelkraft for å oppnå ønskede resultater*.» (Hansen, 1993). Oppvarmingen «*bør bygges opp som et vekselspill mellom avspenning og styrking av enkelte delfunksjoner*» og det kan være en fordel å starte med de «utvendige» delene av instrumentet: holdnings- og pustemuskulaturen for så å jobbe seg innover mot funksjonene i larynks. Feilspenninger i den ytre muskulaturen gjør det vanskelig å oppnå koordineringen som kreves for å oppnå automatikk i stemmeinstrumentet. Om selve stemmeoppvarmingen skriver han at det beste er å starte med øvelser som ikke stiller for store krav til musklene i larynks, som f.eks. nedadgående glissandoøvelser og enkle trinnvise øvelser i et behagelig register. Dette for at man ikke skal automatisere feilfunksjoner eller spenninger. Arder skriver at det kan være gunstig å starte en sangøving med et oppvarmingsprogram som aktiviserer store muskelgrupper, øker temperaturen i muskulaturen, og øker blodsirkulasjonen slik at oksygenopptaket stiger og kjemiske prosesser går raskere (Arder, 1996). Hun skriver at sener og ledd blir mykere og nerveimpulser går raskere. Dette samsvarer med det vi har sett fra trenings-

fysiologien. Arder vektlegger også de psykologiske virkningene fysisk oppvarming kan ha ved å senke spenningsnivået og skyve unna hverdagens stress. Hun foreslår et program som omfatter bl.a. jogg på stedet, pendeløvelser, vridninger og tøyinger. Hun har en del forberedende øvelser for stemmen som hun skriver at man med fordel kan bruke før de mer spesifikke øvelsene.

McHenry, Johnson og Foshea (McHenry et al., 2009) undersøkte effekten av kombinert oppvarming sammenlignet med spesifikk oppvarming (stemmeoppvarming). De brukte en aerobic-aktig aktivitet som den fysiske oppvarminga og deltakerne var 20 friske skuespillere i alderen 17-25 år. De målte PTP, jitter, noise-to-harmonics ratio (NHR) og selvrapportert «vokal innsats», før og etter oppvarmingsprogrammene. Deltakerne fylte også ut et skjema som omhandlet deres fysiske form. Resultatene viste at mennene hadde størst utbytte av den spesifikke oppvarminga, men kvinnene så ut til å ha et ekstra utbytte av en aerob oppvarming før stemmeoppvarminga. Forfatterne diskuterte om dette kunne komme av at mennene som deltok i undersøkelsen var i bedre fysisk form enn kvinnene.

2.3.4. Sammendrag oppvarming

Teori om oppvarming og stemmebruk sammenfaller med tradisjonell treningsteori, og treningsteori ligger ofte til grunn for metodikk litteraturen for stemme. Siden stemme og kropp henger sammen kan man legge til grunn at trening og oppvarming av kroppen kan ha en effekt på stemmekvaliteten og flere studier har vist en slik effekt. Treningsteorien peker på en økt effekt av spesifikk oppvarming i tillegg til generell oppvarming og ut fra det kan man forvente at kombinert oppvarming med fysisk oppvarming og stemmeoppvarming vil gi den beste effekten på stemmekvaliteten. I tillegg til de muskulære, metabolske og nevrologiske effektene oppvarming gir vektlegges de psykologiske effektene, som konsentrasjon, økt kroppsbevissthet og avspenning, i litteraturen.

Noen studier har påvist negativ effekt av oppvarming, og dette kan muligens tilskrives fatigue, vokalt og generelt som følge av for intens eller langvarig oppvarming eller for kort restitusjonstid etter oppvarming.

3 Materiale og forskningsmetode

I dette kapitlet beskrives metodene som ble brukt i studien. Første del beskriver studiens eksperimentelle design og den settes inn i en forskningstradisjon. Videre beskrives de ulike oppvarmingsprogrammene, rekruttering av deltakere, opptak og hvordan materialet ble innhentet.

Akustisk analyse er hovedmetoden, mens perseptuell analyse og spørreskjema er å regne som tilleggsmetoder. Resultatene fra analysene ble bearbeidet statistisk og hver analyse beskrives for seg i egne underseksjoner. Til slutt i kapitlet presenteres etiske betraktningene rundt studien.

3.1 Eksperimentelt design

Empirisk forskning er forskning og kunnskap basert på erfaring og iakttakelser av fenomener og hendelsesforløp, og gjør bruk av erfaringsbaserte data (Kleven et al., 2011). Data samles gjerne inn ved bruk av eksperimenter. Behandlingen av disse dataene kan gjøres kvalitativt eller kvantitativt. I en kvalitativ undersøkelse belyses få data i dybden og det legges vekt på informantenes erfaringer og virkelighetsoppfatning. Slike data kan ikke tallfestes. I en kvantitativ undersøkelse legges det vekt på struktur og standardisert tilnærming. Dataene samles inn i målbare enheter som bearbeides systematisk og statistisk. Denne studien er først og fremst kvantitativ med analyse-resultater i form av tall som sammenlignes, men har også innslag av kvalitativ undersøkelse med bruk av spørreskjema som legger vekt på deltakernes egne opplevelser. Disse er imidlertid forsøkt operasjonalisert for å kunne undersøke statistisk sammenheng mellom opplevd effekt og målt effekt av de ulike oppvarmingene. De perseptuelle analysene kan også ha et element av kvalitativ behandling da flere forhold kan ligge til grunn for vurderingene enn det som måles i de akustiske analysene.

Studiens overordnede mål er å belyse om fysisk oppvarming av kroppen har en tilleggs-effekt på stemmekvaliteten sammenlignet med en ren stemmeoppvarming, og den kan da kalles en effektstudie. Studien inngår i en kausal forskningstradisjon der vi ser på årsakssammenhenger mellom to variable der den ene «*har en viss påvirkning på den andre*» (Kleven et al., 2011).

Tre ulike hovedgrupper av eksperimentelle design kan måle kausale effekter: Ekte eksperimentelle design, kvasi-eksperimentelle design og ikke-eksperimentelle design. I ekte eksperimentelle design inngår to eller flere grupper av forsøkspersoner, tilfeldig fordelt på grupper, der en gruppe mottar «eksperimentell påvirkning» og en kontroll-gruppe ikke får påvirkning. Etter påvirkningsperioden måles effekten på den avhengige variabelen (posttest) og ofte gjøres en pre-test før perioden med påvirkning starter (Kleven et al., 2011). Kvasi-eksperiment er undersøkelser der minst én gruppe mottar påvirkning, men der forsøkspersonene ikke er tilfeldig fordelt på grupper. I dette designet inngår også én-gruppe-eksperiment med pre-test og post-test som denne. Her brukes resultatene fra pre-testen til å beregne endringen (differansen mellom pre- og posttest) på stemmekvalitetsparametrene, for å finne ut om tiltakene hadde effekt.

3.2 Oppvarmingsprogrammene

Oppvarmingsprogrammene som ble brukt følger i stor grad mønstrene vi så i del 2.3.

Fysisk oppvarming: Det fysiske oppvarmingsprogrammet innbefattet en grundig fysisk oppvarming der deltakeren fikk opp pulsen, og hele kroppen ble varm. Intensitet og lengde ble prøvd tilpasset hver deltakers form. Først ble det gjennomført et ca. 5 minutter aerobic-program med store bevegelser for å få brukt alle store muskelgrupper slik at kroppen fort ble varm. Etter dette ble det brukt ca. 5 minutter på tøying og avspenning for skuldre, nakke, torso og rygg, og til slutt en stussøvelse for å opprettholde den økte blodgjennomstrømmingen som var opparbeidet gjennom første del av oppvarminga.

Stemmeoppvarming: Til stemmeoppvarming ble det brukt et tradisjonelt sett med øvelser med innledende stemmeøvelser i middeleie, strekkøvelser oppover i registret og til slutt avspenningsøvelser i dypere stemmeleie. Denne var nokså lik for alle og for hver gang, med de samme øvelsene og tidsbruk, men forsøkt tilpasset hver enkelt deltakers stemmeregister. Programmet tok mellom 10 og 12 minutter.

Kombinert oppvarming: Den tredje oppvarmingsbetingelsen besto av en kombinasjon av fysisk oppvarming og stemmeoppvarming, og ble gjort i samme sesjon som den fysiske oppvarminga.

For at forutsetningene skulle være så like som mulig ble opptakene gjort på morgenen før deltakeren hadde gjort så mye annet som kunne ha påvirket stemme og kropp. Hver opptakssesjon startet med et baselineopptak uten oppvarming (*ingen 1* eller *ingen 2*) før de ulike oppvarmingsprogrammene ble utført. Baselineopptak var nødvendig for å kunne sammenligne effekten mellom de ulike oppvarmingsprogrammene og mellom ingen oppvarming og oppvarming. Rekkefølge på de to øktene var tilfeldig for deltakerne. Halvparten utførte programmet med fysisk oppvarming og kombinert oppvarming i første sesjon, mens resten hadde stemmeoppvarmingsprogrammet på sin første sesjon. På den andre opptaksdagen ble det byttet slik at alle fikk utført alle oppvarmingsprogrammene. Det gikk minst 5 dager mellom de to sesjonene.

3.3 Deltakere

Det er gjort en rekke studier på stemmekvalitet der deltakerne var profesjonelle sangere, skuespillere, logopedier eller under utdanning innen disse fagene. Sett i et logopedisk perspektiv er kanskje stemmekvalitet hos «vanlige» mennesker med ulike stemmemessige forutsetninger vel så interessant.

Hvis et forskningsprosjekt vil si noe om en stor populasjon er det nyttig å gjøre et utvalg: «*Et representativt utvalg er et utvalg som likner populasjonen så mye at de resultatene vi finner i utvalget, kan regnes som gyldige for populasjonen*» (Kleven et al., 2011), s.125). I et sannsynlighetsutvalg har alle medlemmene i populasjonen en kjent sannsynlighet til å bli med i utvalget. Ved ikke-sannsynlighetsutvalg kan man for eksempel velge ut fra studiens formål. I denne studien var målet å finne en heterogen gruppe deltakere som skulle vise et normalutvalg med både menn og kvinner i ulike aldre. Et rent sannsynlighetsutvalg der f.eks. hele byens befolkning mellom 20 og 70 år hadde vært populasjonen som ble trukket fra hadde vært å foretrekke, men for å slippe å bruke for mye tid på opplæring i øvelsene var det en fordel at deltakerne hadde en viss erfaring med ulike oppvarmingsprogram. Stemmeoppvarming kan for mange virke fremmed og valget falt derfor på å rekruttere deltakere fra ulike amatørkor i byen. Resultatet ble en

heterogen gruppe med stemmemateriale og -ferdigheter som spenner over et stort spekter, og må kunne betegnes som et representativt utvalg.

Antallet informanter ble valgt for å være håndterbart i forhold til tidsbruk, både i den praktiske gjennomføringen av oppvarming og opptak, og tid til å analysere opptakene, men det måtte være med såpass mange at resultatene kunne analyseres statistisk.

3.3.1 Inkluderings- og ekskluderingskriterier

Profesjonelle stemmeutøvere som sangere, skuespillere og logopedier ble ekskludert fra studien, men mennesker med stemmekrevende yrker som lærere eller prester kunne inkluderes hvis disse var en del av populasjonene de ble rekruttert fra. «Supermosjonister» eller idrettsutøvere fikk heller ikke delta i studien da fysisk oppvarming for dem vil være mer enn en utvidet stemmeoppvarming. Personer med kjente stemme-problemer eller sykdommer som kunne ha betydning for stemmen ble også ekskludert fra studien for å få en sammenlignbar gruppe.

Et annet viktig eksklusjonskriterium denne høsten var risikogrupper for alvorlig covid-19-sykdom som følge av korona-smitte. Et eget punkt i samtykkeskjemaet skulle sikre dette. Noen av deltakerne var eldre, som i seg selv kunne medføre større risiko for alvorlig sykdom, men hadde ingen underliggende sykdommer, og de definerte da seg selv utenfor risikogruppe.

10 kvinner og 11 menn i alderen 24-70 år deltok i studien. Gjennomsnittsalderen for menn var 52,4 år med median 55 år, mens for kvinner var gjennomsnittsalder 49,7 med en median på 52.

3.4 Opptak og opptaksutstyr

Digitale lydopptak ble gjort i studio med programmet Logic Pro X, Universal Audio Apollo X16 lydkort og med en AKG-mikrofon C414, med XLS supernyrefunksjon. Avstand fra munn til mikrofon ble målt til ca. 12 cm. Samplingfrekvens ble satt til 44.1 kHz med 24 bit amplitude-oppløsning.

For å hindre smittespredning av korona-virus ble det brukt plastpose over mikrofonen slik at den kunne byttes mellom hver deltaker. Pop-filter foran mikrofonen for å redusere støy fra konsonanter ble vurdert, men uten mulighet til å bytte det mellom hver deltaker ble risiko for smittespredning ansett som for stor. Rommet ble vasket og luftet ut mellom hver deltaker og det var aldri mer enn 4 deltakere på samme dag. Oppvarmingsprogrammene ble utført i et tilstøtende rom med piano til bruk under stemmeoppvarmingen og bedre plass til bevegelse.

3.5 Gjennomføring av undersøkelsen

Rekruttering til prosjektet skjedde ved personlig oppmøte på korøvelser i september. Der fikk deltakerne muntlig informasjon om prosjektet, og informasjonsskriv med samtykkeerklæring.

Opptakene ble gjort i perioden september til november 2020.

Etter opplæring i bruk av studioet og Logic Pro X ble det gjort prøveopptak, og det ble også testet bruk av dB-måling for å ha en fast amplitude under opptakene. Dette ble for krevende og valget falt på å bruke relativ styrke: middels, sterk og svak.

Vokale oppgaver: Deltakere fikk i oppgave å synge en utholdt vokal /a/ tre ganger på rad der 1 sekund av den midterste skulle brukes i analysen. Den valgte tonen skulle ligge komfortabelt i naturlig taleregister for deltakeren, utføres med middels styrke og være den samme på alle opptakene (vokal n). Tonehøyden varierte mellom a og Eb. I tillegg ble det gjort opptak av 4 ulike vokaler: lav/svak, høy/svak, lav/sterk og høy/sterk. Ved å gi deltakerne større stemmemessige utfordringer ble det forventet at det ville være større sjans for å påvise effekt av oppvarmingene. Den lave tonen ble lagt en kvart under mens høy en kvint over modaltonen slik at alle var innenfor samme musikalske modalitet, noe som skulle gjøre det enkelt og huske og treffe tonen hver gang. Colton et al. (2011) skriver at en utholdt vokal for de fleste er enkelt å utføre stødig og med adekvat lengde, noe som igjen gjør det mulig å oppnå nøyaktige målinger. Erfaringene fra undersøkelsen viste at oppgaven ikke var så enkel for alle og noen greide ikke å synge 4 ulike toner i varierende høyde og styrke. Valget falt derfor på å ikke bruke disse opptakene.

For å undersøke om de ulike oppvarmingsprogrammene hadde effekt på talestemmen og gjennomsnittlig grunntone, en parameter som er interessant for belastningen stemmen får til daglig, ble det lagt inn en leseoppgave av en tekst. Mennesker med f.eks. stemmetretthet kan ha en tendens til å legge opp tonehøyden når de snakker og dermed utsette stemmen for større belastning som øker faren for skade. Med å ta med f_0 som parameter var håpet å kunne si noe mer om både forebyggende og terapeutiske effekten av oppvarming. Deltakerne fikk lese det første avsnittet i historien «Vinden og sola» som er en vanlig tekst å bruke i logopedisk stemmearbeid. Lydopptak av dette ble mellom 11 og 14 sekunder.

3.6 Akustisk analyse

Opptakene ble analysert i det akustiske analyse-programmet Praat (Boersma, 2018), og resultatene sammenlignet for å finne ut om stemmekvaliteten var forskjellig mellom de ulike oppvarmingsbetingelsene, og mellom oppvarming og ingen oppvarming.

3.6.1 Vokalene

Et segment på ca. 1 sekund 250 ms inn i den andre av vokal n ble analysert ut fra jitter, shimmer og harmonic-to-noise ratio (HNR), mål som kan avsløre uregelmessige stemmebåndssvingninger og turbulent støy i glottis. Hvert segment ble markert i *view and edit*-funksjonen i Praat og analysert med *voice report*. Verdiene for *jitter local (%)*, *shimmer local (%)* og *mean HNR (dB)* ble tatt ut og brukt i de statistiske analysene.

