

Onderzoek naar de sprekersformant bij 150 Vlaamse spreekstemmen

N. De Belie¹, S. Carnewal¹, B. Timmermans²

¹ *Universiteit Gent*

² *Erasmus Hogeschool Brussel, Universiteit Antwerpen*

Leino (1994), Nawka (1997) en Bele (2002) hebben baanbrekend werk verricht op het domein van de sprekersformant. Een stem bezit dergelijke formant indien het verschil in dBSPL tussen de hoogste spectrale piek en de meest prominente piek in de regio 3-4 kHz (mannen) of 4-5 kHz (vrouwen) een waarde heeft tussen 15 en 30 dB. Good voice quality zou getypeerd worden door de aanwezigheid van deze formant.

In huidig onderzoek werd nagegaan of de sprekersformant zoals beschreven door Leino (1994) terug te vinden is bij Vlaamse spreekstemmen en welke variabelen van invloed zijn op de vorming van deze piek en meer algemeen op het al dan niet radiofonisch beoordeeld worden. In bijna één derde van de 150 samples werd dergelijke piek teruggevonden. Uit de vergelijking van de uitgevoerde LTAS-analyses met het luisteroordeel blijkt echter dat deze formant bij Vlaamse mannen- en vrouwenstemmen niet correleert met wat beoordelaars radiofonisch noemen in dit onderzoek. Andere variabelen, zoals fundamentele frequentie, geslacht en leeftijd dragen wel bij tot het al dan niet radiofonisch beoordeeld worden.

Key Words: sprekersformant, acteursformant, radiofonische stemkwaliteit, luisteroordeel, LTAS

Inleiding

Van Vociferatio tot Evidence Based Voice Therapy: niet alleen in de professionele wereld van de stem, ook in het dagelijkse leven neemt het optimaliseren van de stemkwaliteit reeds eeuwen een voorname plaats in. Een goede lichaamshouding, een adequate lage ademhaling, een volle resonantie, een zuivere stemgeving en een voorwaartse articulatie vormen de basiscomponenten tot het bereiken van dit doel. Maar wat is een aangename stem? Tot nu toe hanteerde men steeds een perceptuele beoor-

deling. Is deze echter altijd even adequaat? De vraag stelt zich wat men als objectief streefdoel mag vooropstellen. Naast het hanteren van normen voor deelaspecten van de stemkwaliteit (zoals jitter en shimmer), zochten verscheidene onderzoekers naar een meer algemene maat voor het beoordelen van stemkwaliteit. Zich baserend op spraakstalen van acteurs en professionele stemgebruikers werd de sprekersformant beschreven. Personen met deze formant in het spectrum zouden als aangenaam klinkend beoordeeld worden. Bij de professionele zangstem wordt een verwante formant teruggevonden die, in tegenstelling tot eerder vernoemd recent bestudeerd fenomeen, reeds een dertigtal jaar uitgebreid werd en wordt besproken. De belangrijkste publicaties rond de zangersformant staan op naam van Bartholomew (1934), Winckel (1953; 1953; 1954; 1956) en Sundberg (1977; 1987; 1999; 2001; 2002; 2003).

De sprekersformant

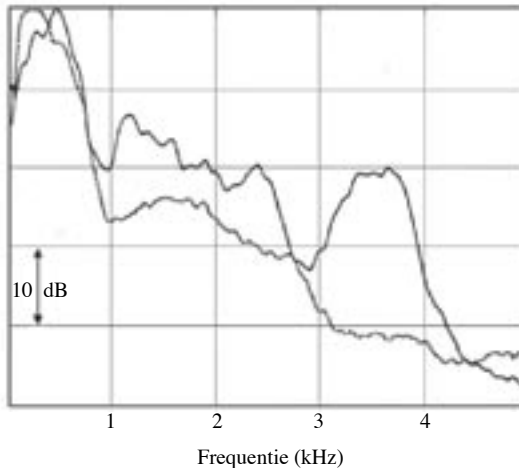
In de literatuur vindt men twee pioniers terug die het fenomeen van de sprekersformant onafhankelijk van elkaar bestuderen: Leino (1994) en Nawka et al. (1997). Beiden hebben een operationele definitie geponeerd. Deze definities bevatten dezelfde kern, maar aangezien de onderzoeksmethode en de beschrijving van de sprekersformant bij beide onderzoekers verschillen, worden ze hier apart besproken. Daarnaast worden ook de oorsprong en de trainbaarheid van dit fenomeen kort belicht.

Sprekersformant volgens Leino: ‘acteursformant’

Aanvankelijk beoogde Leino (1994) de spectrale karakteristieken van een goede professionele spreekstem te onderzoeken. Deze aspecten kunnen immers nuttige informatie bieden om de doelen van stemtraining te bepalen en de resultaten ervan te evalueren. Leino verrichtte onderzoek bij 48 mannelijke professionele acteurs. Alle proefpersonen lazen eenzelfde prozafragment dat naderhand onderzocht werd aan de hand van LTAS-analyses (Long Term Average Spectra). De bekomen spectra werden vergeleken op basis van de spectrale helling. Daarvoor werden ze bestudeerd op een relatieve schaal waarbij de sterkste amplitudepiek de waarde nul kreeg. Bovendien kende de frequentie-as een lineaire verdeling van 1 tot 5 kHz, boven 5 kHz werden immers geen significante verschillen gevonden.

De analyse van de spectra bracht uiteindelijk twee belangrijke karakteristieken aan het licht die bepalend zijn voor de stemkwaliteit. Enerzijds geeft de spectrale helling een idee van de stemkwaliteit: bij slechte stemmen is deze veel steiler dan bij goede stemmen. Een geleidelijk dalende spectrale helling wijst immers op relatief sterke boventonen. Uit onderzoek van Laukkanen et al. (2004) blijkt dat om over deze harmonischen te kunnen beschikken, een vrij snelle en volledige sluiting van de glottis noodzakelijk is. Anderzijds kan een goede stem onderscheiden worden aan de hand van een prominente piek op de spectrale helling rond 3500 Hz. Leino noemt deze piek de acteursformant omdat hij deze in de eerste plaats wilde gebruiken om professionele stemmen, met name van acteurs, te karakteriseren. Deze piek komt echter voor bij alle stemkwaliteiten, maar de intensiteit ervan kan verschillen.