3.6.2 Tekstene

Analyse av tekstene ble utfordrende. Først ble det brukt pitch settings 50-600 Hz for mennene og 125-600 for kvinnene. Det var imidlertid vanskelig å få en pålitelig analyse av f_0 og flere programmer ble prøvd (bl.a. Voice analyst (Speechtools, 2018) og Sopran (Granqvist, 2020) i tillegg til Praat. Analysene viste mange oktavfeil bl.a. pga. knirk og fordi ustemte konsonanter med mye energi i de høye frekvensene ble registrert som fonasjon. Analysene ble usikre og særlig for f_0 . Løsningen ble å justere *pitch settings* for hvert opptak for å fjerne mest mulig oktavfeil og få analysert en større del av fonasjonen. Dette kan ha påvirket resultatene for f_0 , men konklusjonen ble at inkludering av oktavfeil i analysene ville gi en mye sterkere negativ effekt og dermed gi større usikkerhet om resultatenes holdbarhet.

Tekstopptakene skulle kun analyseres for gjennomsnittlig pitch (f_0), men underveis i arbeidet ble det klart at også perturbasjonsmålene samt HNR og standardavviket for pitch (SD_{pitch}) var interessante mål. Terskelverdiene for HNR, jitter og shimmer kunne ikke tas med i betraktningen da tale består av mange ulike vokaler, som har ulike grenseverdier, og konsonanter som bl.a. består av ulike støylyder. Men det kunne uansett være interessant å undersøke om det fantes forskjeller som kunne forklares ut fra oppvarmingsbetingelsene. Nedgang i jitter og shimmer og økning i HNR betyr en forbedring i stemmekvaliteten uansett grenseverdier. Standardavviket (SD_{pitch}) viser variasjon i pitch, og sier noe om setningsmelodien i den leste teksten, og det kunne være interessant å se om oppvarming ga mer variert intonasjon. En stemme med stor variasjon i intonasjon oppleves som mer uttrykksfull enn en monoton stemme. Hvis fysisk oppvarming førte til økt energinivå, kunne det kanskje gi utslag i større pitch-variasjon. Stemmeoppvarming der stemmen ble brukt i et utvidet register ville kanskje føre til en økning i SD_{pitch} , mens en eventuell nedgang kanskje kunne tyde på en form for utmattelse.

3.7 Spørreskjema

For å få en subjektiv egenvurdering av hvordan deltakerne opplevde effekten av oppvarmingsprogrammene ble det brukt spørreskjema som tilleggsmetode i studien. Et lite skjema med standardiserte spørsmål, ble fylt ut umiddelbart etter hvert opptak. Første del inneholdt bakgrunns-spørsmål om alder og kjønn, ulike forhold som kunne ha påvirket stemmen før opptak (stress, dårlig søvn e.l.) og om de hadde hatt stemme-problemer. Ved rekruttering var det et kriterium at deltakerne skulle være friske, men mange kan oppleve problemer med stemmen uavhengig av helse så det ble vurdert som interessant å ta med dette i spørreskjemaet også. I del to i skjemaet skulle deltakeren med egne ord beskrive hvordan de opplevde oppvarminga, og hvordan stemmen og kroppen føltes etter oppvarminga.

Spørreskjemaet var del av en kvalitativ vurdering av resultatene av oppvarmingene, men svarene ble også operasjonalisert og brukt kvantitativt i statistiske analyser for å finne ut om den subjektive følelsen samsvarte med resultatene av de akustiske analysene.

3.8 Perseptuell analyse

For å finne ut om eventuelle endringer som registreres i en akustisk analyse kan høres for erfarne lyttere, eller om de hører noe annet enn det som oppfattes i en akustisk analyse, ble det foretatt en perseptuell test. Flere ulike løsninger ble vurdert, bl.a. en full SVEA-analyse i en digital løsning. Det ble sendt ut en pilot til en erfaren sangpedagog der både en rangeringsløsning og en full SVEA-analyse ble testet. Tilbakemeldingen var god på begge oppgavene, men lød på at rangeringstesten var enklest. Siden hovedformålet med den perseptuelle analysen var å sammenligne den akustiske og den perseptuelle analysen, og for å lette arbeidet for de som skulle utføre oppgaven, ble rangeringstest valgt. Ved å gjøre den perseptuelle analysen mindre tidkrevende ble det antatt at flere logopeder og sangpedagoger ville delta i undersøkelsen.

3 logopeder med stemmeerfaring og 4 sangpedagoger med lang og variert undervisningserfaring ble spurt om å delta i vurderingen. Av disse deltok fire sangpedagoger og en logoped. Disse fikk lydopptakene av de leste tekstene fra 5 av deltakere (taler 7, 11, 13, 18 og 19) for alle oppvarmingsbetingelsene inkludert baseline 1 og 2 (5 opptak av hver av talerne). I tillegg fikk de SVEA-skjemaet som en veiledning til hva de skulle lytte etter. Lydopptakene ble merket fra A til E i tilfeldig rekkefølge. De fem informant-

ene som ble valgt ut hadde klar positiv eller negativ effekt på perturbasjonsmålene og HNR i de akustiske analysene for to eller tre av oppvarmingsbetingelsene. Det betyr at ikke alle hadde positiv effekt av oppvarming og at rangeringen ut fra resultatene i den akustiske analysen ikke nødvendigvis samsvarer med den forventede effekten av de ulike oppvarmingene.

Rangeringstesten gikk ut på å rangere lydfilene A-E fra 1=dårligst til 5=best for hver av de fem talerne. De ble også oppfordret til å skrive litt om hvorfor de rangerte som de gjorde, om noen skilte seg spesielt ut, eller om noen var særlig like.

3.9 Bearbeiding av data

Resultatene fra de akustiske målingene ble systematisert og analysert i det statistiske programmet SPSS (IBM, 2017). For de fleste testene ble signifikansnivået satt til ,05, men for noen ble det utført en Bonferroni-korreksjon for å kompensere signifikansnivået for det store antall tester. Ved Bonferroni-korreksjon deles signifikansverdien på antall tester, f.eks. $0.05 / 5 \text{ tester} = 0.01$, for slik å gi nytt signifikansnivå. For de ukorrigerede testene øker sjansen for at resultatene er tilfeldige og at nullhypotesen blir forkastet uten at det er grunnlag for dette i dataene (type 1-feil).

3.9.1 Analyser av vokaler og tekster

Analysene ble gjort ut fra gjennomsnittsverdier for alle deltakerne og det ble brukt både unormaliserte og normaliserte data. De unormaliserte dataene er resultatene av de akustiske analysene fra alle de fem oppvarmingsbetingelsene *ingen 1*, *ingen 2*, *stemme*, *fysisk* og *kombinert*. Da er det ikke tatt hensyn til hvilken sesjon oppvarmingene er gjennomført i. Ved normalisering av data er forskjellen mellom baseline (*ingen 1* eller *ingen 2*) og oppvarmingene regnet ut. Da ser vi den faktiske effekten oppvarmingene hadde på stemmekvalitetskriteriene målt i *endring* (f.eks. *Endr_stemme_pitch_tekst*) noe som også korrigerer for dagsform.

Det ble utført en serie separate variansanalyser (*mixed ANOVA*) for hver akustiske parameter (*jitter*, *shimmer* og *HNR* for vokal n (*Vn*), og *pitch* (*f0*), *SD_pitch*, *jitter*, *shimmer* og *HNR* for tekstene), med *OPPVARMING* (*ingen 1*, *ingen 2*, *stemme*, *fysisk* og *kombinert*) som innengruppe-variabel og *KJØNN* (*kvinne* og *mann*) som mellomgruppe-variabel. De akustiske parametrene for stemmekvalitet ble brukt som avhengig variabel. Interaksjonen mellom kjønn og oppvarming ble også analysert. Gjennomsnitt ble justert for ulikt antall kvinner og menn i disse målingene.

I tilfeller der variabelen *OPPVARMING* var signifikant, ble disse analysert med Bonferroni post-hoc tests (parvise sammenligninger) for å undersøke hvilke oppvarmingsbetingelser som var forskjellige fra hverandre.

De samme testene ble kjørt for de normaliserte dataene, både for *Vn* og tekstene, der *Endr_stemme_pitch_tekst* osv. ble brukt som innengruppe-variabel.

3.9.2 Analyser av opplevd effekt etter spørreskjema

Deltakernes opplevde effekt ble kodet ut fra svarene i spørreskjemaet for å sammenlignes med faktisk effekt målt i akustiske analyser. Svarene ble delt i negativ (-1), ingen (0), positiv (1) og ekstra god effekt (+2).

Siden svært få oppga negativ opplevd effekt og det rådet usikkerhet om det egentlig var forskjell på 1 og 2 ble svarene slått sammen til to grupper: negativ eller ingen effekt (0)

og positiv effekt (1). Det ble utført t-test for uavhengige stikkprøver for alle de avhengige variablene (*pitch*, *SD_pitch*, *jitter*, *shimmer* og *HNR*), med både ikke-normaliserte og normaliserte data for alle oppvarmingsbetingelsene. «*T-test brukes for å vurdere den observerte gjennomsnittsforskjellen i forhold til standardfeilen til differansen*» (Kleven et al., 2011). Denne er særlig nyttig i analyser med små populasjoner (Rowntree, 1981).

Det ble forventet at de som opplevde positiv effekt av oppvarmingene også hadde målt positiv effekt i form av bedre verdier på stemmekvalitetsparametrene og derfor ble ensidige (1-tailed) tester benyttet. Unntak fra dette er måling av f_0 der det ikke var noen klare forventninger om retning på en eventuell effekt og heller ikke kan sies at en økning eller senkning er klart positivt eller negativt for stemmekvaliteten.

Signifikansnivået ble ikke justert med Bonferroni-korreksjon og resultatene må interpreteres med forsiktighet.

3.9.3 Analyser etter perseptuell vurdering

Etter den perseptuelle analysen ble tre ulike sammenhenger undersøkt:

1. lytternes rangering sammenlignet med de ulike oppvarmingsbetingelsene, rangert fra 1-5 i rekkefølgen *ingen 1*, *ingen 2*, *stemmeoppvarming*, *fysisk oppvarming* og *kombinert oppvarming*.
2. lytternes rangering sammenlignet med hverandre.
3. lytternes rangering sammenlignet med resultatene etter de akustiske analysene rangert fra 1 (dårligst) til 5 (best).

Kruskal-Wallis-test ble brukt for å sammenligne lytternes rangering med oppvarming, én for hver lytter. Lytterens rangering av stemmekvalitet ble brukt som avhengig variabel og oppvarming som uavhengig variabel. Kruskal-Wallis er en variansanalyse for ikke-metriske data (Rumsey, 2009). Der det ble funnet signifikante forskjeller ble det utført post-hoc-tester for å finne ut hvilke oppvarmingsbetingelser som var forskjellige fra hverandre. Bonferroni-korreksjon ble brukt for å kompensere for antall tester.

Fordi de utvalgte talerne hadde forskjellig målt effekt av oppvarmingene, ble hver taler analysert for seg med Friedmans-test. Her ble lytternes gjennomsnittlige rangering sammenlignet med oppvarming. Friedmans-test er et ikke-parametrisk alternativ til variansanalyse med repeterte målinger, og brukes for å finne forskjeller mellom grupper når den avhengige variabelen er målt på ordinalnivå (Lund, 2018). Der Friedmans-test viste signifikans ble Wilcoxon signed ranks test utført post-hoc for å finne oppvarmingsbetingelsene som skilte seg fra hverandre i lytternes rangeringer. Denne testen er et ikke-parametrisk alternativ til den avhengige t-testen (Rumsey, 2009).

For å sammenligne de perseptuelle vurderingene fra de fem lyttere og se om de vurderte stemmene likt ble Spearmans korrelasjonstest brukt. Fordi det var forventet at vurderingene gikk i samme retning ble det benyttet ensidige tester (1-tailed).

Spearmans korrelasjonstest ble også brukt til å sammenligne lytternes rangering av talerne med rangeringen etter resultatene på de akustiske målingene (*rang_akk*), én for hver taler. Verdiene for jitter, shimmer og HNR ble lagt til grunn for rangeringen av de akustiske målingene. Ikke alle resultatene på hvert opptak gikk i samme retning og der verdiene gikk i ulik retning ble rangeringene gjort ut fra flertallsprinsippet; opptak med bedre resultat på to parametre ble rangert høyere enn et med best resultat på ett.

Det ble også utført Spearmanns korrelasjonstester der *SD_pitch* og *Pitch* ble rangert fra lavest til høyest for å se om lytterne eventuelt kunne ha brukt dette, bevisst eller ubevisst, i vurderingen av stemmene. En eventuell korrelasjon er negativ hvis lav pitch rangeres høyere enn høy pitch.

3.10 Kvalitetskriterier

Reliabilitet betyr ifølge forskningslitteraturen «*at data i liten grad er påvirket av tilfeldige målingsfeil*» (Kleven et al., 2011). Begrepet handler om forskningens troverdighet eller pålitelighet, for eksempel om spørsmål i intervjuet er ledende, eller om data kan være påvirket av tilfeldige målefeil. Spørreskjemaet i denne undersøkelsen hadde eksempler på svar og kan da ha hatt en ledende effekt. Dette kan ha satt ned reliabiliteten.

Svært få av testene utført i SPSS viste signifikante resultater på ,05-nivå. Det ble utført et stort antall statistiske målinger, noe som øker sjansen for feil i konklusjonene. Bonferroni-korreksjon ble brukt for en del av testene, men ikke alle.

Transparens i forskningsprosessen er viktig for å øke reliabiliteten i en undersøkelse. I denne oppgaven ble det er lagt vekt på å gi en grundigst mulig beskrivelse av forskningsprosessen og resultatene, og det skal være mulig å gjenta undersøkelsen slik den ble utført.

Validitet handler blant annet om vi har målt det vi var ute etter å måle og om det er samsvar mellom operasjonaliseringen av begrepet og den teoretiske definisjonen (Kleven et al., 2011). I denne undersøkelsen måles stemmekvalitet ut fra analyser i et akustiske dataprogram. For at resultatene for de akustiske analysene skulle bli valide var det viktig at lydopptakene hadde så lik kvalitet som mulig. Opptakene ble gjort med det samme utstyret og med samme innstillinger, samt under så like forhold som mulig. Deltakernes dagsform kan man ikke kontrollere, men bruk av baseline-opptak skulle justere for denne ulikheten.

Resultatene fra spørreskjemaene ble operasjonalisert i tall for opplevd effekt og justert fra 4 nivå til 2 for å oppnå høyere validitet. Også beslutningen om å ikke ta med resultatene for 4 ulike vokaler var fundert ut fra en validitetsvurdering.

Utvalget i denne studien er for liten til at resultatene kan generaliseres. Resultatene viser ikke hvordan alle stemmer reagerer på ulike oppvarminger, men sier noe om hvordan stemmekvaliteten hos disse 21 deltakerne varierte etter fem ulike oppvarmingsprogram, og dermed om hvordan effekten av oppvarming kan være.

3.11 Etske betraktninger

Studien følger forskningsetiske retningslinjer laget av De nasjonale forskningsetiske komitéer (NESH, 2016) der menneskeverd, respekt, konfidensialitet og fritt og informert samtykke vektlegges. Deltakernes anonymitet var viktig å ivareta. Det var ikke behov for så mange personopplysninger, kun kjønn og alder, og deltakerne ble nummerert for å holde system på materialet. Resultater og navnelister ble oppbevart adskilt og opptak ble slettet ved studiens slutt. Spørreskjemaet handlet først og fremst om deltakerens opplevelse av stemmen og den aktuelle oppvarmingen. Innhenting av materiale ble ikke ansett å være spesielt belastende for deltakeren og tok ikke veldig mye tid.

I perioden for datainnsamling pågikk det en alvorlig pandemi med korona-virus (sars-CoV-2) og det var helt nødvendig å ta spesielle hensyn til eventuell smittefare. I møtene

med deltakerne ble derfor godt smittevern viktig. God avstand og tilpassing av oppvarmingsøvelsene for å redusere risiko for dråpesmitte (av særlig betydning for valg av, og utførelse av pusteøvelser), utlufting, spriting og vask, og gode og trygge løsninger for bruk av mikrofon og opptaksutstyr var viktig. Dette har også en etisk side. Selv om man gjør alt som er mulig for å minimere risikoen for smitte kan man aldri være helt sikker. Mennesker som definerte seg selv i risikogruppene ble derfor utelukket fra studien. Et eget punkt i samtykkeskjemaet skulle sikre dette.