Bij een goede stem bedraagt het amplitudeverschil tussen de sterkste piek op het spectrum en de 3500 Hz-piek gemiddeld 15 à 25 dB. Bij slechte stemmen is dit verschil 30 dB of meer. Bovendien zullen, naarmate deze piek sterker wordt, de omringende spectrale valleien dieper worden. Bij goede stemmen kan het verschil tussen de piek en de vallei soms meer dan 10 dB bedragen (figuur 1).



Figuur 1. Individuele LTAS van een zeer goede stem (volle lijn) en een zeer slechte stem (stippellijn).
 Figuur ontleend aan Leino (1994).

Verder blijkt uit correlatieonderzoek tussen het aantal punten die professionelen gaven aan de verschillende spraakstalen en het amplitudeverschil tussen de sterkste spectrale piek en de 3500 Hz-piek dat deze acteursformant wel degelijk belangrijk, maar geen absolute vereiste is voor een goede stemkwaliteit. Enkele stemmen die als goed geëvalueerd werden, vertoonden slechts een zwakke 3500 Hz-piek. Terwijl spraakstalen met een te uitgesproken piek (waarbij het verschil tussen de sterkste en de 3500 Hz-piek kleiner was dan 15 dB) niet langer geassocieerd werden met een goede stem, maar meestal een slechte kwaliteitsbeoordeling kregen.

Aansluitend bij Leino's acteursformant (1994) wordt tevens de doctoraatsstudie van Bele (2002) omtrent spectrale karakteristieken van professionele spreekstemmen vermeld. Deze studie spitte zich toe op de stemkwaliteit bij twee groepen professionele spreekstemmen: mannelijke leerkrachten en acteurs. De stemkwaliteit werd zowel vanuit perceptueel als akoestisch standpunt beschreven en dit bij drie verschillende intensiteitsniveaus. Bele vond een 3500 Hz-piek vergelijkbaar met de acteursformant van Leino (1994). De spectrale valleien rond deze piek bleken echter minder uitgesproken te zijn. In tegenstelling tot Leino (die sprak over good voice quality) hanteerde Bele een welomschreven perceptueel correlaat voor deze formant: sonority en ringing voice. Beide termen verwijzen naar een heldere, als metaal klinkende stem en correleren met een adequate stemband adductie.

Uit haar studie blijkt dat er geen strikte relatie is tussen de sprekersformant en een goede stemkwaliteit. Een aantal minder goede stemmen vertoonden namelijk eveneens dergelijke 3500 Hz-piek. Deze stemmen werden gekenmerkt door harshness en vocal fry, wat volgens Bele de spectrale helling in de 3-4 kHz regio zou beïnvloed hebben.

In recent onderzoek tonen Laukkanen et al. (2004) aan dat de acteursformant bij vrouwen typisch gelokaliseerd wordt in de hogere frequenties, namelijk tussen 4 en 5 kHz.

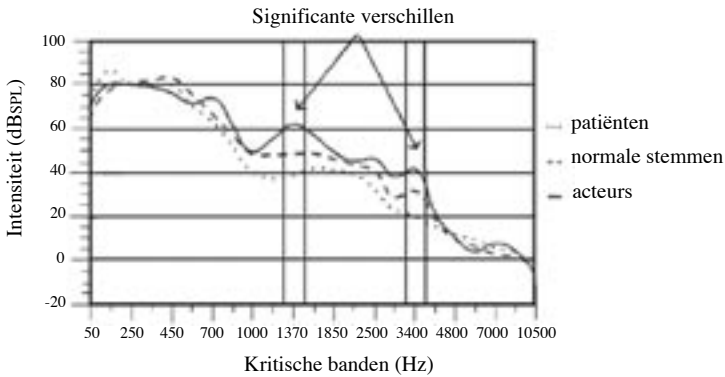
Sprekersformant volgens Nawka

Nawka et al. (1997) trachtten te achterhalen wat de spectrale verschillen zijn tussen licht hese, normale en professionele mannenstemmen. Hierbij gingen ze tevens op zoek naar de sprekersformant en meer bepaald het spectrale bereik en de intensiteit ervan. Voor het onderzoek maakten ze gebruik van vijf acteurs, vijf gezonde mannen en vijf patiënten met heesheid die allen dezelfde zin lazen. Hieruit werden zeven vocalen geanalyseerd aan de hand van Fast Fourier Transformation (FFT). Alle proefpersonen lazen de zin op een normaal luidheidsniveau (60 dB_{SPL}). De acteurs deden dit ook op een luider niveau (80 dB_{SPL}) en al roepend (100 dB_{SPL}).

De spraakstalen werden, net zoals bij Leino, voorgesteld op een spectrum, maar het betreft hier geen LTAS. Het verschil schuilt in de frequentieverdeling. Bij Leino (1994) kent deze een lineaire opbouw (1, 2, 3 en 4 kHz), bij Nawka is deze echter gebaseerd op de fysiologie en anatomie van de membrana basilaris van de cochlea. De frequentie-as is ingedeeld in kritische banden die de interne band-passfilters van ons auditief systeem voorstellen. Elke band kan men vergelijken met een stukje van de membrana basilaris. Ter hoogte van dat stukje situeert men de herkenning van een bepaalde frequentie door het gehoororgaan. Op deze manier bekomt men tussen 20 en 15500 Hz (hogere frequenties laat men buiten beschouwing omdat deze grenzen aan de limiet van het menselijk auditief bereik) 24 kritische banden. Dergelijke voorstelling noemt men de Bark frequentieschaal, waarbij één kritische band overeenstemt met één Bark. Deze frequentieverdeling zou de elongaties langs de membrana basilaris bij complexe geluiden (zoals vocalen) beter weergeven dan lineaire of logaritmische frequentieschalen.

Spectrale karakteristieken van verschillende stemkwaliteiten

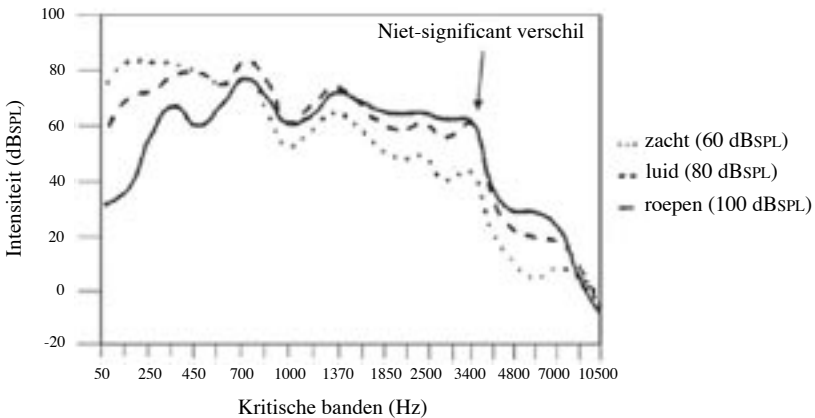
Men vindt de sprekersformant terug in de regio van 3400 Hz (de centrale frequentie tussen de 16° en 17° Bark) onder de vorm van een piek in spectrale intensiteit. Deze sprekersformant komt voor bij de acteurs (meest uitgesproken piek) en bij de normale mannelijke sprekers. De pathologische stemmen hebben geen piek in deze regio van het spectrum (figuur 2). Wat betreft de spectrale helling geldt ook hier dat een slechte stemkwaliteit (een pathologische stem) zich vertaalt in een steile helling.



Figuur 2. Gemiddelde spectra van de vocalen voor de drie sprekersgroepen. Figuur ontleend aan Nawka (1997).

Spectrale karakteristieken van verschillende stemintensiteiten (groep acteurs)

De sprekersformant bij mannelijke acteurs is gesitueerd in de kritische band tussen 16 en 17 Barks, met als grenzen 3150, 3700 Hz en 3400 Hz als centrale frequentie. De intensiteit van de sprekersformant neemt toe naarmate de intensiteit van de stem toeneemt, maar deze relatie geldt niet meer bij het roepen. Zoals te zien is op figuur 3, is er in de regio tussen 3400 en 4000 Hz geen significant verschil tussen luid spreken en roepen. De sprekersformant is bij het roepen niet zo prominent als bij de overige stemintensiteiten, hij vervaagt in de verhoogde energieniveaus van de aangrenzende frequentiebanden. Roepen heeft bijgevolg weinig invloed op de sterkte van de sprekersformant. Dit effect is tevens terug te vinden in de studie van Bele (2002).



Figuur 3. Spectra van de acteurs bij de verschillende intensiteiten. Figuur ontleend aan Nawka (1997).

Ook andere onderzoekers wijzen op het effect van veranderingen in het luidheidniveau. Laukkanen et al. (2004) halen de sterke correlatie tussen het luidheidniveau en de spectrale helling aan. Deze spectrale helling is sterk afhankelijk van de sluitingsnelheid van de glottis. Een snellere sluitingssnelheid staat in voor een meer adequate sluiting en toegenomen mobiliteit van de stemplooien. Een toegenomen luidheidniveau leidt tot een minder steile spectrale helling omdat de hogere boventonen meer winnen in intensiteit dan de lagere harmonischen. Het verband tussen het luidheidniveau en de spectrale helling is echter niet lineair. Bovendien wijst Laukkanen op het gevaar van een hypo- of hyperfunctionele stemkwaliteit, respectievelijk ten gevolge van een (sterk) af- of toegenomen luidheidniveau.

Oorsprong van de sprekersformant

Zowel Leino (1994) als Nawka (1997) halen collega Nolan (1983) aan bij de verklaring van de sprekersformant.

Nolan poneert dat LTAS eerder gevoelig zijn voor aspecten van de stem(geving) dan voor articulatoire elementen. Bijgevolg is het laryngale brongeluid verantwoordelijk voor de sprekersformant. De spectrale helling zou in verband staan met de sluitingsnelheid van de glottis, zodat een toename hiervan een minder steile helling zou veroorzaken.

Anderzijds kan de sprekersformant niet louter het gevolg zijn van een zachte spectrale helling. De uitgesproken valleien rond de piek suggereren dat deze gevormd wordt door een formant. Het staat echter (nog) niet met zekerheid vast welke formant(en) hierbij betrokken zijn. Leino (1994) en Nawka (1997) zien twee mogelijkheden. Ofwel ontstaat de piek mede onder invloed van de vierde formant (dit komt bij Nawka overeen met Bark 16 – 17). De stabiliteit en de smalle bandbreedte van de vierde formant zouden verantwoordelijk zijn voor de sterke amplitude van de 3500 Hz-piek. Ofwel ligt een combinatie van formanten, vermoedelijk F4 en F5, mede aan de basis van de sprekersformant.

Ook Bele (2002; 2005) haalt de vierde formant aan bij de verklaring van de 3500 Hz-piek. Zij stelt dat de sprekersformant zijn oorsprong vindt in een clustering van de derde en vierde formant. Daarnaast zouden ook voldoende sterke boventonen van groot belang zijn. Om deze te bekomen, is een voldoende snelle sluiting van de glottis noodzakelijk.

Er bestaat duidelijk nog geen consensus wat betreft de oorsprong van de sprekersformant. Dat de vierde formant, een formant die gevoelig is voor resonantieverschillen, hierbij een cruciale rol speelt, is echter wel duidelijk. We kunnen bijgevolg stellen dat resonantie-effecten ter hoogte van het stemapparaat bijdragen aan de vorming van de sprekersformant. De ware oorsprong van de deze formant dient echter nog nader bestudeerd te worden.

Training

Stemtraining verwijst naar verschillende oefeningen (meestal met betrekking tot de spieren) om een aangename kwaliteit te bereiken. Met een zo minimaal mogelijke

spierspanning tracht men het maximum aan akoestische kwaliteit en energie te behalen. Om tot dit resultaat te komen, hanteert men traditionele (imitatie, auditieve en tactiele feedback) en minder traditionele (visuele feedback) technieken (Laukkanen et al., 2004). De vraag stelt zich of de sprekersformant inderdaad te trainen is en welke werkwijze men hierbij best hanteert.