NESH vektlegger vitenskapelig redelighet og normer for god vitenskapelig praksis. Dette innbefatter bl.a. kildebruk og referanser og dette ble vektlagt gjennom hele skriveprosessen.

Formidling av resultatene til deltakerne, på en klar og forståelig måte, slik at de kan se hva de har bidratt med var også noe som ble tatt med inn i arbeidet med oppgaven.

4 Resultater

I dette kapitlet rapporteres funnene for hver stemmeoppgave, vokal n og tekstene, for seg, først med de unormaliserte dataene, så med de normaliserte. Her vises også resultatene for analysene med kjønn som mellomgruppevariabel for både tekster og vokaler. Interaksjonen mellom oppvarming og kjønn var aldri signifikant på ,05-nivå og disse resultatene omtales derfor ikke utover dette. Opplevd effekt slik det rapporteres i spørreskjemaet sammenlignes med resultatene fra de akustiske analysene. Resultatene fra den perseptuelle analysen blir så presentert før alle funnene oppsummeres til slutt i kapitlet.

4.1 Vokal n

Vokalene ble analysert for parametrene *jitter*, *shimmer* og *HNR*.

4.1.1 Unormaliserte data

I tabell 4.1 presenteres resultatene av variansanalysene for vokal n. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller mellom noen av oppvarmingsbetingelsene for de målte parametrene *jitter*, *shimmer* og *HNR*. Signifikansverdiene for *shimmer* og *HNR* er marginalt signifikant ($p < 0,1$) ($,060$ og $,085$) og kunne kanskje blitt signifikant med et større utvalg, men det ble ikke gjort Bonferroni-korrektur for antall tester så resultatene er noe usikre. Målingene der kjønn ble brukt som mellomgruppevariabel viser signifikans for *HNR* og marginal signifikans for *shimmer*.

Tabell 4.1 Gjennomsnittsverdier etter fem oppvarmingsbetingelser, unormaliserte data for Vn.

Parameter	OPPVARMING					p	Kjønn		
	<i>ingen 1</i>	<i>ingen 2</i>	<i>stemme</i>	<i>fysisk</i>	<i>komb</i>		<i>kvinner</i>	<i>menn</i>	p
Jitter	,391	,310	,303	,330	,299	,281	,295	,359	,200
Shimmer	2,44	1,68	1,97	1,85	1,79	,060*	1,54	2,35	,085*
HNR	24,65	26,78	26,30	25,20	25,98	,093*	28,22	23,34	,001

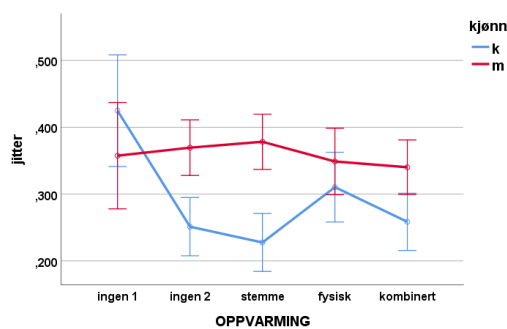
*marginal signifikans

Lavere verdier for jitter og shimmer og høyere verdier på HNR indikerer bedre stemmekvalitet. Resultatene for de tre stemmekvalitets-parametrene peker i ulike retninger. *Ingen 1* har de dårligste verdiene for alle parametrene, mens *ingen 2* har svært gode verdier. *Shimmer*- og *HNR*-verdiene er best etter nettopp *ingen 2*, mens *jitter* er lavest etter kombinert oppvarming og nest lavest etter stemmeoppvarming. Gjennomsnittsverdiene til kvinnene er jevnt over bedre enn mennenes, men forskjellene er ikke store nok til å gi signifikans, utover den for *HNR*. At *HNR* er såpass mye bedre for kvinner enn

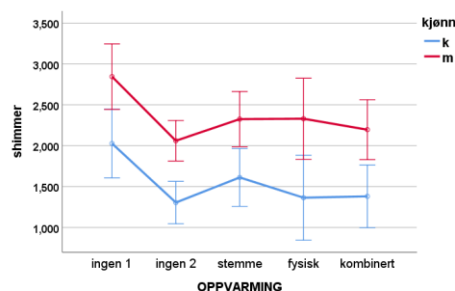
for menn overrasker. Kvinner har ofte en bakre åpning mellom bruskdelen av stemmebåndene der menn oftere har fullt lukke (Hartelius et al., 2008). En åpning gjør at luft «lekker ut» noe som vil resultere i støy og dermed en senkning HNR-verdiene.

Figur 4.1 viser resultatene fra variansanalysene av de unormaliserte dataene for henholdsvis *jitter*, *shimmer* og *HNR* der kjønn ble brukt som mellomgruppevariabel. Jevnt over ligger menn høyere på *jitter* og *shimmer* og lavere for *HNR*, med unntak av *jitter* etter *ingen 1*.

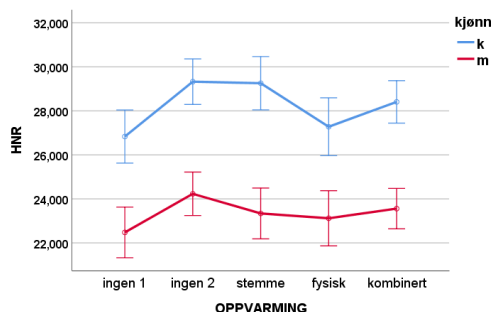
Jitter:



Shimmer:



HNR:



Figur 4.1. Gjennomsnittsverdier for kvinner og menn etter fem oppvarmingsbetingelser, unormaliserte data for vokal n.

4.1.2 Normaliserte data

I tabell 4.2 presenteres resultatene for de normaliserte dataene, det vil si målt endring fra ingen oppvarming til de ulike oppvarmingsbetingelsene for vokal n. Ingen av forskjellene mellom de tre oppvarmingsbetingelsene var signifikante. Resultatene går i ulike retninger og den største forbedringen på *jitter* og *HNR* finner vi etter stemmeoppvarming. *Shimmer*-verdiene forbedres mest etter den kombinerte oppvarminga. Fysisk oppvarming alene hadde negativ effekt på både *jitter* og *HNR*.

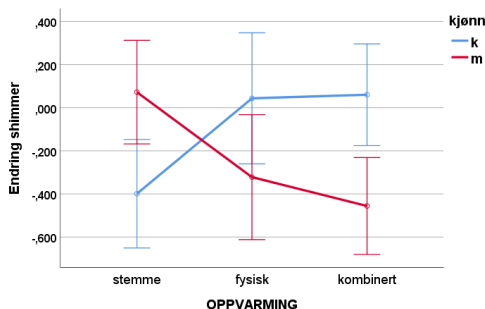
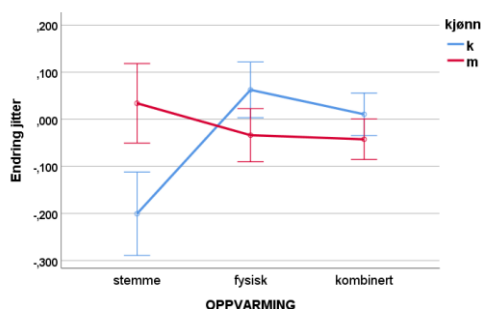
Figur 4.2 viser resultatene for de normaliserte dataene for vokal n, der kjønn ble brukt som mellomgruppevariabel. Effekten av oppvarming var motsatt for kvinner og menn: Kvinnene hadde positiv effekt av stemmeoppvarming, men negativ av fysisk og kombinert oppvarming. Mennene hadde positiv effekt av fysisk og kombinert oppvarming, men negativ av stemmeoppvarming. Ingen av forskjellene var signifikante.

Tabell 4.2 Gjennomsnittlig effekt av tre oppvarmingsbetingelser, normaliserte data for vokal n.

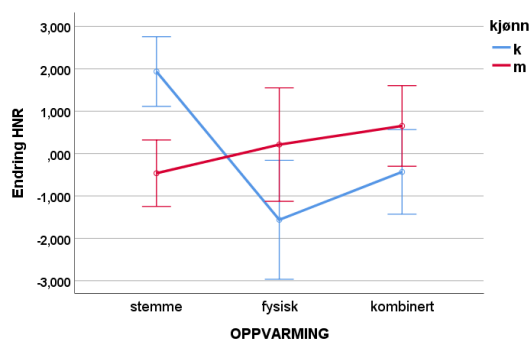
Parameter	Endring oppvarming				Kjønn		
	Stemme	Fysisk	Kombinert	p	Kvinner	Menn	p
Jitter	-,083	,014	-,016	,318	-,042	-,014	,582
Shimmer	-,164	-,139	-,198	,940	-,099	-,235	,563
HNR	,737	-,675	,110	,266	-,019	,134	,896

Jitter:

Shimmer:



HNR:



Figur 4.2 Gjennomsnittlig effekt av tre oppvarmingsbetingelser for kvinner og menn, normaliserte data for vokal n.

4.1.3 Oppsummering vokaler

De målte verdiene for unormalisert shimmer og HNR var best ved 2. baseline (*ingen 2*), mens jitter var best etter kombinert oppvarming. De normaliserte dataene viser en gjennomsnittlig positiv effekt på stemmekvaliteten etter både stemme- og kombinert oppvarming, men negativ effekt på to av parametrene, HNR og jitter, etter fysisk oppvarming. Stemmeoppvarming ga gjennomsnittlig størst forbedring på jitter og HNR,

mens shimmer forbedret seg mest etter kombinert oppvarming. Ingen av forskjellene var store nok til å gi signifikans i variansanalysene. Effekten på kvinner og menn går i motsatt retning og gjør at de normaliserte dataene jevner seg ut, men forskjellen er signifikant for HNR for de unormaliserte dataene.

4.2 Tekster

Tekstene ble analysert for parametrene *pitch* (gjennomsnittlig grunntone), *SD_pitch*, *jitter*, *shimmer* og *HNR*.

4.2.1 Unormaliserte data

Gjennomsnittlige verdier fra de akustiske målingene for tekstene presenteres i tabell 4.3. Det ble funnet signifikante forskjeller for *pitch*, *SD_pitch* og *jitter*. Alle verdier på stemmekvalitetsparametrene var bedre etter oppvarmingene enn ved de to baselines *ingen 1* og *ingen 2* med unntak av HNR etter fysisk oppvarming som var lavere enn etter *ingen 2*. *Jitter*, *shimmer* og *HNR* var best etter stemmeoppvarminga med kombinert og fysisk oppvarming på plassene bak, men forskjellene i shimmer- og HNR-verdiene er svært små og ikke signifikante. Post-hoc-test for *jitter* viste signifikante forskjeller mellom *ingen 1* og *stemme* ($p=,007$), og *ingen 2* og *stemme* ($p=,008$). Forskjellene mellom *ingen 1* og *kombinert*, og *ingen 1* og *fysisk* var marginalt signifikant ($p=,089$ og $=,088$).

Tabell 4.3 Gjennomsnittsverdier etter fem oppvarmingsbetingelser, unormalisert data for tekster.

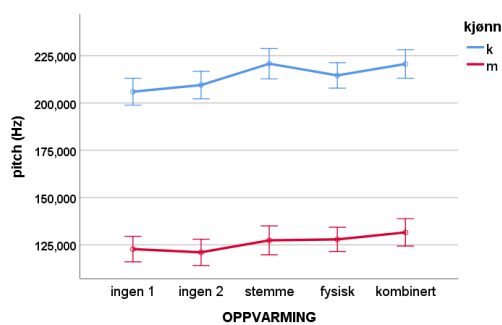
Parameter	Oppvarming					p	Kjønn		
	<i>Ingen 1</i>	<i>Ingen 2</i>	<i>Stemme</i>	<i>Fysisk</i>	<i>Komb</i>		<i>Kvinner</i>	<i>Menn</i>	p
pitch	164	165	174	171	176	,000	214	126	,000
SD_pitch	31,38	30,40	34,01	31,67	35,85	,007	41,71	23,61	,000
Jitter	2,578	2,393	2,185	2,352	2,295	,001	2,111	2,610	,003
Shimmer	9,50	9,28	8,98	9,03	8,99	,370	7,91	10,40	,000
HNR	15,45	15,83	16,29	15,71	15,83	,299	18,73	12,91	,000

Pitch og *SD_pitch* økte etter alle oppvarmingene og mest etter kombinert oppvarming. Post-hoc-test viste at forskjellene i pitch mellom *ingen 1* og *stemme* ($p=,001$), *fysisk* ($p=,024$) og *kombinert* ($p=,000$) var signifikante. Verdiene etter *ingen 2* var signifikant lavere enn *stemme* og *kombinert* med p-verdier på ,002 og ,001. Forskjellen mellom fysisk oppvarming og *ingen 2* var ikke signifikant, men lå på grensen ($p=,066$). For *SD_pitch* var forskjellene mellom *ingen 2* og *stemme* ($p=,007$), *ingen 2* og *kombinert* ($p=,000$), og mellom *fysisk* og *kombinert* ($p=,003$) signifikante.

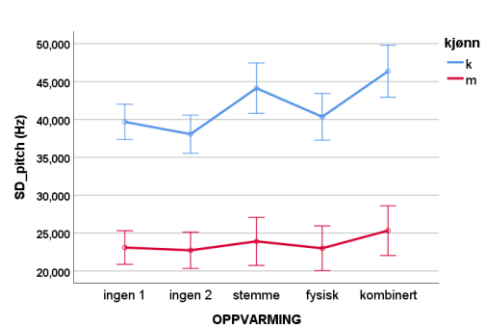
Som forventet var resultatene fra analysene med *kjønn* som mellomgruppevariabel signifikante for *pitch* da kvinner og menn naturlig nok snakker i ulikt toneleie. Gjennomsnitts-

verdiene for kvinnene lå på 214 Hz, mens for mennene 126 Hz. Men også for alle andre parameter var forskjellen signifikante mellom kjønnene (Tab. 4.3). For *SD_pitch* lå gjennomsnittsverdiene for hhv. kvinner og menn på 41,7 og 23,6 Hz ($p = ,000$). *Jitter*-verdiene for kvinner lå gjennomsnittlig 0,499 under mennenes verdier ($p = ,003$), *shimmer* 2,49 under ($p = ,000$) og verdiene for *HNR* 5,82 over ($p = ,000$) mennenes gjennomsnitt. Fig. 4.3. viser diagram for gjennomsnittsmålingene for alle oppvarmingsbetingelsene. *pitch* og *SD_pitch* hadde en svak oppgang for begge kjønn (marginalt for mennene) etter oppvarming. Kvinnene har størst variasjonen mellom oppvarmingene, særlig for *SD_pitch*. *Jitter* er lavest hos begge kjønn etter stemmeoppvarming. *shimmer* er lavest etter kombinert oppvarming hos mennene, og etter stemme- og kombinert oppvarming hos kvinnene.

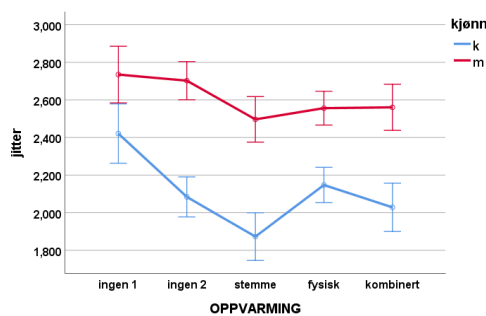
Pitch:



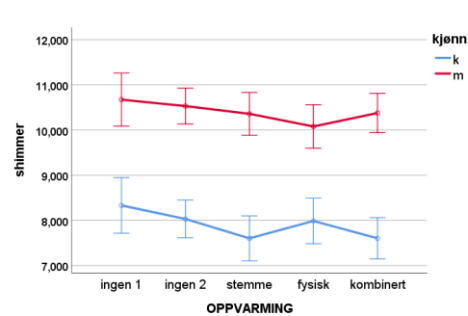
SD_pitch



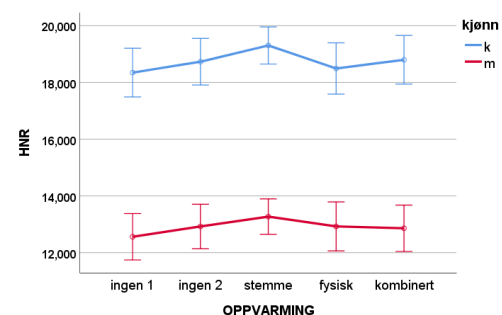
Jitter:



Shimmer:



HNR:



Figur 4.3 Gjennomsnittsverdier for kvinner og menn etter fem oppvarmingsbetingelser, unormaliserte data for tekster.