Leino en Kärkkäinen (1995) onderzochten de effecten van stemtraining op de kwaliteit van de spreekstem door zeven acteurs in opleiding gedurende acht maanden een extra cursus stemtraining te laten volgen. Deze training bestond uit resonantieoefeningen en het optimaliseren van de stemprojectie. Het doel van deze stemtraining was het versterken van de boventonen, met speciale aandacht voor het frequentiegebied rond 3500 Hz. Als hulp maakte men bovendien gebruik van directe visuele feedback. Men onderzocht spraakstalen opgenomen voor deze stemtraining en twee maal erna (onmiddellijk na de periode en twee jaar later opnieuw). Uit de resultaten bleek dat na de stemtraining enerzijds de spectrale helling minder steil en anderzijds de piek rond 3500 Hz prominenter was. Twee jaar later waren beide aspecten nog aanwezig, zij het in mindere mate. Ook bij de subjectieve evaluatie van de spraakstalen na stemtraining was er een positieve evolutie (ze werden geëvalueerd als beter klinkend).

Tevens Laukkanen et al. (2004) verrichtten specifiek onderzoek naar het effect van stemtraining. Twaalf acteurs (zes mannen en zes vrouwen) kregen gedurende twee maanden stemtraining. De ene helft werd getraind op een traditionele wijze, de andere helft werkte tevens met directe visuele feedback. Ook hier stelde men als doel een welluidende stem met sterke boventonen tussen 3 en 5 kHz. De tekstsamples werden gelezen op verschillende luidheidniveaus. Zowel voor als na de training werden opnames gemaakt. De fundamentele frequentie (F_0) en het luidheidniveau (in dB_{SPL}) werden geanalyseerd, men paste eveneens LTAS-analyse toe. De stemkwaliteit werd geëvalueerd door twee stemtrainers. Na de stemtraining werd een gemiddelde toename van 3 tot 4 dB (met een range van 1.5 – 14.5 dB) genoteerd in het frequentiegebied tussen 3 en 5 kHz. Deze toename was iets duidelijker in de groep met feedback, al kon men geen significant verschil vaststellen. In de biofeedbackgroep nam de fundamentele frequentie licht toe, terwijl in de andere groep deze frequentie net daalde. Het gemiddelde luidheidniveau van F_0 nam meer af in de groep met feedback dan bij de controlegroep. Dit zou wijzen op een betere stembandsluiting van deze eerste groep. Bij beide groepen kende de stemkwaliteit een verbetering.

Hieruit kunnen we besluiten dat het mogelijk is om via doelgerichte stemtraining de boventonen alsook de 3500 Hz-piek te versterken. Deze veranderingen worden perceptueel als positief beoordeeld zolang het amplitudeverschil tussen de sterkste en de 3500 Hz-piek niet kleiner is dan 15 dB en eveneens 30 dB niet overschrijdt. Het gebruik van directe visuele feedback kan helpen om de doelen van de oefeningen te visualiseren, alsook om het leerproces te versnellen en de studenten te (blijven) motiveren. Men mag zich hierbij echter niet fixeren op het visuele aspect, ook andere sensorische feedback blijft belangrijk (Laukkanen et al., 2004).

Conclusie

In tegenstelling tot de zangersformant, blijken nog heel wat vragen omtrent de sprekersformant onbeantwoord. Het fenomeen werd nog niet mondiaal onderzocht en in de aangehaalde studies vertrok men steeds van beperkte proefgroepen. Indien de aangehaalde theorie inderdaad ook in Vlaanderen van toepassing zou zijn, kan de sprekersformant een cruciale rol spelen bij de selectie van radiofonische stemmen. Ook training aan de hand van objectieve parameters wordt op dat moment mogelijk. Tevens bestaat er onduidelijkheid over de aanwezigheid van dergelijke formant bij vrouwen en zijn ontstaansmechanisme.

Daarom spitst de hierna beschreven studie zich toe op volgende onderzoeksvragen:

1. Is de sprekersformant, zoals beschreven door Leino (1994), ook terug te vinden bij mannelijke en vrouwelijke Vlaamse spreekstemmen?
2. Hebben onafhankelijke variabelen zoals rookgedrag, een voorgeschiedenis van luchtwegenallergie, frequent pharyngitis of otitis media, heesheid, stemvermoeidheid, de perceptie van de eigen stem en de eventuele aanwezigheid van een huig-R een invloed op de aanwezigheid van de sprekersformant (zoals beschreven door Leino, 1994)?
3. Welke variabelen kunnen in verband gebracht worden met het al dan niet radiofonisch beoordeeld worden?

Methodologie

Proefpersonen

Voor de beoordeling van de stemkwaliteit beperkte men zich, naar analogie van Leino's onderzoek (1994), tot volwassen stemmen. Er werden 150 proefpersonen met een minimumleeftijd van 18 jaar en een maximumleeftijd van 70 jaar geselecteerd. Stemmen die perceptueel als hees ($G_1R_1B_0A_0S_0I_0$ en ernstiger) werden beoordeeld, werden uitgesloten voor het onderzoek. De proefpersonen werden in drie groepen verdeeld: professionelen (radio- en televisiepresentatoren en docenten in de wereld van stem, radio en toneel), semi-professionelen (studenten uit de opleiding Master Radio en Televisie) en niet-professionelen (at random). Elke groep van 50 proefpersonen kent een gelijk aantal mannen en vrouwen.

Bij de drie proefgroepen werden volgende variabelen nagegaan: leeftijd, rookgedrag, luchtwegenallergie, frequente episodes van pharyngitis of otitis media, heesheid, stemvermoeidheid, zelfperceptie van de stem, de aanwezigheid van een huig-R of tongpunt-r en de fundamentele frequentie. Gedurende de hele testperiode haakten er geen proefpersonen af.

Opname

De proefpersonen lazen allen dezelfde tekst, waaruit alle sibilante fricatieven werden verwijderd. Op deze manier wordt eventuele verwarring tijdens de analyse vermeden.

Wegens hun hoge spectrale energie kunnen de pieken van de vernoemde fonemen immers interfereren met de piek van de sprekersformant (Leino, 2004). De proefpersonen lazen de tekst op habituele toonhoogte en luidheid.

De opnames werden gemaakt aan de hand van een electret condensatormicrofoon (Labtec® type 534), waarbij een mond-microfoonafstand van 30 centimeter werd gerespecteerd. Deze afstand geeft het meest natuurlijke resultaat. Bij het hanteren van een kortere mond-microfoonafstand wordt het oorspronkelijke geluid verstoord. Omdat de laagste frequentiecomponenten van de stem bij dergelijke korte afstand worden versterkt, klinkt de stem donkerder dan natuurlijk. Op dat moment spreekt men van het narrow-effect. Bij een grotere mond-microfoonafstand daarentegen heeft het omgevingslawaai een grotere invloed en neemt de signaal-ruisverhouding af (Laukkanen et al., 2004). Om het omgevingslawaai tot een minimum te beperken, streefde men ernaar de opnames in een geluidsdichte kamer te laten doorgaan.

De spraakstalen werden opgenomen met het programma Sound Forge® (versie 8.0), een professionele single-track sound-editor. Er werden geen kwaliteitverbeterfilters toegepast. Teneinde een optimale verhouding van het aantal megabytes ten opzichte van de kwaliteit te bereiken, werd geopteerd voor een samplingfrequentie van 44.1 kHz en een sampling size van 16 bit. De spraakstalen werden opgenomen en opgeslagen als Flat Mono Wave-bestanden op een notebook met geluidskaart Conxant AC-Link Audio.

Luisteroordeel

Het opzet van het luisteroordeel betrof het scoren van de 150 spraakstalen op het al dan niet radiofonisch klinken. Teneinde de interbeoordelaar betrouwbaarheid te optimaliseren, raadt Bele (2002) aan een operationele definitie te voorzien. In huidig onderzoek werd volgende definitie gehanteerd: *Een radiofonische stem is een stem die warm en aangenaam klinkt. Een radiofonische stem kan vertrouwen opwekken en gezag uitstralen* (naar Timmermans, 2004).

De vijf luisteraars, onder wie drie ervaren logopedisten en twee laatstejaarsstudenten logopedie, werden geïnstrueerd geen rekening te houden met articulatoirische aspecten. Fonatiegebonden aspecten spelen immers een grotere rol bij de vorming van de sprekersformant (Bele, 2002). Vooraleer aangevangen werd met het scoren van de samples hielden de beoordelaars een korte trainingssessie. Hierbij werd een consensus bereikt omtrent welke spraakstalen als radiofonisch beoordeeld zouden worden. Ook dit draagt immers bij tot een hogere interbeoordelaar betrouwbaarheid.

Bij het scoren werd een categorische indeling gehanteerd. Binnen de driepuntenschaal classificeerde men de samples als radiofonisch, bijna radiofonisch en niet radiofonisch.

De spraakstalen werden at random afgespeeld op een comfortabel luidheidniveau met behulp van de shuffled-mode in Winamp® versie 5.08. Er werd gebruik gemaakt van Yamada® multiplied speaker system luidsprekers. Het scoren vond plaats in vrije veld omstandigheden in een rustige kamer zonder omgevingslawaai.

Analyse

Bij het analyseren van de samples werd het programma Multi-Speech, Model 3700 versie 2.3 (Kay Elemetrics Corp.[®]) gehanteerd. Deze software is Windows[®]-compatibel. Multi-Speech is geschikt voor opname, weergave en akoestisch analyse van spraak.

Nadat een Flat Mono Wave-bestand werd geladen in Multi-Speech, bepaalde men eerst de fundamentele frequentie. Hierbij werd gebruik gemaakt van de functie Pitch Contour volgens de standaardinstellingen (analysis range 70 – 350 Hz).

Vervolgens werd nagegaan of de sprekersformant al dan niet aanwezig was, volgens volgende richtlijnen: *Een stem bezit een sprekersformant indien het verschil in dB_{SPL} tussen de hoogste spectrale piek en de meest prominente piek in de regio 3 – 4 kHz (mannen) of 4 – 5 kHz (vrouwen) een waarde heeft tussen 15 en 30 dB.*

De samples werden geanalyseerd aan de hand van Long Term Average Spectra (LTAS). Uitgaande van de definitie volgens Leino opteerden we voor gelijkaardige instellingen (Leino, 2005) zoals aangegeven in tabel 1.

De bekomen data werden statistisch verwerkt met het programma SPSS 12.0.

Tabel 1. Instellingen LTAS Multi-Speech.

Analysis Size	1024 points
Pre-Emphasis	level 0.000
Smoothing Level	None
Window Weighting	Hanning
Y-as	0 – 60 dB_{SPL}
X-as	0 – 10000 Hz

Resultaten

Interbeoordelaar betrouwbaarheid

Bij het nagaan van de interbeoordelaar betrouwbaarheid van het panel van beoordelaars, werd een κ -waarde van 0.45 bekomen. Deze waarde correspondeert met een matige score volgens de interpretatie van Altman (1991). Dit resultaat biedt een aanvaardbare basis om verdere conclusies te trekken.

Aanwezigheid van de sprekersformant bij Vlaamse spreekstemmen

Uit de analyse van de spraakstalen bleek dat 43 stemmen (22 mannen en 21 vrouwen) een sprekersformant, zoals gedefinieerd door Leino (1994), bezitten.

Om het verband tussen de aanwezigheid van deze formant en de luisteroordelen na te gaan, werd gebruik gemaakt van de chi-kwadraattoets. De twee gehanteerde groepen hierbij waren de mode van de evaluaties van de vijf beoordelaars en de aanwezigheid van de sprekersformant. De bekomen p-waarde bedroeg 0.503, wat wijst op een niet-significant verband.

Deze bevindingen worden bevestigd door de percentages uit tabel 2. Van de niet-radiofonische stemmen bezit 76 % geen sprekersformant. Slechts 28 % van de radio-

fonische stemmen vertoont wel dergelijke formant. Het merendeel (69 %) van de bijna-radiofonische stemmen heeft geen sprekersformant.

Tabel 2. Kruistabel: verband tussen mode en aanwezigheid van de sprekersformant.