4.2.2 Normaliserte data

Tabell 4.5. viser gjennomsnittlig endring fra baseline (*ingen 1* eller *ingen 2*) til de ulike oppvarmingsbetingelsene. Alle typer oppvarming ga en økning i både *pitch* og *SD_pitch*. Størst økning for begge var etter kombinert oppvarming (11,67 og 5,03 Hz) og minst etter fysisk oppvarming (6,77 og ,88 Hz). Alle oppvarmingene hadde positiv effekt på *jitter*, *shimmer* og *HNR*. Stemmeoppvarming ga størst forbedring både for *jitter* (-,260) og *HNR* (,54). *shimmer* gikk mest ned etter kombinert oppvarming (-,43), og minst etter stemmeoppvarming (-,38), nesten likt med fysisk oppvarming (-,39). Kun resultatet for *SD_pitch* var signifikant. I de parvise sammenligningene ble det funnet at forskjellen mellom fysisk oppvarming (økning på ,88) og kombinert oppvarming (økning på 5,03) er signifikant ($p=0,001$).

Tabell 4.4 Gjennomsnittlig effekt av tre oppvarmingsbetingelser, normaliserte data for tekster.

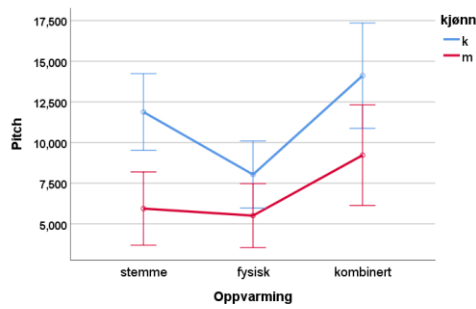
Parameter	Endring oppvarming				Kjønn		
	Stemme	Fysisk	Kombinert	<i>p</i>	Kvinner	Menn	<i>p</i>
pitch	8,91	6,77	11,67	,107	11,34	6,89	,089*
SD_pitch	3,03	,88	5,03	,027	4,98	,97	,053*
Jitter	-,260	-,175	-,232	,737	-,255	-,190	,497
Shimmer	-,38	-,39	-,43	,981	-,456	-,344	,705
HNR	,54	,18	,30	,450	,347	,329	,961

*marginal signifikans

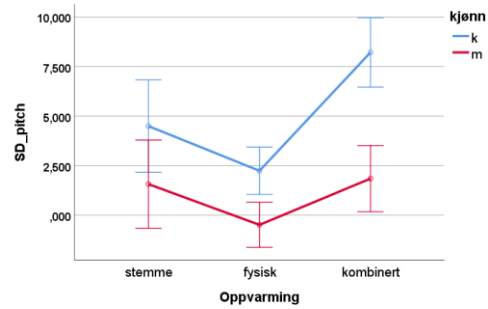
Det ble ikke funnet noen signifikante effekter i målingene med kjønn som mellomgruppevariabel, men endring *SD_pitch* ($p=,053$), og *pitch* ($p=,089$) var marginalt signifikant, selv om verdiene er svært små.

Fig. 4.4. viser resultatene av analysene av de normaliserte dataene, med kjønn som mellomgruppevariabel. Både kvinner og menn hadde økning i *pitch* og *SD_pitch* etter alle oppvarmingene, unntatt menn etter fysisk oppvarmingen der *SD_pitch* gikk ned. Økningen var størst etter kombinert oppvarming. For mennene var forskjellen på endring i *pitch* mellom stemme og fysisk oppvarming svært liten. Alle oppvarmingene viste forbedring i *jitter*-, *shimmer*- og *HNR*-verdiene for begge kjønn, men forskjellene på *jitter* og *HNR* var minimal for mennene. Endringene i *shimmer* var klart minst etter fysisk oppvarming. For *jitter* og *shimmer* var forskjellene mellom stemmeoppvarming og kombinert oppvarming små for kvinnene, og det var minst nedgang etter fysisk oppvarming. *HNR* steg klart mest etter stemmeoppvarming og minst etter fysisk oppvarming.

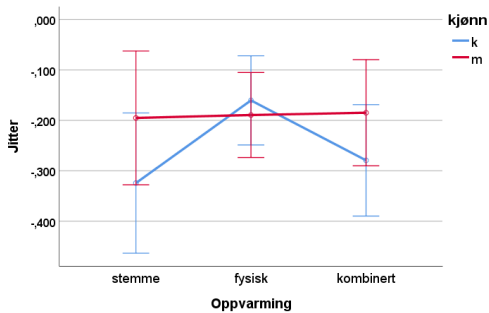
Pitch:



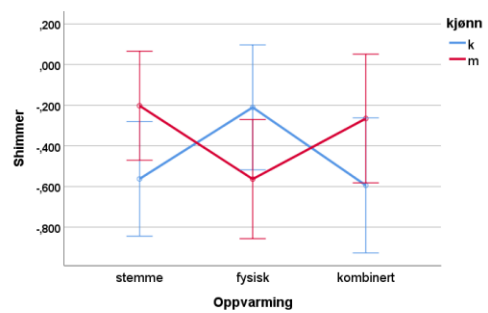
SD_pitch:



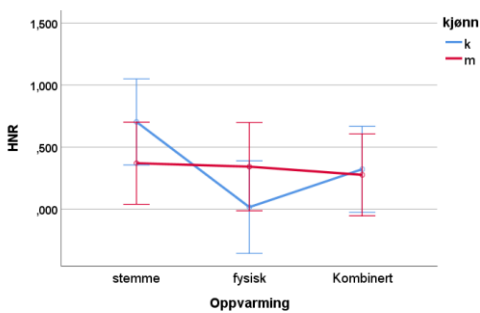
Jitter:



Shimmer:



HNR:



Figur 4.4 Gjennomsnittlig effekt av tre oppvarmingsbetingelser for kvinner og menn, normaliserte data for tekster.

4.2.3 Oppsummering tekster

Analyseresultatene for tekstene viste signifikante forskjeller mellom oppvarmingsbetingelsene på parametrene *pitch*, *SD_Pitch* og *jitter*. For *pitch* og *SD_pitch* var rekkefølgen fra lavest til høyest: *Ingen 1/Ingen 2*, *fysisk*, *stemme* og *kombinert*. Jitter- og shimmerverdiene var bedre etter alle oppvarmingene enn ved baseline, og best etter stemmeoppvarming. HNR var mer variert, men høyest etter stemmeoppvarmingen. For de normaliserte dataene var kun forskjellen på endring av *SD_pitch* mellom *fysisk* og *kombinert* signifikant. Ellers var forskjellene på effekt mellom de ulike oppvarmingene svært små.

Forskjellene mellom kvinner og menn var signifikante på alle de akustisk parametrene for de unormaliserte dataene, men ikke for de normaliserte, dvs. at effekten for kjønn var svært liten.

4.3 Spørreskjema

De fleste informantene rapporterte om positiv effekt etter alle typer oppvarming, og da mest etter den kombinerte oppvarminga. De var nok vant til en fysisk del før stemmeoppvarming i forbindelse med korøvelsene, og å begynne rett på stemme tidlig på morgenen følte kanskje uvant.

Etter stemmeoppvarminga rapporterte én deltaker negativ effekt på stemmen, ved at «*stemmen føltes litt presset, som etter å ha ropt*» og med dårligere kontroll i registerovergangene. En rapporterer at stemmen føles grei. Resten av deltakerne rapporterer positiv effekt av oppvarmingen. Eksempler på tilbakemeldinger er «*stemmen føles bedre*», «*stemmen føles fin og sterk*», «*fikk mer kontroll på stemmen*», «*lettere å synge rent*» og «*fikk bort morgengrums*».

Alle deltakerne var positive til den fysiske oppvarmingen. Noen uttrykte at de ble litt slitne, men følte at kroppen ble mer avslappet, energisk eller oppfrisket. Noen ble litt ruskete i stemmen etterpå. 8 av deltakerne merket ikke noen forskjell på stemmen, mens et stort flertall mente å merke at stemmen ble bedre. De uttrykte at stemmen fikk mer energi, ble «*bedre og mykere*» og «*klarere og sterkere*», pusten fløt lettere. Flere uttrykte at de ble mer våkne og «*klar for nye oppgaver*». «*Avslappet*» er et begrep som går igjen i mange av svarene.

Etter den kombinerte oppvarminga var det kun tre deltakere som ga nøytral eller negativ tilbakemelding. To merket ikke så mye forskjell på stemmen, mens én følte at hen slet litt med stemmen etter oppvarminga. Noen uttrykte at det ble lettere med stemmeoppvarminga etter fysisk oppvarming, at de fikk mer kontakt med pusten og kroppen, «*fjernet morgenerusk og klargjorde både kropp og stemme i hele registret*». 7 av deltakerne uttrykte klart at den kombinerte oppvarminga var bedre enn både kun stemmeoppvarming og fysisk oppvarming.

4.3.1 Statistisk analyse av opplevd effekt

t-test med to grupper (negativ eller ingen effekt (0) og positiv effekt (1)) ble utført både med unormaliserte og normaliserte data for både vokaler og tekster. Da det var forventet positiv sammenheng mellom opplevd effekt og målt effekt i de akustiske målingene ble ensidige tester (*1-tailed*) benyttet, med unntak for *f0* der tosidige tester ble brukt.

Stemmeoppvarming: Kun 2 av deltakere rapporterte negativ eller ingen effekt, mens de resterende 19 rapporterte positiv effekt etter stemmeoppvarminga. For tekstene ble det funnet en signifikant forskjell mellom gruppene på *pitch*, men effekten viste seg å komme av at gruppe 0 kun besto av kvinner, mens gruppe 1 besto av begge kjønn. I vokalene var det en signifikant forskjell mellom gruppene på HNR både for de unormaliserte ($p=,017$) og de normaliserte dataene ($p=,011$), men effekten gikk i motsatt retning av forventet: gruppe 0 hadde en HNR-verdi på 32,92 og en økning ved oppvarming på 4,91 dB, og gruppe 1 hadde gjennomsnittlig HNR på 25,44 dB med en økning på ,23 dB. De som rapporterte ingen eller negativ effekt hadde altså både bedre verdi og størst økning på HNR.

Fysisk oppvarming: Etter fysisk oppvarming rapporterte 9 negativ eller ingen effekt og 12 positiv effekt på stemmekvaliteten. Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller mellom gruppene hverken på vokaler eller tekster, for noen av de målte parametrene.

Kombinert oppvarming: Etter den kombinerte oppvarminga rapporterte 3 deltaker negativ eller ingen effekt og 18 positiv effekt. For tekstene ble det funnet signifikante

forskjeller for *shimmer* ($p=0.002$), og normalisert *HNR* ($p=0,0425$), men begge effektene gikk i motsatt retning av forventningene: gruppe 0 hadde dårligere shimmer-verdi (10,48) enn gruppe 1 (8,82), men hadde større nedgang (-,92) og dermed bedre effekt av kombinert oppvarming enn gruppe 1 (-,34). Det ble ikke funnet flere signifikante sammenhenger mellom effekt og opplevd effekt for noen av de andre parametrene hverken for tekstene eller Vn.

Det ble altså ikke påvist noen statistisk signifikant sammenheng mellom de akustiske målingene og deltakernes opplevelse av effekt etter oppvarming.

4.4 Perseptuell vurdering

Det ble foretatt en perseptuell test for å finne ut om erfarne stemmepedagoger og logopeder kunne høre forskjeller på stemmekvalitet slik de kom til uttrykk i de akustiske målingene. Tabell 4.5. viser lytternes rangeringer sammenlignet med oppvarming.

Tabell 4.4 Lytternes rangering sammenlignet med 5 oppvarmingsbetingelser.

	Lytter 1 ($p=,005$)	Lytter 2 ($p=,014$)	Lytter 3 ($p=,750$)	Lytter 4 ($p=,083$)	Lytter 5 ($p=,288$)
Taler 7					
<i>Ingen 1</i>	4	1	3	2	3
<i>Ingen 2</i>	1	4	4	1	5
<i>stemme</i>	3	2	1	3	4
<i>fysisk</i>	2	3	2	4	1
<i>kombinert</i>	5	5	5	5	2
Taler 11					
<i>Ingen 1</i>	1	2	2	1	3
<i>Ingen 2</i>	2	1	3	2	2
<i>stemme</i>	3	3	4	4	5
<i>fysisk</i>	4	5	5	5	4
<i>kombinert</i>	5	4	1	3	1
Taler 13					
<i>Ingen 1</i>	1	1	1	1	5
<i>Ingen 2</i>	2	2	3	3	1
<i>stemme</i>	3	3	2	2	4
<i>fysisk</i>	4	4	4	5	3
<i>kombinert</i>	5	5	5	4	2
Taler 18					
<i>Ingen 1</i>	1	2	5	3	4
<i>Ingen 2</i>	3	1	3	1	1
<i>stemme</i>	4	4	1	2	2
<i>fysisk</i>	2	3	4	4	5
<i>kombinert</i>	5	5	2	5	3
Taler 19					
<i>Ingen 1</i>	1	2	3	2	3
<i>Ingen 2</i>	3	5	5	5	5
<i>stemme</i>	5	1	4	4	4
<i>fysisk</i>	2	3	1	1	1
<i>kombinert</i>	4	4	2	3	2

4.4.1 Lytternes rangeringer sammenlignet med oppvarming

De 5 oppvarmingsbetingelsene ble rangert fra 1-5 i rekkefølgen *ingen 1*, *ingen 2*, *stemme*, *fysisk* og *kombinert*. Kruskal-Wallis test, én for hver lytter, ble brukt for å undersøke om lytterne skilte mellom de 5 oppvarmingsbetingelsene, uavhengig av

resultatene i de akustiske analysene. Testen ble utført med lytternes rangering av opp-takene som avhengig variabel og oppvarming som uavhengig variabel.

Resultatene fra testen viste signifikans for lytter 1 ($p=0,005$) og lytter 2 ($p=0,014$). Parvise sammenligninger viser forskjeller mellom *kombinert* og *ingen 1/ingen 2* for lytter 1 ($p=,005/p=,044$), og mellom *kombinert* og *ingen 1* for lytter 2 ($p=,010$) (signifikans-nivå ,01). To av lytterne skiller altså mellom ingen oppvarming og kombinert oppvarming der stemmekvaliteten etter kombinert oppvarming vurderes som best. Resultatene for de tre øvrige lytterne viste ingen signifikant sammenheng mellom rangering av stemmekvalitet og oppvarming.

De valgte talerne hadde ulike resultater på de akustiske målingene etter de forskjellige oppvarmingene og derfor ble også lytternes vurdering av hver taler analysert med Friedmans-test, én test for hver taler. Det ble ikke benyttet Bonferroni-korreksjon i noen av disse eller post-hoc-testene (Wilcoxon signed ranks tests). Friedmans viste signifikans på ,050-nivå (2-sidig) for taler 11 ($p=,023$) og 19 ($p=,026$) og marginal signifikans for taler 13 ($p=,058$).

Taler 11: Post-hoc-testene viste forskjeller mellom *stemme* og *ingen 1* ($p=,030$), *stemme* og *ingen 2* ($p=,041$) og *fysisk* og *ingen 1 og 2* (*begge* $p=,039$). Både stemmeoppvarming og fysisk oppvarming blir rangert bedre enn begge baselines. Kombinert oppvarming fikk lavere rangering enn både stemme- og fysisk oppvarming, men bedre enn baselines uten at resultatet var signifikant.

Taler 19: Post-hoc-testene viste forskjeller mellom *ingen 1* og *ingen 2* ($p=,038$), *ingen 2* og *fysisk* ($p=,039$), og *fysisk* og *kombinert* ($p=,038$). Signifikansen mellom *fysisk* og *stemme* var marginal med $p=,066$. *ingen 2* ble rangert høyest og *fysisk* lavest for denne taleren. Stemmeoppvarming ble rangert som nest best og kombinert oppvarming som nummer 3.

Taler 13: Friedmans viste marginal signifikans ($p=,058$), og post-hoc-test ble følgelig ikke gjennomført. Men den gjennomsnittlige rangeringen til lytterne samsvarte helt med rangeringen etter oppvarming der *ingen 1* ble rangert som dårligst og *kombinert* som best.

4.4.2 Lytternes rangeringer sammenlignet med hverandre

De statistiske analysene i forrige seksjon viste ikke klare forskjeller mellom de perseptuelle vurderingene og oppvarmingsbetingelsene. En av grunnene kan være at lytterne vurderte oppvarmingsbetingelsene forskjellig. Spearmans korrelasjonstest ble derfor brukt for å sammenligne de perseptuelle vurderingene fra de fem lytterne for å se om de vurderte stemmene likt (Tab. 4.6). Fordi det var forventet at vurderingene gikk i samme retning ble det benyttet ensidige tester (1-tailed).

Resultatene viste at korrelasjonene mellom lytter 1, 2, og 4 er signifikante på ,01-nivå, men med relativt lave korrelasjoner. Den høyeste korrelasjon er mellom lytter 2 og 4: med $r=,600$, og $p=,001$. Lytter 3 har en korrelasjon med lytter 4 ($r=,540$, $p=,003$), og en ubetydelig korrelasjon med lytter 5 ($r=,340$), men signifikant på ,05-nivå med $p=,048$. Korrelasjonen mellom lytter 2 og 3 er marginalt signifikant ($p=,088$).

Lytter 5 har den ubetydelige korrelasjonen med lytter 3, men ellers ingen korrelasjoner. Korrelasjonen med lytter 1 er negativ, noe som betyr at disse to har vurdert stemmene til dels motsatt, og $r=,000$ med lytter 2, - altså ingen sammenheng.

Tabell 4.5. Resultater etter korrelasjonsanalyse av 5 lytteres rangering av stemmekvalitet.

			Korrelasjoner				
			<i>lytter1</i>	<i>lytter2</i>	<i>lytter3</i>	<i>lytter4</i>	<i>lytter5</i>
Spearman's rho	Lytter 1	r	1,000	,480**	,120	,580**	-,240
		Sig. (1-sidig)	.	,008	,284	,001	,124
	Lytter 2	r	,480**	1,000	,280	,600**	,000
		Sig. (1-sidig)	,008	.	,088	,001	,500
	Lytter 3	r	,120	,280	1,000	,540**	,340*
		Sig. (1-sidig)	,284	,088	.	,003	,048
	Lytter 4	r	,580**	,600**	,540**	1,000	,140
		Sig. (1-sidig)	,001	,001	,003	.	,252
	Lytter 5	r	-,240	,000	,340*	,140	1,000
		Sig. (1-sidig).	,124	,500	,048	,252	.

** . Korrelasjonen er sig. på 0.01 nivå

* . Korrelasjonen er sig. på 0.05 nivå

4.4.3 Lytternes rangering sammenlignet med de akustiske analysene

I seksjon 4.4.2 ble det påvist at forskjeller mellom lytterne kunne forklare at det ikke ble funnet klare forskjeller mellom oppvarmingsbetingelsene i seksjon 4.4.1. En annen mulig grunn kan være at talerne som var valgt ut ikke hadde samme rangering på stemmekvalitetsparametrene (*jitter*, *shimmer* og *HNR*) etter de akustiske målingene, sammenlignet med oppvarming. Spearmans korrelasjonstest ble derfor brukt til å sammenligne lytternes rangering av talerne med rangeringen etter resultatene på de akustiske målingene (*rang_akust*) (fra 1 (dårligst) til 5 (best)). Siden resultatene i punkt 4.4.2. viste en uenighet blant lytterne ble det utført én test for hver lytter. Forventningen var at lytterne skulle rangere talerne i samme rekkefølge som den akustiske rangeringen, fra dårligst (1) til best (5) og det ble derfor brukt ensidige tester. Tabell 4.7 viser resultatene.

Tabell 4.6 Resultater etter korrelasjonsanalyse av 5 lytteres rangering av stemmekvalitet og rangering etter akustiske parametre.

			<i>rang_akust</i>	<i>rang_SDpitch</i>	<i>rang_pitch</i>
Spearman's rho	Lytter 1	r	,100	,220	,600**
		Sig. (1-sidig)	,317	,145	,001
	Lytter 2	r	-,020	,300	,340*
		Sig. (1-sidig)	,462	,073	,048
	Lytter 3	r	-,300	,120	-,180
		Sig. (1-sidig)	,073	,284	,195
	Lytter 4	r	,280	,080	,320
		Sig. (1-sidig)	,088	,352	,059
	Lytter 5	r	,140	-,040	-,160
		Sig. (1-sidig)	,252	,425	,222

** . signifikant på 0.01 nivå

* . signifikant på 0.05 nivå

Det ble ikke funnet noen signifikante sammenhenger mellom lytternes vurdering og den målte stemmekvaliteten, men det ble funnet marginal signifikans for lytter 3 ($p = ,073$)

og 4 ($p = ,088$). Resultatene viser altså ingen sammenheng mellom lytternes rangering og de akustiske rangeringene av opptakene av stemmene til de 5 utvalgte talene.

Det er mulig at lytterne baserte sine perseptuelle vurderinger på andre egenskaper ved de leste tekstene enn den målte stemmekvaliteten og lytternes rangering ble derfor sammenlignet med rangering etter *SD_pitch* og *pitch* (1=lavest, 5=høyst) (Tab. 4.6). Spearman korrelasjonstest, en for hver lytter, viste én signifikant sammenheng mellom lytternes rangering og rangering etter *SD_pitch*; lytter 5 hadde negativ korrelasjon ($p = ,040$). Lytter 2 ($p = ,073$) og 4 ($p = ,080$) hadde marginal signifikans. I samme type analyse med rangering etter *pitch* fra lavest til høyst var resultatene for lytter 1 ($p = ,001$) signifikant på ,01-nivå og lytter 2 ($p = ,048$) på ,05-nivå. For lytter 4 ble det funnet marginal signifikans ($p = ,059$). *Pitch* kan altså ha spilt en viss rolle i vurderingen av stemmekvaliteten for enkelte av lytterne.

Lytternes gjennomsnittlige rangering av opptakene ble også sammenlignet manuelt med rangering etter akustiske målinger, *pitch* og *SD_pitch*, og data hentet fra Friedmans-test ble brukt i sammenligningen (Tab. 4.7).

Tabell 4.7. Perseptuell rangering, rangering etter akustiske mål, *pitch* og *SD_pitch* etter 5 oppvarmingsbetingelser.

	Persept. rang.		Rang akus.	Rang. <i>pitch</i>	Rang <i>SD_pitch</i>
Taler 7	Friedmans:				
<i>ingen 1</i>	2,6	2	2	3	3
<i>ingen 2</i>	3,0	4	1	1	4
<i>stemme</i>	2,6	2	4	5	2
<i>fysisk</i>	2,4	1	5	2	1
<i>kombinert</i>	4,4	5	3	4	5
Taler 11					
<i>ingen 1</i>	1,8	1	3	2	3
<i>ingen 2</i>	2,0	2	5	1	2
<i>stemme</i>	3,8	4	4	4	1
<i>fysisk</i>	4,6	5	1	3	5
<i>kombinert</i>	2,8	3	2	5	4
Taler 13					
<i>ingen 1</i>	1,8	1	5	1	1
<i>ingen 2</i>	2,2	2	2	2	3
<i>stemme</i>	2,8	3	3	3	2
<i>fysisk</i>	4,0	4	4	5	4
<i>kombinert</i>	4,2	5	1	4	5
Taler 18					
<i>ingen 1</i>	3,0	3	2	1	2
<i>ingen 2</i>	1,8	1	1	3	3
<i>stemme</i>	2,6	2	4	5	5
<i>fysisk</i>	3,6	4	3	2	1
<i>kombinert</i>	4,0	5	5	4	4
Taler 19					
<i>ingen 1</i>	2,2	2	1	2	4
<i>ingen 2</i>	4,6	5	5	1	1
<i>stemme</i>	3,6	4	4	4	2
<i>fysisk</i>	1,6	1	3	5	3
<i>kombinert</i>	3,0	3	2	3	5

For taler 7 samsvarte lytternes gjennomsnittlige rangering helt med rangering etter *SD_pitch*, med fysisk oppvarming rangert som dårligst etterfulgt av *ingen 1* og *stemme* (rangert likt), *ingen 2* og til slutt kombinert oppvarming rangert som best.

Lytternes rangering av taler 11 hadde noen samsvarende rangeringer med både *rang_akus*, *SD_pitch* og *pitch*, men viser ikke noe system. For taler 18 hadde lytterne rangert *kombinert* som hadde best verdier på de akustiske analysene som best, og *ingen 2* som hadde de dårligste verdiene som dårligst, men ellers var rangeringene tilfeldig i forhold til både *pitch*, *SD_pitch* og akustisk analyse.

Som vi så i 4.4.1. rangerte lytterne gjennomsnittlig opptakene av taler 13 helt etter oppvarming 1-5, men sammenlignet med den akustiske analysen er best og dårligst byttet om. *ingen 1* hadde best verdier, mens *kombinert* de dårligste. I rangeringen av *SC_pitch* er derimot disse byttet om og samsvarer dermed med lytternes vurdering av kombinert oppvarming som best og *ingen 1* som dårligst (også lavest pitch). Denne taleren hadde i utgangspunktet en monoton stemme med lav pitch og det er naturlig å tenke at disse to parametrene kunne ha spilt en rolle i vurdering av stemmekvaliteten. Dette omtales videre i kapittel 5.

For taler 19 har lytterne vurdert *ingen 2* som best og *stemme* som nest best, noe som samsvarer med rangeringene for de akustiske analysene. Sammenlignet med rangeringene etter *pitch* vurderes *ingen 1* (nest dårligst), *stemme* (nest best) og *kombinert* (nummer 3) likt, mens 1 og 5 er byttet om sånn at den med høyest pitch vurderes av lytterne som dårligst, og lavest som best.

Alt i alt viser ikke analysene noen sterk sammenheng mellom de akustiske målingene og de perseptuelle vurderingene. Korrelasjonsanalysene viste da heller ingen signifikante sammenhenger, med unntak av for rangering etter pitch der rangeringene til lytter 1 og lytter 2 viste signifikante sammenhenger.

4.4.4 Oppsummering persepsjonsanalyse

Det var få og små sammenhenger mellom lytternes rangering av stemmene og rangering etter oppvarming. Kruskal-Wallis-testen viste signifikante forskjeller mellom kombinert oppvarming og ingen oppvarming, men da kun for to av lytterne. En tredje lytter hadde marginal signifikans.

Det ble funnet en liten sammenheng mellom de fem lytternes vurdering av stemmekvaliteten til talerne. Spearmans korrelasjonstest viste at sangpedagogene 1, 2 og 4 rangerte stemmene relativt likt. Den eneste logopeden (lytter 5) i utvalget vurderte stemmene mer ulikt sangpedagogene og kun lytter 3 hadde en svak korrelasjon med denne.

Både Spearmans korrelasjonsanalyser og de manuelle sammenligningene med lytternes gjennomsnittsrangeringer viste liten sammenheng mellom perseptuell vurdering av stemmene og de akustiske målingene. Kun sammenhengen med *rang_pitch* viste signifikans på ,050-nivå, og det bare for lytter 1 og 2. Noen av lytternes rangeringer lå også nærmere *rang_SD_pitch* enn *rang_akust*.

4.5 Oppsummering av funn

Resultatene av målingene viste store variasjoner mellom talerne. Noen av deltakerne hadde god effekt av oppvarming på alle de målte parametrene *pitch*, *SD_pitch*, *jitter*, *shimmer* og *HNR*. Andre hadde negativ effekt på alle og noen viste positive endringer på noen av parametrene og negativ på andre.

Gjennomsnittsmålingene viste få statistisk signifikante forskjeller mellom de ulike oppvarmingsbetingelsene, men ut fra resultatene som helhet det kan det se ut som at oppvarming er bedre for stemmekvaliteten slik det er målt i denne undersøkelsen enn ingen oppvarming. De normaliserte dataene for vokal n viser en positiv effekt på stemmekvalitetsparametrene etter stemmeoppvarming og kombinert oppvarming, og da mest etter stemmeoppvarming, mens de unormaliserte dataene viser best *jitter*- og *HNR-verdier* etter *ingen 2*, altså før oppvarming ved andre gangs oppmøte. For tekstene ser effekten av oppvarming ut til å være todelt: kombinert oppvarming hadde størst effekt på pitch-målene, mens stemmeoppvarming hadde størst effekt på stemmekvalitetsmålene unntatt for shimmer der kombinert oppvarming viste best effekt. Forskjellene for de fleste parametrene var svært små.

Det var som forventet signifikante forskjeller på stemmekvaliteten til menn og kvinner, men kjønn har ifølge resultatene i denne undersøkelsen ikke noe å si for hvordan oppvarming virker på stemmekvaliteten. Det ble heller ikke funnet noen sammenheng mellom opplevd effekt av oppvarmingene og de målte effektene i de akustiske analysene.

Analysene av de perseptuelle vurderingene viste få sammenhenger mellom de akustiske og de perseptuelle analysene, og kun rangeringen ut fra *pitch* var signifikant for to av lytterne. Også sammenheng mellom oppvarming og perseptuell analyse var signifikant for to av lytterne, og da mellom ingen oppvarming og kombinert oppvarming der kombinert oppvarming ble rangert som best. Sammenheng mellom deltakernes vurdering av stemmene var liten. Tre av sangpedagogene i undersøkelsen var relativt enige, mens logopeden hadde en svak enighet med sangpedagog 3.

5 Diskusjon

I denne delen evalueres de fem hypotesene og diskuteres i rekkefølge i teksten for å finne svar på forskningsspørsmålet. Hypotese 1, 2 og 5 henger til en viss grad sammen og drøftingen av disse flettes noe inn i hverandre.

Forskningsspørsmålet i denne studien var om fysisk oppvarming kunne gi en tilleggs-effekt på stemmekvaliteten målt på stemmebåndsnivå og dermed gjøre fonasjon lettere og mer effektiv. 5 hypoteser ble utarbeidet for å undersøke flere sider av dette spørsmålet. Akustisk analyse av en utholdt vokal og en lest tekst ble brukt for å undersøke hvilken effekt fysisk oppvarming, stemmeoppvarming og kombinert oppvarming hadde på regularitet og kvalitet i stemmebåndssvingningene, målt med HNR og perturbasjonsmålene jitter og shimmer. For å finne effekten ble det også gjort akustisk analyse av stemmen uten oppvarming. I de leste tekstene ble deltakernes grunnfrekvens og standardavvik for pitch målt for å finne ut om oppvarming hadde effekt på disse parametrene. Spørreskjema ble brukt for å undersøke deltakernes opplevde effekt av oppvarming og resultatene ble sammenlignet med de akustiske analysene for å finne eventuell sammenheng mellom målt effekt og deltakernes opplevde effekt. Siste hypotese var at trente lyttere kan høre forskjeller på stemmekvalitet målt på stemmebåndsnivå og dette ble undersøkt i et persepsjonseksperiment.

I følge teori om hvordan trening virker fysiologisk på kroppen og på prestasjon skal oppvarming gi økt temperatur i musklene som gir flere fordeler, bl.a. økt oksygenopptak og økt utskillelse av avfallsstoffer (f.eks. melkesyre som gir stivhet), mykere og mer fleksible muskler som tåler større belastning, mer energi som gir bedre flyt i pusten og endret viskositeten i muskler og slimhinner i larynx. Den fysiske oppvarmingen skal også gi økt evne til avspenning, bedre nevralt kontroll, bedre energibalansen i kroppen, og økt kroppsbevissthet. Spesiell oppvarming som går direkte på aktiviteten som skal utføres kan gi en ekstra effekt på prestasjonen, særlig pga. den nevrologiske effekten. I lys av dette kunne man forvente størst effekt av den kombinerte oppvarminga der man nyter godt av både fordelene ved økning i muskeltemperatur, og de ergogene fordelene ved spesiell oppvarming, som økt muskeltemperatur i laryks, økt sirkulasjon, stabilisert væsknivå (og viskositet) i slimhinnen og raskere nerveimpulser som gir bedre kontroll og funksjon i musklene i larynks. Store pustebevegelser med god utlufting av lungene kunne forventes å føre til dypere pust, aktivert mellomgulv og bukmuskulatur, og bedre balanse mellom spenning – avspenning i disse muskelgruppene. Dette vil kunne føre til bedre kontroll på det subglottale trykket og mer flyt i utpusten, noe som igjen kan gi en mer regelmessig stemmebåndsbølge og mindre støy på stemmen.