			Sprekersformant (SPF)		
			Niet	Wel	Totaal
Mode	Niet-radiofonisch	totaal	22	7	29
		% binnen mode	75.9 %	24.1 %	100.0 %
		% binnen SPF	20.6 %	16.3 %	19.3 %
	Bijna-radiofonisch	totaal	37	17	54
		% binnen mode	68.5 %	31.5 %	100.0 %
		% binnen SPF	34.6 %	44.2 %	36.0 %
	Radiofonisch	totaal	48	19	67
		% binnen mode	71.6 %	28.4 %	100.0 %
		% binnen SPF	44.9 %	44.2 %	44.7 %
Totaal	totaal	107	43	150	
	% binnen mode	71.3 %	28.7 %	100.0 %	
	% binnen SPF	100.0 %	100.0 %	100.0 %	

Verband tussen radiofonische beoordeling en categorie

In alle categorieën werden radiofonische stemmen teruggevonden, toch is een duidelijke tendens zichtbaar. De meeste professionele stemmen worden als radiofonisch bestempeld, terwijl de minderheid van de radiofonische stemmen terug te vinden is in de groep van de niet-professionele stemmen. De semi-professionele proefpersonen vormen een duidelijke overgang tussen beide uitersten.

Tabel 3. Distributie radiofonische beoordeling over de drie categorieën.

Categorie	Mannen (%)	Vrouwen (%)
Niet-professioneel	28	12
Semi-professioneel	64	20
Professioneel	84	60

Invloed van de variabelen

Op basis van een logistische regressie-analyse werd nagegaan welke variabelen bepalend zijn of een stem al dan niet als radiofonisch beoordeeld wordt.

Het blijkt dat volgende variabelen geen significante rol spelen in het al dan niet radiofonisch beoordeeld worden: rookgedrag, allergie, frequente episodes van pharyngitis of otitis media, heesheid, stemvermoeidheid, zelfperceptie van de stem en de eventuele aanwezigheid van een huig-R.

De combinatie van de variabelen fundamentele frequentie (F0), geslacht en leeftijd vormen de beste predictoren om een relatief adequate classificatie volgens al dan niet radiofonisch klinken te maken. In 69 % van de gevallen kan men een correcte identificatie van niet radiofonisch maken en in 73 % als radiofonisch. Op basis van

een lineaire combinatie van variabelen F0, geslacht en leeftijd wordt de groep bijna-radiofonisch eerder als radiofonisch geklasseerd. Een lagere fundamentele frequentie wordt zowel bij mannen als bij vrouwen geassocieerd met een radiofonische stem.

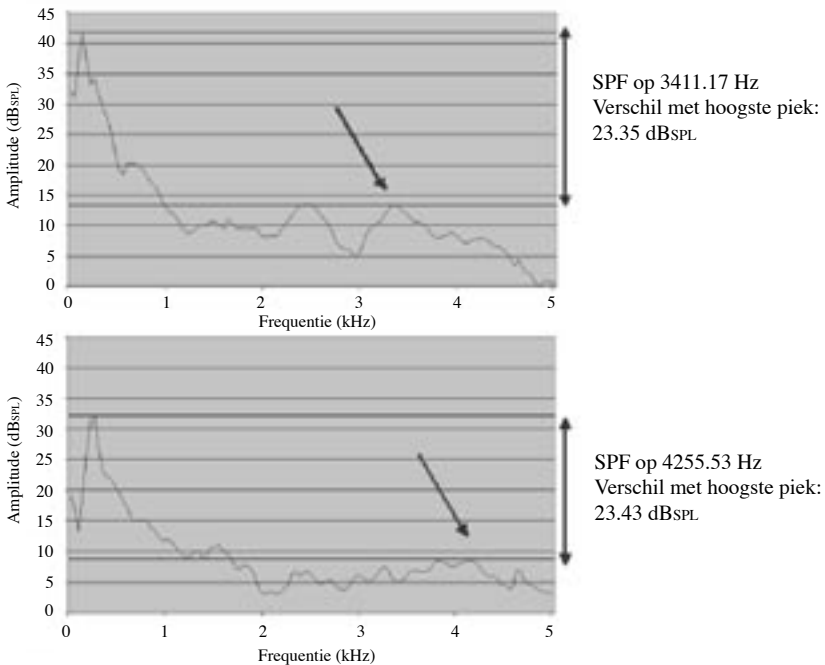
De niet-radiofonische groep bestaat hoofdzakelijk uit vrouwen (76 %), terwijl de radiofonische groep vooral mannen (67 %) bevat. Bij de bijna-radiofonische stemmen is er geen uitgesproken onderscheid (57 % vrouwen tegenover 43 % mannen).

In samenhang met de variabelen F0 en geslacht heeft *leeftijd* een invloed op het al dan niet radiofonisch klinken. Een duidelijk tendens is echter niet waar te nemen. Het is dus belangrijk de beïnvloedende factoren niet individueel, maar als cluster in beschouwing te nemen.

Discussie

De sprekersformant bij Vlaamse spreekstemmen

Bij de bestudeerde proefpersonen is de typische piek van de sprekersformant in een aantal gevallen ($n = 43$) terug te vinden (figuur 4). Er bestaat echter geen significante correlatie met het luisteroordeel. Dankzij de matige κ -waarde, de eenduidige definitie en de voorafgaande training is de interbeoordelaar betrouwbaarheid gegarandeerd.



Figuur 4. De sprekersformant (SPF) bij mannelijke (boven) en vrouwelijke (onder) spreekstem. Hierbij werden de verschillende dB-waarden, bekomen door middel van Multi-Speech, geëxporteerd naar Excel en in een grafiek omgezet.

Bijgevolg zijn de bekomen niet-significante resultaten waardevol. Personen die duidelijk als radiofonisch klinkend beoordeeld worden, bezitten niet noodzakelijk dergelijke formant, terwijl niet-radiofonische stemmen vaak wel gekenmerkt worden door deze piek.

De eerder vermelde pioniers haalden ook vergelijkbare beperkingen aan, maar kwamen toch allen tot een significant verband tussen de sprekersformant en good voice quality. Hoe zijn de discrepanties met het huidig onderzoek te verklaren?

In wetenschappelijk onderzoek speelt het aantal proefpersonen een cruciale rol. Algemeen kan men stellen dat hoe groter het aantal personen in een steekproef, des te representatiever de steekproef is voor de hele populatie (Van Borsel, 2004). Aangezien de steekproef in dit onderzoek ($n = 150$) aanzienlijk groter is dan in voorgaande studies (n varieert tussen 15 en 48), zou men kunnen besluiten dat de bekomen resultaten meer betrouwbaar zijn.