Undersøkelsen fant få signifikante bevis for at fysisk oppvarming hadde en tilleggseffekt i forhold til ren stemmeoppvarming. Resultatene viste litt ulikt mønster for vokalene og tekstene. For tekstene hadde alle de tre oppvarmingsbetingelsene en positiv effekt på stemmekvaliteten sammenlignet med ingen oppvarming (unormalisert), men de målte effektene var svake og viste få signifikante forskjeller mellom oppvarmingene (normalisert). De normaliserte datane for vokal n viste gjennomsnittlig negativ effekt på jitter og HNR etter fysisk oppvarming alene. Stemmeoppvarming hadde best effekt på jitter og HNR, mens shimmer fikk størst nedgang etter kombinert oppvarming. Unormalisert

shimmer og HNR var imidlertid aller best etter *ingen 2*, altså uten oppvarming. Dette er noe uventet og går imot hypotesen om at oppvarming skal føre til bedre stemmekvalitet.

(Bishop, 2003) vektla at oppvarminga må tilpasses hver enkelt både i lengde og intensitet for å oppnå maksimal effekt, uten å slite ut deltakerne, og at man må ha passe lang pause før den egentlige aktiviteten starter. For liten pause mellom oppvarming og opptak etter den fysiske oppvarminga kan for noen være en årsak til en negativ utviklingen på stemmekvalitets-parametrene for vokal n, men med bedring i tekstene. Opptak av vokalene ble gjort før tekstene og deltakerne hadde fått litt lenger tid til å få tilbake pusten før tekstlesinga.

Noen av deltakerne hadde glemt å ta med vannflaske og det kan ha spilt en rolle for hydreringen. Aerob trening med kraftig respirasjon kan tørke ut slimhinnene og gi økt viskositet, som krever høyere subglottalt trykk for å få til gode stemmeleppevibrasjoner. Opptaken i denne undersøkelsen foregikk om morgenen og noen av deltakerne kan ha fått i seg for lite væske. Kroppen taper mye væske gjennom natten og trenger påfyll på morgenen. Dette forsøket var ikke kontrollert for væskeinntak, noe som kan ha hatt innvirkning på resultatene.

Heller ikke maks-puls eller hvilepuls ble kontrollert under den fysiske oppvarminga, noe som kan ha hatt en effekt på resultatene. McHenry og Evans (McHenry & Evans, 2016) kontrol-lerte pulsen underveis, men unngikk likevel ikke problemet med at noen ble for sliten. Alle de tre deltakerne i deres studie som viste sterkest tegn på fatigue hadde negativ effekt på de arodynamiske målene de undersøkte. Det er vanskelig å bedømme ytre tegn på fysisk form og man må støtte seg på de muntlige tilbakemeldingene fra deltakerne for å tilpasse oppvarminga. Stemmen kan føles helt fin, men subtile endringer kan gi negativt utslag i akustisk analyse.

Noen av deltakerne hadde negativ effekt på stemmekvaliteten etter oppvarming. Andre undersøkelser har funnet tegn på at oppvarming kan føre til begynnende stemmetretthet hos enkelte. Portillo (2018) setter vokal fatigue i sammenheng med stigning i f_0 og både stigning og senkning i SPL (mål på styrken på stemmebåndssvingningene). Hypofunksjon, som kommer til uttrykk i bl.a. senkning i SPL er en av de mest vanlige symptomene på vokal fatigue. En økning i SPL har også vært satt i sammenheng med en kompensatorisk hyperfunksjon ved vokal fatigue. Andre tegn på vokal fatigue er økt PTP, dårligere stemmelukke pga. muskulær fatigue (bl.a. svakhet i thyroarytenoid-musklene) og økt viskositet. Ved for stor belastning og dårlig balanse mellom spenning og avspenning kan melkesyre hope seg opp i bl.a. vokalismusklene og gi økt viskositet og stivere muskler, som kan føre til en følelse av stemmetretthet. Flere studier (bl.a. Vintturi og Motel, referert til i Portillo, 2018) rapporterer økning i PTP etter stemmeoppvarming. Portillo fant signifikante endringer på SPL (nedgang), luftstrøm gjennom glottis (økning) og aerodynamisk effektivitet (nedgang) i gruppen som hadde fått vanlig stemmeoppvarming i sin undersøkelse. Ufullstendig lukke, nedgang i laryngeal motstand og økt luftstrøm gjennom glottis vil gi senkede HNR-verdiene.

I kapitlet *Röstens åldrande* i Hartelius (2008) skriver Maria Södersten om den aldrende stemmen: «*Förändringar i brosk, leder ock stämbandets inre struktur medför minskad elasticitet som kan resultera i oregelbundna stämbands-svängningar samt bidra till ofullständig stämbandslutning. För en hel del äldre personer, både kvinnor och män, blir rösten hes, svag, skrovlig och skrapig och så otillräcklig att en del uppsöker medicinsk hjälp. En del får diagnosen vokalisatrofi eller åldersbetingad heshet...*» (Hartelius et al., 2008). Noen av deltakerne i denne undersøkelsen var eldre og særlig én

hadde en ganske uklar stemme med mye knirk og uregelmessige stemmebåndssvingninger. Målingene viste gjennomgående lav HNR og høye shimmer-verdier, mens jitterverdiene var normale. De normaliserte målingene viste god effekt av spesielt kombinert oppvarming der alle verdiene for alle parametre hadde en forbedring, og stemmeoppvarming der de fleste målingene var positive. Kanskje kan oppvarming ha en ekstra effekt for aldrende stemmer, men man kan også se for seg at de lett kan få vokal fatigue ved for stor belastning. Styrketrening anbefales for eldre for å opprettholde fysiske funksjoner og i kapittel 2.3.2 så vi at (Ericson et al.) sammenligner styrketrening og stemmetrening (øke belastningen gradvis, men ikke belaste for mye), og jevnlig stemmeøvelser og å generelt bruke stemmen jevnlig er da også viktig for å opprettholde en best mulig stemmefunksjon lengst mulig. En fysisk trening som aktiverer kroppen i forkant av stemmebruk har kanskje ekstra effekt for eldre som etter hvert mister muskeltonus.

Pitch-målene *pitch* og *SD_pitch* hadde de mest markante endringene etter oppvarming, og analysene viste signifikans. Portillo satte, som vi så, f_0 -stigning i sammenheng med stemmetretthet og kanskje kan enkelte av tilfellene av f_0 -stigning i denne undersøkelsen tilskrives begynnende stemmetretthet, men neppe alle. Nesten alle informantene fikk en økning i både f_0 og SD pitch etter alle typer oppvarming og mest etter kombinert oppvarming. Om dette kan sees på som positivt eller negativt avhenger av utgangspunktet. Hvis informanten i utgangspunktet snakket med for høy pitch, kanskje med stor spenning, ville en ytterligere økning være negativt. Hvis han derimot snakket med for lav pitch, med mye knirk, lite variasjon i tonehøyde og med svak og ustabil luftstrøm, ville en økning i pitch kunne sees på som positivt. Fysisk oppvarming kan da kanskje virke aktiverende. Mange, særlig kvinner, med stemmeproblemer snakker med for høy f_0 , noe som øker belastningen på musklene og slimhinnene i larynks. Pitch-økning ved oppvarming kan være verdt å være oppmerksom på i logopedisk praksis. Hvis en klient allerede er oppspent og snakker med for høy pitch kan kanskje en hard fysisk oppvarming virke mot sin hensikt og forsterke spenningene, noe Bunkan (Bunkan & Heir) også omtaler. Hvis treningen derimot er tilpasset personen slik at pusten slippes lenger ned i kroppen og musklene i øverste del av torso og skuldre oppnår avspenning vil treningen kunne ha en positiv effekt også på mennesker med mye spenninger og høy pitch. Vi så i seksjon 2.3 at fysisk trening kan gi økt evne til avspenning. Dette kan kanskje ha en større betydning ved regelmessig trening og vises mindre i denne type undersøkelse, som viser et øyeblikksbilde.

De fleste i informantgruppen hadde som forventet talestemme innenfor det som regnes som normalen (dvs. 180-220 Hz for kvinner og 100-130 Hz for menn), med litt variasjon. Noen få snakket i et for lavt stemmeleie slik at de gikk over i knirk, og noen få hadde litt lysere talestemme enn normalen. Kan det være snakk om normalisering av pitch etter oppvarming? En informant med utpreget høy pitch gikk ytterligere opp etter stemmeoppvarmingen (10,5 Hz) og litt ned etter fysisk (-0,4 Hz) og kombinert (-7,4 Hz) oppvarming. Det siste kan kanskje ses på som en normalisering av stemmeleie, muligens som et resultat av bedre kontakt med kroppen og pusten, eller eventuelt at han ble sliten. Hvis vi ser på målene for stemmekvalitet (jitter, shimmer og HNR) hadde verdiene størst forbedring etter nettopp stemmeoppvarming der pitch gikk opp. Jitter hadde en nedgang på -0,473, shimmer på -0,075 og HNR en oppgang på 1,345. Etter kombinert oppvarming der pitch gikk ned til 138 Hz, en nedgang på 7,5 Hz fra baseline, gikk jitterverdien opp med 0,109, shimmer opp med 0,502 og HNR ned med 0,163. En annen mann med høy pitch hadde også stor økning etter alle oppvarmingene og da størst etter kombinert oppvarming (25,9 Hz), - altså ingen normalisering av stemmeleie. Også her

ble målene for stemmekvalitet forbedret ved den høyeste økningen. Jitter-verdiene gikk ned 0,241, shimmer ned 0,837 og HNR opp 0,406. For en kvinne med litt høyere pitch enn normalen gikk den opp med 13 Hz etter stemmeoppvarminga, til 257 Hz og stemmekvalitetsparametrene forbedret seg. Jitter gikk ned -0,304, shimmer ned -0,59 og HNR opp 0,937. Betyr dette at det er lettere å oppnå regelmessige stemmebåndssvingninger og «tett» stemme ved høyere pitch? Høyere toner krever mer spenning i vokalis-muskelen, noe som igjen kan gi tettere stemmebåndslukke. Mer spenning i disse musklene krever også høyere subglottalt trykk for å sette i gang glottisbølgen, dvs. en kraftigere og mer jevn luftstrøm, noe som igjen gir en mer regelmessig bølge sammenlignet med en lav stemmetone med f.eks. mye knirk. Oppvarmingene kan ha aktivert pusten og økt spenningen i musklene i larynks. Forhøyet spenning øker sjansen for overbelastning hvis den ikke balanseres med avspenning, og høy pitch gir større mekanisk belastning på stemmen, noe som i seg selv er negativt. Hvis de akustiske målene for stemmekvalitet bedres ved økt pitch, hvordan definerer vi da stemmekvalitet? Det ideelle måtte være en relativt lav pitch, men med godt lukke og regelmessige svingninger for å gi god bæreevne og unngå overbelastning.

Vi skal se på resultater fra en deltaker med utpreget lav f_0 . Han hadde mye knirk og lite utslag i omfang (lav SD_{pitch}) og hadde best resultater på HNR og perturbasjonsmålene i teksten etter den fysiske oppvarminga der han også la opp pitchen med 11,5 Hz og graden av knirk gikk ned. Det kan være snakk om en normalisering av stemmeleie. SD_{pitch} gikk også opp ganske mye, og jitter-, shimmer- og HNR-verdiene forbedret seg også. For V_n var resultatene etter fysisk oppvarming negative, men her var jo pitch lik etter alle oppvarmingsbetingelsene. Ved knirk er det subglottalte trykket svært lavt og stemmebåndene svinger i utakt. "Bobler" av luft slipper ut mellom stemmeleppene, og det kan oppstå spenninger. Mangel på fleksibilitet gjør det vanskelig å oppnå variasjoner i grunntonefrekvens som resulterer i monoton stemme (Colton et al., 2011). Ved fysisk oppvarming der luftforbruket og -inntaket øker kan man se for seg at dette varer også etter aktiviteten, og kan gi jevnere og kraftigere luftstrøm ved stemmebruk. Økt luftstrøm uten at kraften i stemmebåndslukket økes vil gi et mer «mykt» stemmelukke og mer støy, og HNR-verdiene går ned. Det kan ha vært det som skjedde for denne deltakeren der HNR-verdiene gikk ned etter alle oppvarmingene for både tekster og vokaler, med unntak av den nevnte teksten etter fysisk oppvarming der treninga kan ha gitt høyere spenning i strupemuskulaturen og dermed tettere stemmelukke. Nesten alle lytterne i den perseptuelle testen rangerte stemmekvaliteten til denne deltakeren som best etter kombinert og fysisk oppvarming, med stemmeoppvarming som nummer tre, det til tross for at de akustiske målingene viste noe annet. En av lytterne noterte at han snakket mindre monotont og hadde mer «våken» energi. Da kommer vi igjen inn på hva vi definerer som god stemmekvalitet. Som vi så i seksjon 2.2 avhenger en god stemme bl.a. av kulturelle, miljømessige og individuelle faktorer, hvem man snakker til og hvordan den oppfattes av mottakeren. Og «god stemmekvalitet» var bare ett av fem mål for en god stemme, sammen med styrke, uanstrengt, fleksibel og representativ for personen. Bedre luftstrøm og mindre knirk kan oppfattes som mindre anstrengt og mer fleksibelt, og påvirker volumet. Et mykt stemmelukke vil imidlertid ikke gi spesielt god bæreevne, noe som kan være viktig i stemmekrevende aktiviteter. Bæreevne avhenger også i stor grad av resonans, noe vi ikke har behandlet i denne oppgaven. Lundy (Lundy et al.) rapporterte at sangstemme er karakterisert med lavere shimmer og NHR enn talestemme (bedre stemmekvalitet). Dette kan jo være med på å forklare forskjellene mellom målingene av den leste teksten og vokalene i denne undersøkelsen, der vokalene vil ligge nærmere sang enn tale.

I persepsjonseksperimentet ellers ble det funnet en liten sammenheng mellom deltakeres vurdering av stemmene, men ikke så stor som man skulle tro. Kanskje hadde resultatene sett annerledes ut hvis lytterne hadde gjort en full perseptuell analyse med SVEA-skjemaet som i stor grad fokuserer på stemmekvalitet sett på stemmebåndsnivå. Man kunne da kanskje forvente større samsvar både deltakerne mellom og mellom akustisk analyse og perseptuell analyse. Dette er imidlertid friske stemmer og forskjellene mellom opptakene var svært små. Analyseresultatene viser jo også at det ikke var så enkelt å høre forskjell. Logopeden og særlig to av sangpedagogene vurderte stemmekvaliteten mest ulikt. Materialet som ble analysert var en talt tekst, som kanskje ligger logopedien nærmere enn sangpedagogikken. Dette kan være én forklaring på forskjellene i rangering. Men hverken logopeden eller sangpedagogene vurderte stemmene likt rangeringen etter de akustiske målingene så det er ikke tydelig hvor forskjellen i vurderingene ligger.

Utslagene for SD_pitch, og dermed variasjon i setningsmelodi, var store mellom deltakerne og mellom de ulike oppvarmingsbetingelsene (13-61 Hz). Etter fysisk oppvarming hadde 12 deltakere negativ effekt mens kun 9 hadde økning i verdiene. Tre av de positive endringene var av noen størrelse (7-11 Hz), mens resten, både positive og negative, var små. En senkning kan komme av at de ikke hadde rukket å hente seg inn igjen og var slitne. Etter den kombinerte oppvarminga hadde 18 av de 21 deltakerne positiv effekt, og de 8 beste lå mellom 7-22 Hz (mens den største nedgangen var på 2 Hz). Da hadde deltakerne rukket å få igjen pusten og var kanskje mer avslappet, samtidig som at energinivået hadde stabilisert seg på et «våkent» nivå. I stemmeoppvarminga brukte de stemmen i hele registeret og en naturlig konsekvens kan være at også talestemmen brukes mer variert etterpå. Etter ren stemmeoppvarming hadde 15 deltakere positiv og 6 negativ effekt, og de to største negative resultatene lå på 7 og 11 Hz, mens 5 deltakere hadde en økning mellom 7 og 22 Hz. Totalt sett ser vi at de positive utslagene er større og flere etter oppvarming og da mest etter kombinert oppvarming, men mange av endringene er ubetydelige i størrelse. Dette bekrefter hypotesen om en økning i SD_pitch etter kombinert oppvarming.

Deltakernes opplevde effekt ble innhentet med et spørreskjema. Resultatene bekrefter hypotesen om opplevd forbedret stemmefunksjon etter oppvarming. Mange av deltakerne trakk fram at de etter den fysiske oppvarminga følte seg avslappet og dette ser ut til å være en nøkkelfaktor i bruken av fysisk oppvarming i forberedelse til stemmebruk. Fysisk aktivitet kan gi økt evne til avspenning gjennom veksling mellom spenning - avspenning. I tillegg kan kanskje det å være fysisk aktive sammen gjør noe med spenningsnivået og nervøsiteten som mange kan føle på i nye situasjoner. Man gjør noe sammen og blir kjent. I en undervisnings- eller intervensjonssituasjon kan fysisk aktivitet være med på å løse opp stemningen og kontakten kan bli mindre stiv. Valg av aktivitet bør tilpasses eleven og hans ønsker.

De fleste deltakerne opplevde positiv effekt av oppvarming, men noen rapporterte negativ eller ingen effekt. Analysene viste imidlertid ingen sammenheng mellom opplevd og målt effekt. Flere av de som rapporterte god effekt hadde negative resultater i målingene. Hvis vi ser nærmere på resultatene finner vi at etter kombinert oppvarming hadde deltakerne i gruppe 0 dårligst verdier på stemmekvalitetsparametrene, men den største positive endringen, altså størst effekt, unntatt for SD_pitch der de hadde mindre effekt enn gruppe 1. De kom likevel ikke opp på samme nivå som gruppe 1. Tendensen er lignende etter fysisk oppvarming og stemmeoppvarming, med et par unntak. Kan dårlig dagsform ha ført til at stemmen ikke følte så bra som vanlig og dermed gitt utslag

i en opplevd negativ eller manglende effekt av oppvarminga, selv om målingene viste en positiv endring etter oppvarming? Stemmen kan også føles annerledes på morgenen enn på kvelden, tidspunktet deltakerne vanligvis har korøvelse, noe som kanskje kan ha hatt betydning for selvevalueringen.

Også andre undersøkelser rapporterer liten sammenheng mellom opplevd effekt av oppvarming og akustiske målinger. Elliot (Elliot et al., 1995) diskuterer om mangelen på sammenheng mellom selvevalueringen og målt PTP skyldes at effekten av oppvarming handler om andre forhold, som sammenhengen mellom stemmekildens amplitude og subglottalt trykk, periodisitet i stemmebåndssvingningene (som vi her har sett ikke nødvendigvis har sammenheng med følelsen av effekt av oppvarming), og påvirkning på nervesystemet som kan føre til mer fininnstilt koordinasjon mellom subglottalt trykk og stemmens lukke- og lengdespenningsmuskulatur. Også i studiene til (McHenry et al.) og (Portillo et al.) rapporterte deltakerne forbedring i stemmekvalitet uten at de fant signifikante effekter på de aerodynamiske og akustiske parametrene, selv om tendensene var positive. Portillo nevner en artikkel fra Barr (2009) som stiller spørsmål om effekten av oppvarming for sangere virkelig er fysisk eller om det handler om psykologi, - altså har en placebo-effekt. De konkluderer med at sangerne uansett har en fordel, og iallfall at de er mentalt forberedt på oppgaven. (McArdle et al.) (2015) og (Arder) (1996) beskrev også dette som en effekt av oppvarming, både for sangere og i et idrettsperspektiv. Flere deltakere rapporterte at de etter oppvarming var «klar for nye oppgaver» med klarere hode og økt fokus. Det å få tanken bort fra andre ting, øke konsentrasjonen og få større fokus på oppgaven vil gi mer overskudd og kan dermed føles som en konkret effekt av oppvarming. Aerob trening setter i gang blodsirkulasjonen og gir økt oksygentilførsel til hjernen noe som kan bedre konsentrasjon og fokus. Økt fart på nerveimpulsene som et resultat av høyere kroppstemperatur kan også være et element som kan virke stimulerende. Opptakene ble gjort tidlig på morgenen og deltakerne hadde brukt kropp og stemme lite før de to baseline-opptakene. De fleste kom rett fra frokost, var enda litt morgentrøtte og hadde fortsatt "morgengruff" i halsen. Den fysiske oppvarminga hjalp dem å luften ut lungene (bevegelse i seg selv og kraftig pust). Dette poengterte også mange av dem i spørreskjemaet. Etter søvn tar det litt tid før kroppen våkner og stoffskifte og energinivå når våkent nivå. En fysisk oppvarming kan sette fart i disse prosessene, man oppnår raskere en følelse av våkenhet, og kroppen føles mer energirik.

Andre elementer som må tas i betraktning når vi ser på opplevd effekt av oppvarming er endrede forhold i resonansrøret og i artikulasjonsapparatet. Bedre resonans vil gi følelse av å bruke mindre energi og at tonen kommer lettere. Økt blodgjennomstrømming og mykere muskulatur kan gjøre at artikulasjonen føles mindre anstrengende. Dette har vi ikke undersøkt i denne oppgaven, men kan være et tema for videre forskning. En økning i luftstrømmen (som vi så også kan gi lavere HNR-verdier) kan gi en følelse av at stemmens «motor» har økt yteevne og at det blir lettere både å puste og fonere. Dette kan også ha en sammenheng med økt vitalkapasitet som kan være et resultat av bevegelsestrening av toraks som vi så i kapittel 2.1.1. Økt vitalkapasitet gir større avstand mellom maksimal innpust og maksimal utpust og øker kapasiteten til stemmegivning.

Alle deltakerne hadde to oppmøter med oppvarming og opptak. I analysene så vi at verdiene for baseline på det andre oppmøtet (*ingen 2*) gjennomsnittlig var bedre enn første gang, og noen av verdiene var helt på høyde med og bedre enn målingene etter oppvarming. Dette kan ha med deltakernes dagsform å gjøre, men kanskje deltakerne

også følte seg tryggere ved 2. gangs oppmøte? De visste hva de gikk til, hvilke vokale oppgaver som skulle utføres og de kjente testlederen litt. Stemme kan være veldig personlig og noen kan ha et kritisk forhold til sin egen stemme, kanskje særlig hvis de har en forventning om at den skal lyde på en bestemt måte. Trygge omgivelser er en forutsetning for å tørre å la pust og stemme flyte fritt, som også er en forutsetning for god stemmekvalitet. Bjerger-Sköld skriver i sin bok «På naturens vilkår» (Bjerger-Sköld, 2018) om skilpadde-syndromet og kroppens forsvarsmekanismer (fight, flight- and freeze respons) og de effektene stress kan ha på kroppen. Ved stress og uro trekker vi oss sammen mot solar plexus og dermed hindres bevegelsen i diafragma og pusten bindes. Hodet trekkes kanskje litt ned og musklene i skuldre, kjeve, tunge og mage strammes, og bekkenet fikseres. Alt dette hindrer den indre bevegeligheten og gir oss kontroll på pusten og følelsene, men hindrer en fri og fleksibel stemmefunksjon. Dette forhøyede spenningsnivået kan være svært subtilt og kan forveksles med for lavt spenningsnivå og passivitet. Begge deler vil kunne gi for dårlig vekslings mellom spenning og avspenning og for lite effektiv utveksling av oksygen og avfallsstoffer, som igjen fører til stiv og lite fleksibel muskulatur.

At fysisk aktivitet hjelper mot stress og stressrelaterte lidelser knyttet til både psyke og kropp er velkjent og en rekke studier underbygger dette. Ericson (Ericson et al.) referer Aronson (1990) som definerer alle funksjonelle stemmevansker som psykogene, og sammenhengen mellom fysisk aktivitet og psyke kan være en grunn til å legge inn aktivitet i behandlingen av denne type stemmevansker. Det kan være vanskelig å vite om en person trenger å få tilført energi eller frigjøre oppdemmet energi som hemmer fleksibel muskelbruk. Uforløste følelser binder pusten og fysiske spenninger kan være en viktig del en persons mentale forsvar. Det kan derfor være klokt som behandler og pedagog å nærme seg problemet med varsomhet.

5.1 Konklusjon

Denne oppgaven prøvde å finne svar på om fysisk aktivitet hadde noe å si for stemmekvaliteten. Det lyktes ikke å finne noen klare svar, med store variasjoner mellom deltakerne, der noen hadde positiv effekt av oppvarming, mens andre hadde negativ effekt. Stemmeoppvarming viste gjennomsnittlig størst effekt på stemmekvalitetsmålene jitter og HNR, mens shimmer forbedret seg mest etter kombinert oppvarming. Etter den fysiske oppvarminga viste resultatene en negativ effekt på jitter og HNR for Vn, og det ble diskutert om det kunne komme av at deltakerne var slitne etter oppvarminga. Tekstlesingen ble foretatt etter vokalene og deltakeren hadde da fått litt lenger tid til å få tilbake pusten, i tillegg til at de da hadde «prøvd stemmen» i ulike register, noe som kan ha ført til bedre stemmekvalitet med mindre støy (høyere HNR). De parametrene det ble funnet størst effekt på etter oppvarming var SD_{pitch} og $pitch$ og denne effekten var størst etter kombinert oppvarming. Økt f_0 ga også utslag i bedre verdier på perturbasjonsmålene og HNR. Disse endringene kan kanskje tilskrives forbedring både i puste-funksjonen, med sterkere og jevnere luftstrøm, og i selve stemmeleppene, med høyere spenning i vokalis-muskelen. Dette vil kunne gi tettere stemmebåndslukke med mindre støy og mer regelmessige stemmebåndssvingninger, og også en pitch-økning ved større spenninger i larynksmuskulaturen. Disse endringene kan øke faren for slitasje og feilspenninger som kan utløse både organiske og funksjonelle stemmevansker, men kan kanskje ha en positiv effekt hvis energinivå i utgangspunktet er svært lavt og luftstrømmen svak.

Begynnende vokal fatigue kan være en årsak til at noen av deltakerne fikk negativ effekt av oppvarmingene, med bl.a. lavere laryngeal motstand, senkede HNR-verdier og forhøyet f_0 som resultat.

De fleste deltakerne rapporterte positiv effekt av oppvarming og da størst etter kombinert oppvarming, men sammenligning mellom opplevd effekt og målt effekt viste ingen sammenheng. Dette samsvarer til flere andre undersøkelser, bl.a. Elliot (1995) og Portillo (Portillo et al.), og det ble diskutert om den opplevde effekten av oppvarming er større på andre områder enn det som ble målt på stemmebåndsnivå (jitter, shimmer og HNR). Det kan handle om resonans eller muskulære forhold i resonansrør og artikulasjons-apparat som et resultat av varmere og mer fleksible muskler og økt nevralt aktivitet. Også den mentale forberedelsen gjennom oppvarming ble diskutert som en mulig forklaring.

Persepsjonstesten viste en liten sammenheng mellom lytterne, men ikke med resultatene fra de akustiske målingene. Stemmekvalitetsmålene i denne oppgaven er bare en liten del av hva som definerer en god stemme og flere ting kan ha påvirket vurderingene, som større flyt i pusten eller økt pitch og SD_pitch.

5.2 Metoderefleksjon

Det ble funnet forskjeller mellom de ulike oppvarmingsbetingelsene som ikke var store nok til å gi signifikans. Et større utvalg kunne ha tydeliggjort effektene og slik gitt større reliabilitet i undersøkelsen. Det samme gjaldt persepsjonstesten, som bare ble et lite tillegg i denne oppgaven. Et større statistisk materiale kan gi sikrere resultater og synliggjøre eventuelle sammenhenger tydeligere.

Også større fokus på de fire ulike vokalene med større vokale utfordringer for deltakerne kunne vært med å gi mer sikre svar. Det hadde vært mulig og tatt ut resultatene fra deltakerne som ikke mestret denne oppgaven og analysert de resterende, men det hadde sprengt grensene for denne oppgavens omfang, så det står igjen for senere analyser.

Testleder kjente ikke deltakerne fra før og kan ha bommet på f_0 og lagt Vn litt for lavt eller høyt, noe som kan ha påvirket resultatene. Noen av deltakerne kan ha blitt presset for hardt både fysisk og stemmemessig slik at de ble for slitne før opptak. Det er vanskelig å tilpasse en oppvarming helt optimalt for alle uten å ha møtt personen før og det kan ta litt tid å bli kjent med en ny stemme og dens grenser.

Spørreskjemaet deltakerne fylte ut hadde eksempler på svar som kan ha virket førende for noen. Eksemplene var både positive og negative så det skulle være en balanse, men et mer åpent skjema, uten eksempler, kunne kanskje ha gitt noen andre perspektiver.

5.3 Perspektivering

Denne undersøkelsen ga ingen entydige svar på om fysisk oppvarming er bra for stemmekvaliteten. Det var tydelig at oppvarming hadde ulik effekt på de 21 deltakerne som deltok i studien. Den mest åpenbare årsaken til dette er selvsagt at alle er forskjellige. Det gjelder også elever og klienter vi møter i praksis. All undervisning og behandling må tilpasses den enkelte klienten eller eleven. For hard oppvarming kan virke negativt på enkelte og føre til økte spenninger. For andre kan fysisk oppvarmingen virke aktiviserende på en slapp og passiv muskulatur noe som kan være positivt for de med lavt energinivå og lite flyt i pust og som f.eks. snakker i et unaturlig lavt stemmeleie, går ned i knirk eller har lite variasjon i intonasjonen. En annen effekt kan være at noen får

utløp for oppdemmet energi og oppnår større avspenning eller bedre balanse mellom spenning og avspenning. Det kan være verdt å legge merke til stigning i pitch og SD-pitch som viste seg i resultatene i denne undersøkelsen. Hvis noen allerede har mye spenninger og for høy pitch kan kanskje en fysisk oppvarming før stemmebruk gjøre ting vondt verre. Da kan oppfordring til regelmessig og mer tilpasset trening for å oppnå avspenning være en bedre innfallsvinkel. Økt evne til avspenning er en grunn til å legge inn trening i livet, men kanskje ikke nødvendigvis rett før stemmebruk, og en god pause mellom anstrengende aktivitet og stemmebruk kan synes som en god ide.

Oppvarming kan gi vokal fatigue, noe som kan være verdt å være oppmerksom på for stemmepedagoger og kordirigenter, i det daglige arbeidet med elevene eller koret, og kanskje spesielt før konserter. En hensiktsmessig oppvarming er viktig for å forberede muskulaturen og hodet på oppgaven, men for langvarig øving og for kort pause før konsert kan gi negativ effekt for noen. Spesielt i kor med mange forskjellige mennesker og stemmer bør dette tas hensyn til.

5.4 Forslag til videre forskning

Det pågår masse forskning på stemme rundt omkring og i arbeidet med denne oppgaven har øynene blitt åpnet for denne spennende verdenen og ført til nye spørsmål om stemme. Det hadde f.eks. vært interessant med en longitudinell undersøkelse på effekt av kombinert oppvarming og stemmekvalitet. Kan målrettet fysisk trening over tid skape en endring i pust og spenningsmønster, og dermed i stemmefunksjon? Man kunne sett på effekt ved ulike typer stemmevansker og med flere deltakere slik at resultatene hadde større mulighet for generalisering.

Persepsjonseksperimentet fikk liten plass i denne undersøkelsen. En større og grundigere studie med flere lyttere og talere kunne vært nyttig for å finne sammenhenger mellom akustisk analyse og perseptuell analyse. Ikke alle logopeder har så mange stemmeklienter at de greier å opparbeide seg nok erfaring på området, og bruk av akustisk analyse i praksis kunne vært en støtte både i stemmeundersøkelse og underveis i behandlingsforløpet ved f.eks. å synliggjøre endring. Dette forutsetter at man analyserer de riktige parametrene og at man kan lese resultatene, og kanskje kunne flere persepsjonseksperimenter vært til hjelp i validering av akustisk analyse som et redskap i logopedien. Denne undersøkelsen hadde bare én logoped og 4 sangpedagoger. En grundigere studie, med f.eks. en full SVEA-analyse, og med et stort utvalg av både logopeder og stemmepedagoger kunne vært nyttig for å finne eventuelle forskjeller og likheter mellom yrkesgruppene og også innad i gruppene. Resultatene fra en slik studie kunne vært brukt i de respektive utdanningene for å gi studentene en dypere forståelse for stemmen og hvorfor bred kunnskap er viktig i arbeidet med den, både for å gi utøvere best mulig grunnlag for å vare lenger og unngå skader, og i arbeidet med rehabilitering når belastningen har vært for stor eller ulykken har vært ute. En slik studie kunne også utviklet og synliggjort et felles begrepsapparat for de to yrkesgruppene.