Voorgaande onderzoekers (met uitzondering van Laukkanen et al., 2004) beperkten zich tot mannelijke proefpersonen, waarbij acteurs de grootste groep vormden. De vraag stelt zich echter of acteurs als enige representatieve vertegenwoordigers van een goede stemkwaliteit mogen beschouwd worden. Omwille hiervan deed men in deze studie onderzoek naar radiofonische mannen- en vrouwenstemmen zowel in de professionele, semi-professionele als niet-professionele wereld. Het is immers niet onwaarschijnlijk dat tevens personen met een niet-professionele achtergrond een radiofonische stem bezitten. Dit werd inderdaad bevestigd door de resultaten van het luisteroordeel.

De interpretatie van good voice quality vormt een tweede knelpunt. Om tot sluitende resultaten te komen is het belangrijk dat alle beoordelaars dezelfde maatstaf hanteren. Daarom werd in huidig onderzoek een concrete definitie vooropgesteld. Hierbij werd een goede stem geïnterpreteerd als radiofonisch klinkend. Anderzijds zou een goede stem gedefinieerd kunnen worden als een fysiologisch gezonde stem. Dit werd echter niet als criterium gehanteerd, aangezien enkel proefpersonen met $G_0R_0B_0A_0S_0I_0$ werden geselecteerd.

Niet alle voornoemde pioniers die werkten met een luisterpanel maakten gebruik van dergelijke overeengekomen definitie. Leino's panel (Leino, 1994) bestond louter uit professionele beoordelaars. Hij vertrouwde op hun ervaring bij het scoren van de samples, hierbij missen we elke informatie over het al dan niet nastreven van een consensus omtrent goede stemkwaliteit. Bovendien werd de interbeoordelaar betrouwbaarheid niet nagegaan. Leino berekende louter de correlatie tussen de punten gegeven aan de stemkwaliteit en het verschil in dB_{SPL} tussen de hoogste piek en de 3500 Hz-piek. Deze aangehaalde punten van kritiek doen vragen rijzen omtrent de betrouwbaarheid van Leino's resultaten.

Bele (2002) echter benadrukte het belang van een duidelijke definitie. Hierbij haalt ze de begrippen sonority en ringing voice aan. Zoals vermeld verwijzen beide termen naar een heldere, als metaal klinkende stem. Het feit dat Bele dergelijke karakteristieken aanwendt om een goede stemkwaliteit te beschrijven, wijst mogelijks op een cultuurverschil wat betreft de interpretatie van een goede stem. In Vlaanderen worden radiofonische spreekstemmen beschreven aan de hand van eigenschappen als diep,

warm en laag. Dit wordt bevestigd door eerder aangehaalde resultaten. Hoe lager de fundamentele frequentie, hoe groter de kans dat een spraakstaal geassocieerd wordt met een radiofonische beoordeling.

Warme stemmen, die in Vlaanderen als radiofonisch bestempeld worden, maken acteurs mogelijk minder verstaanbaar. Op het podium is een draagkrachtige, heldere stem van cruciaal belang. Aangezien Leino (1994) louter werkte met acteurs, kende hij de 3500 Hz-piek de naam acteursformant toe. In latere studies (Nawka, 1997 en Bele, 2002) werd deze term veralgemeend tot sprekersformant (Leino, 2005). Een mogelijke verklaring hiervoor is het feit dat Leino met de acteursformant een good professional voice quality wil typeren. De groep professionele stemgebruikers omvat meer dan uitsluitend acteurs.

Uit de voorgaande studies (Leino, 1994; Nawka et al., 1997; Bele, 2002, 2005) blijkt dat de sprekersformant geen exclusief fenomeen is bij een goede stemkwaliteit. In dit onderzoek werd nagegaan of de sprekersformant (zoals beschreven door Leino) in relatie te brengen valt met een radiofonische stemkwaliteit. De resultaten tonen aan dat bij Vlaamse spreekstemmen hiertussen absoluut geen correlatie bestaat.

Aangezien het opzet van huidig onderzoek zich toespitst op een algemeen aanvaarde beoordeling van een Vlaamse radiofonische stem, zou een uitbreiding van het luisterpanel een meerwaarde kunnen bieden. Het huidige luisterpanel bestond louter uit professionele juryleden. Deze personen zijn getraind in het onderscheiden van gezonde van pathologische stemmen. Het is niet ondenkbaar dat deze achtergrond hun beoordeling beïnvloed heeft, ondanks de eenduidige definitie die vooropgesteld werd. Mogelijks biedt het insluiten van niet-professionele beoordelaars een meer representatieve evaluatie van een Vlaamse radiofonische stem.

Invloed van de variabelen op de sprekersformant

Aangezien uit deze studie blijkt dat de sprekersformant niet gecorreleerd is met een radiofonische stem, werd de invloed van de verschillende variabelen op de vorming van deze formant niet nagegaan.

In haar doctoraatsstudie omschrijft Bele (2002) voice training als een belangrijke determinant van goede stemkwaliteit. De getrainde stemmen vertoonden een hogere energiepiek in de regio van de sprekersformant. Bij luide fonatie (85.78 dB_{SPL}) was dit verschil significant ten opzichte van ongetrainde stemmen. Hieruit kan men concluderen dat stemtraining de piek van de sprekersformant versterkt. Het effect van stemtraining op een radiofonische stem daarentegen, die in huidig onderzoek dus niet correleert met de aanwezigheid van de sprekersformant, dient verder onderzocht te worden.

Invloed van de variabelen op een radiofonische stem

De statistische verwerking van de data geeft de invloed weer van drie variabelen op het al dan niet radiofonisch klinken: fundamentele frequentie, geslacht en leeftijd. Dit zijn echter geen op zichzelf staande parameters, maar moeten gezien worden in de context van alle betrokken variabelen.

De meerderheid van de radiofonische stemmen zijn mannen. Deze bevinding hangt samen met de invloed van de fundamentele frequentie: hoe lager F0, hoe groter de kans op een goede beoordeling qua stemkwaliteit. Deze vaststellingen verklaren mogelijks de door de juryleden aangegeven moeilijkheden bij het beoordelen van de vrouwenstemmen. Dat de jury in hoofdzaak uit vrouwen bestond, vormt misschien een bijkomende verklarende factor. Kennen vrouwen een gelijkaardige score toe aan mannen in vergelijking met hun score voor vrouwen?