Referanser

- Amir, O., Amir, N. & Michaeli, O. (2005). Evaluating the influence of warmup on singing voice quality using acoustic measures. *Journal of Voice*, 19(2), 252-260.
- Andersen, E., Elvestad, J. & Sivertsen, A. (1986). *Trening - helse - trivsel : kjernestoff i kroppsøving for videregående skole : trinn 1 og 2* (2. utg. Bokmål[utg.]. utg.). Universitetsforlaget.
- Arder, N.-K. (1996). *Sangeleven i fokus*. Ad notam Gyldendal.
- ASHA, A. S.-L.-H. A. (2009). Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V).
<https://doi.org/https://www.asha.org/siteassets/uploadedfiles/ASHA/SIG/03/CAP E-V-Procedures-and-Form.pdf>
- ATHS. (2008). Skema til utredning av dysfoni. I. CSU.
- Bishop, D. (2003). Warm up II. *Sports medicine*, 33(7), 483-498.
- Bjerge-Sköld, R. (2018). *På naturens vilkår : en bro fra det anatomisk korrekte til det kunstnerisk frie*. Cappelen Damm akademisk.
- Blaylock, T. R. (1999). Effects of systematized vocal warm-up on voices with disorders of various etiologies. *Journal of Voice*, 13(1), 43-50.
- Boersma, P. W., David. (2018). *Praat: doing phonetics by computer*. (Versjon 6.0.37) <http://fon.hum.uva.nl/>. Hentet 8.2.2018 fra <http://www.praat.org/>
- Bunkan, B. H. & Heir, J. A. (1996). *Kropp, respirasjon og kroppsbygge : ressursorientert kroppsundersøkelse og behandling* (3. utg. utg.). Universitetsforl.
- Colton, R. H., Jette, M. E., Casper, J. K., Leonard, R., Thibeault, S., Kelley, R. & Yanagisawa, E. (2011). *Understanding voice problems : a physiological perspective for diagnosis and treatment* (4th ed. utg.). Wolters Kluwer.
- Definitions.net. (2021). *capillarization*. (n.d.). Hentet 28.04.2021 fra <https://www.definitions.net/definition/capillarization>
- Definitions.net. (2021). *ergogenic*. (n.d.). Hentet Retrieved April 28, 2021 fra <https://www.definitions.net/definition/ergogenic>
- Elliot, N., Sundberg, J. & Gramming, P. (1995). What happens during vocal warm-up? *Journal of Voice*, 9(1), 37-44.
- Ericson, P., Aarflot, E. C., Løvbakk, J., Bøyesen, B., Tveterås, G. & Devold, J. (2012). *Logopedisk stemmetrening : praktiske øvelser*. Bredtvet kompetansesenter.
- Finkelhor, B. K., Titze, I. R. & Durham, P. L. (1988). The effect of viscosity changes in the vocal folds on the range of oscillation. *Journal of Voice*, 1(4), 320-325.
[https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(88\)80005-5](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(88)80005-5)
- Granqvist, S. (2020). *Sopran*. <http://tolvan.com/index.php?page=/sopran/sopran.php>
- Hansen, P. E. (1993). *Sangstemmen : 1 : Vokalmetodikk* (Bd. 1). Agder musikkonservatorium.

- Hartelius, L., Nettelblatt, U. & Hammarberg, B. (2008). *Logopedi*. Studentlitteratur.
- Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. Springer-Verlag.
- IBM. (2017). *SPSS Statistics for Windows* (Versjon Version 25.0) IBM Corp.
- Kleven, T. A., Tveit, K. & Hjordemaal, F. (2011). *Innføring i pedagogisk forskningsmetode : en hjelp til kritisk tolking og vurdering*. Fagbokforlaget.
- Lohmann, P. (1966, ny utgave). *Stimmfehler Stimmbereitung : Erkennen und Behandlung der Sängerfehler in Frage und Antwort* ([Ny utg.]. utg.). B. Schott's Söhne.
- Lund. (2018). *Lærd statistics*. Lund Research Ltd. Hentet 23.04.2021 fra <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/friedman-test-using-spss-statistics.php>
- Lundy, D. S., Roy, S., Casiano, R. R., Xue, J. W. & Evans, J. (2000). Acoustic analysis of the singing and speaking voice in singing students. *Journal of Voice*, 14(4), 490-493.
- McArdle, W. D., Katch, V. L. & Katch, F. I. (2015). *Exercise physiology : nutrition, energy, and human performance* (8th intl. ed. utg.). Lippincott Williams & Wilkins Wolters Kluwer Health.
- McHenry, M. & Evans, J. (2016). Aerobic Exercise as a Warm-Up for Singing: Aerodynamic Changes. *J Voice*, 30(6), 693-697. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.08.011>
- McHenry, M., Johnson, J. & Foshea, B. (2009). The effect of specific versus combined warm-up strategies on the voice. *Journal of Voice*, 23(5), 572-576.
- Milbrath, R. L. & Solomon, N. P. (2003). Do vocal warm-up exercises alleviate vocal fatigue? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*.
- NESH. (2016). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*. De nasjonale forskningsetiske komitéer.
- Portillo, M. P., Rojas, S., Guzman, M. & Quezada, C. (2018). Comparison of Effects Produced by Physiological Versus Traditional Vocal Warm-up in Contemporary Commercial Music Singers. *J Voice*, 32(2), 200-208. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.03.022>
- Rowntree, D. (1981). *Statistics without tears : a primer for non-mathematicians*. Penguin.
- Rumsey, D. (2009). *Statistics II for dummies*. Wiley.
- Rørbech, L. (1994). *Stemmebrugslære* (4. udg. utg.). C.A. Reitzel.
- Speechtools. (2018). *Voice analyst: Pitch and volume*. <https://apps.apple.com/us/app/voice-analyst-pitch-volume/id732245213>
- Sundberg, J. (2001). *Röstlära : fakta om rösten i tal och sång* (3. utv. uppl. utg.). Proprius.
- Van Lierde, K. M., D'haeseleer, E., Baudonck, N., Claeys, S., De Bodt, M. & Behlau, M. (2011). The impact of vocal warm-up exercises on the objective vocal quality in

female students training to be speech language pathologists. *Journal of Voice*, 25(3), e115-e121.

Vedlegg

Vedlegg 1: Informasjonsskriv med samtykke-erklæring

Vedlegg 2: Spørreskjema

Vedlegg 3: Oppvarmingsprogram

Vedlegg 4: Instruksjon til deltakerne.

Vedlegg 5. Vinden og sola

Vedlegg 6: Svar fra NSD

Vedlegg 7: SVEA

Vil du delta i forskningsprosjektet

Fysisk oppvarming og stemmekvalitet - en effektstudie

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å finne ut om fysisk oppvarming har noe å si for stemmekvaliteten. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Som student ved logopedstudiet ved NTNU holder jeg nå på med masteroppgaven og i den ønsker jeg å gjennomføre en studie av fysisk oppvarming og effekt på stemmekvalitet. Jeg håper å finne ut om den fysiske delen av oppvarmingen vi gjør i forbindelse med f.eks. stemmeoppvarming eller logoped-behandling har noen direkte effekt på stemmekvaliteten. Eventuelle funn kan brukes både med tanke på forebygging av stemmeskader og i behandling av stemmevansker. De fleste sangere, skuespillere, logopeder, kordirigenter og stemmepedagoger bruker en del tid på den fysiske delen av oppvarminga, men det er lite forskning på om og eventuelt hvorfor det har noen virkning. Studien er et forsøk på å komme et lite skritt videre i arbeidet med å finne evidens for vår praksis som logopeder og stemmepedagoger.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Institutt for språk og litteratur v/NTNU er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Jeg ønsker deltakere som er vant med stemmeoppvarming og fysisk oppvarming og valget faller da på amatørsangere i ulike kor i Trondheim. Jeg trenger 20 menn og kvinner i ulike aldre som er normalt friske og i «normal» fysisk form. Det betyr at du ikke har astma eller allergi, eller andre helsemessige utfordringer som kan ha betydning for stemmen, ikke er "supermosjonist" og ikke røyker. Det vil bli gjennomført smitteverntiltak ved opptak, men er du i risikogruppe for covid-19 kan du dessverre ikke delta.

Hva innebærer det for deg å delta?

Jeg håper du har lyst til å delta i studien. Det vil bli 2 oppmøter i et lydstudio der jeg skal gjøre opptak av noen utholdte vokaler i tillegg til at du skal lese en kort tekst. Opptakene må skje tidlig på dagen før du har rukket å gjøre så mye annet og vil først og fremst skje i forbindelse med helg, med mindre du kan og vil en ukedag. Jeg tar opp 4 ulike «scenarioer»: uten oppvarming, kun fysisk oppvarming, kun stemmeoppvarming og kombinert oppvarming kropp/stemme. Hver opptaksituasjon vil ta om lag 40 minutter og vi gjør opptak av «uten oppvarming» og «stemmeoppvarming» på samme oppmøte, og «kun fysisk» og "kombinert oppvarming" på samme. Etter hvert opptak ønsker jeg at dere fyller ut et kort spørreskjema som primært omhandler opplevelsen av stemmen etter hver oppvarming. Dette tar ca. 5 minutter. Opptakene vil bli analysert i et akustisk analyseprogram og resultatene blir sammenlignet og analysert for å finne eventuelle effekter av de ulike oppvarmingsprogrammene. Svarene fra spørreskjemaene vil kunne sammenlignes med de akustiske funnene jeg eventuelt finner. Det vil også gjøres en blindet perseptuell vurdering av stemmekvaliteten der ca. 5 kollegaer vurderer lydopptakene.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det

vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

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

- Kun student og veileder har tilgang på dataene som samles inn. Det vil bli utført en blindtest av opptakene der omtrent 5 stemmepedagoger gjør en perseptuell vurdering av stemmekvaliteten.
- Navnet og kontaktopplysningene dine vil jeg erstatte med en kode som lagres på egen navneliste adskilt fra opptakene og spørreskjemaene. Lydmaterialet lagres på ekstern harddisc som låses inn og spørreskjemaene låses inn.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Alle personopplysninger slettes etter prosjektets slutt og lydfiler vil være tilgjengelig kun for meg til eventuell senere forskning. Resultatene vil gjøres tilgjengelig for alle deltakere når masteroppgaven er ferdig. Dette skal etter planen være i løpet av mai 2021.

Dine rettigheter

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

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

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Mona Skjeldal: mona.skjeldal@ntnu.no, tlf. 917 23 347 (student)
- Jacques Koreman: jacques.koreman@ntnu.no, tlf. 918 97 722 (veileder)
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen, thomas.helgesen@ntnu.no, 930 79 038

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Mona Skjeldal, student

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet **Fysisk oppvarming og stemmekvalitet** og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i lydopptak av stemmen.
- å delta i spørreskjema.
- Jeg har ingen helsemessige utfordringer som skal ha noen betydning for stemmen og er heller ikke i risikogruppe for covid-19.
- Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles og brukes i anonymisert form.

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Spørreskjema – Fysisk oppvarming og stemmekvalitet

Del 1. Bakgrunnsopplysninger

1. Kjønn:
2. Alder:
3. Har du gjort noe spesielt i dag som kan ha hatt innvirkning på stemmen? (forsov deg, løpt etter bussen, stresset for å rekke fram i tide, sovet dårlig, annet)

4. Har du hatt problemer med stemmen? Når og hvordan? Har du opplevd utfordringer med stemmen pga. stress?

Del 2. Egne tanker om oppvarminga og stemmen

1. Beskriv kort hvordan du opplevde oppvarminga:

2. Hvordan føltes stemmen etter oppvarminga?

3. Hvordan kjennes kroppen ut etter oppvarminga? (sliten, oppfrisket, energisk, stresset, slapp, avslappet, utslitt osv.)

Oppvarmingsprogram

FYSISK OPPVARMING: Ca. 10 minutter.

1. Gå på stedet, tramp hard i gulvet. Øk gradvis tempoet til så raskt du greier.
2. Slå hardt på hele kroppen: begynn nederst på høyre ben og oppover, ta venstre ben, mage, rygg så langt du rekker, armer over og under, nakke og end med å slå fingertuppene over hele hodebunnen. Skal være så hardt og raskt du greier.
3. Diagonaløvelse: hopp med albue mot motsatt ben vekselvis.
4. Spark bak.
5. Høye kneløft og med armer (gå på ski).
6. Strekk deg så lang du er, «plukk epler», tøy sidene.
7. Strekk mot taket og slipp deg framover med legg bøy i knærne. Heng med avspent nakke og skuldre. Sving fra side til side. Rull rolig opp virvel for virvel.
8. Sving avspente armer fra side til side. Hofta styrer bevegelsen. Kjenn at du slipper i skuldrene.

STEMMEOPPVARMING:

Pust: Ca. 3 minutter.

9. Legg en hånd på magen og en på mellomgulvet. Pust ut til du er helt tom for luft og slipp lufta inn igjen. Gjenta 4 ganger.

Stemme: forslag til tonehøyde, men tilpasses deltakeren. Ca. 10 minutter.

1. «mmm», glissandoøvelser, mellomregister, behagelig leie. Tygg som om du har noe deilig i munnen.
2. «mom-mom». 5-4-3-2-1-2-3-4-5-4-3-2-1, fra a1, flytt nedover.
3. «Jodleøvelsen»: «Jaaa»: 1-5-3-5-1-5-3-5-1. Fra a, flytt oppover til ca. a1.
4. «Jodleøvelsen», snudd: «Ooo»: 5-3-5-1-5-3-5-1-5-3-5-1. Fra a1. Flytt oppover.
5. Strekkøvelser:
 - Señora: 1-565656565-3-1. Fra c1, flytt oppover.
 - Staccato-øvelse: Jo-ho...: 1-3-5_8-5-3-1. Fra lille Bb, flytt oppover.
 - Legato-øvelse: Jooo: 1-5-3-8-5-3-1. Fra lille Bb, flytt oppover.
6. Komme ned/ avspenning:
 - «Deep down»: 8-5-3-1. Fra e2, flytt nedover så lav du kommer.

- «Vi-vi-vi»: 5-4-3-2-1-2-3-4-5-4-3-2-1. Fokuser på vvv med god vibrasjon i leppene (tegn på luftstrøm). Gir god avspenning i larynx.
- Avslutt med glisandoøvelser på en åpen «a», behagelig leie.

Instruksjon

Før du kommer:

- unngå å snakke mye. Ikke syng.
- unngå fysisk aktivitet/bli varm eller andpusten. (Ta gjerne bil til opptakssted hvis du har mulighet)
- spis normal frokost hvis du pleier det.
- Ta med vannflaske.

Vinden og sola

Vinden og sola trettet om hvem av dem som var den sterkeste. Da fikk de se en mann som gikk nede på veien, og de ble enige om at den som kunne få ham til å ta av seg kappen; han var den sterkeste.

Tilslagsbrev fra NSD 31.08.2020 08:30

Det innsendte meldeskjemaet med referansekode 709456 er nå vurdert av NSD.

Følgende vurdering er gitt:

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet 31.08.2020 med vedlegg, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilken type endringer det er nødvendig å melde: nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/meld_endringer.html Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET Prosjektet vil behandle særlige kategorier av personopplysninger om helse og alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 01.06.2021.

LOVLIG GRUNNLAG Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 nr. 11 og art. 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse, som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

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

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

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

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

NSD vurderer at informasjonen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13. Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32). For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og eventuelt rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet. Lykke til med prosjektet! Tlf.

Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

Skjema for perseptuell analyse av stemmekvalitet

(Stockholm Voice Evaluation- SVEA)

Stemme-kvalitet	Fravær av	Høy grad av
Afoni	_____	
Lekkasje	_____	
presset (hyperfunksjonell)	_____	
slapp (hypofunksjonell)	_____	
Knirk	_____	
Harde ansatser	_____	
Støy/skurr	_____	
Ustabil stemmeleie	_____	
Diplofon	_____	
Klangfattig	_____	
Monoton	_____	
Register	Full ____ Rand ____	Annet _____
Stemmeleie	Dypt ____ Normalt ____	Lyst ____
Stemmestyrke	Svak ____ Normal ____	Sterk ____
Annet	_____	