Enkele onderzoekers (Leino, 1994; Nawka et al., 1997; Laukkanen et al., 2004) stellen dat naast de sprekersformant, een geleidelijk dalende spectrale helling kenmerkend is voor een goede stem. Bij visuele inspectie van de individuele spectra in deze studie, is een vergelijkbare tendens te onderscheiden. De spectra van de radiofonische mannen worden gekarakteriseerd door een zachte spectrale helling, terwijl deze bij de niet-radiofonische stemmen duidelijk steiler is. Bij vrouwen is deze tendens echter minder opvallend. Verder onderzoek op basis van berekeningen van de spectral slope blijkt evenwel noodzakelijk.

De drie variabelen fundamentele frequentie, geslacht en leeftijd zijn elementen die men weinig kan beïnvloeden. In het vraagstuk naar de bepalende factoren van een radiofonische stem dient men tevens rekening te houden met veranderlijke aspecten. Hierbij kan men denken aan bepaalde vormen van stemtraining zoals vocale resonantieoefeningen. Dergelijke oefeningen hebben invloed op de sluitingssnelheid van de glottis en bevorderen de adductie van de stemplooien. Dit resultaat zou leiden tot een minder steile spectrale helling (Laukkanen et al., 2004). In vergelijking met de zangersformant kan men nagaan of een welbepaalde instelling van het mond-keelkanaal een meer radiofonische stem tot gevolg heeft.

Implicaties voor verder onderzoek

Op basis van voorgaande studies en huidig onderzoek kan men volgende voorstellen voor verder onderzoek afleiden.

De sprekersformant zoals beschreven door de aangehaalde auteurs, is niet terug te vinden bij mannelijke of vrouwelijke Vlaamse spreekstemmen. Mogelijk is er wel sprake van dergelijke formant, maar bevindt deze zich in andere spectrale regio's.

De vraag stelt zich of men hierbij Long Term Average Spectra moet hanteren of dat andere analyses geschikter zijn. Een tekortkoming van LTAS is de gevoeligheid voor reeds kleine variaties in luidheid (Nordenberg et al., 2003). Deze complicatie heeft tot gevolg dat het luidheidsniveau bij opnames strikt gecontroleerd dient te worden of dat men telkens minimum drie verschillende luidheidsniveaus moet hanteren. In huidig onderzoek registreerde men op habituele luidheid, dit kan mogelijks de resultaten beïnvloed hebben.

In verband met het aangehaalde *cultuurverschil* kan het interessant zijn de beoordelingen van verschillende nationaliteiten te vergelijken. In deze panels dienen zowel professionele als niet-professionele luisteraars te zetelen. Op deze manier krijgt men een duidelijk beeld van de interpretaties van good voice quality. Het hanteren van een

eenduidige definitie en een voorafgaande trainingssessie is hierbij van cruciaal belang. Ook andere variabelen kunnen bepalend zijn voor de al dan niet radiofonische beoordeling. Hierbij kunnen eerder aangehaalde elementen, zoals stemtraining, adequate glottissluiting en verschillende mond-keelkanaalinstellingen onderzocht worden.

De rol van pathologische stemmen werd nog onvoldoende belicht. Enkel Nawka et al. (1997) vermeldden dat hese stemmen geen sprekersformant vertonen en een steilere spectrale helling kennen. Toch kan men vaststellen dat niet-professionele luisteraars sommig licht hese stemmen als aangenaam klinkend beoordelen.

Conclusies

In dit onderzoek werd het bestaan van de sprekersformant volgens de definitie van Leino (1994) nagegaan bij mannelijke en vrouwelijke Vlaamse spreekstemmen. De betekenis van deze formant werd eenduidig gedefinieerd: good voice quality werd geïnterpreteerd als een lage, warme en aangename stem (naar Timmermans, 2004), wat een kleine nuance inhoudt met Leino (1994). Daarnaast trachtte men te achterhalen welke elementen deze piek en meer algemeen een radiofonische stem determineren.

Volgende bevindingen blijken uit de huidige studie:

1. Bij Vlaamse mannenstemmen is een 3500 Hz-piek terug te vinden. Tevens bij vrouwenstemmen vinden we een piek, meer bepaald in de regio 4 – 5 kHz. Deze pieken correleren echter niet met de vooropgestelde definitie. We kunnen bijgevolg besluiten dat de sprekersformant volgens Leino (1994) bij Vlaamse spreekstemmen niet in de beschreven spectrale regio's bestaat.
2. Rekening houdend met de hierboven beschreven bevindingen, werd de invloed van de verschillende variabelen op de vorming van de sprekersformant niet nagegaan.
3. De cluster fundamentele frequentie, geslacht en leeftijd dragen statistisch gezien bij tot het al dan niet radiofonisch beoordeeld worden van Vlaamse stellen. Het zijn echter geen op zichzelf staande parameters.

Volgende punten dienen nog verder onderzocht te worden:

1. Het eventuele bestaan van de sprekersformant in andere spectrale regio's dient grondig bestudeerd te worden. Hierbij is het belangrijk zich niet alleen op LTAS te concentreren, maar tevens de mogelijkheden van andere methodes na te gaan.
2. Een mogelijk bestaand cultuurverschil vormt een interessante piste voor verder onderzoek.
3. Naar training toe is het van belang de rol van andere, te beïnvloeden variabelen na te gaan.
4. Het effect van licht pathologische stemmen op de sprekersformant enerzijds en op het al dan niet radiofonisch beoordeeld worden anderzijds, vraagt meer onderzoek.

Summary

Leino (1994), Nawka (1997) and Bele (2002) are pioneers in the area of the speakers' formant, the equivalent of the singers' formant in the world of the professional speaking voice. Through research with mainly actors, they have found that this formant is a spectral peak in the region of 3-4 kHz (male voices) or 4-5 kHz (female voices) characterized by a difference in intensity (dB_{SPL}) of 15 to 25 dB with the strongest peak in the spectrum.

The present study examines whether or not the speakers' formant, as described by Leino (1994), can be found in Flemish speaking voices and which variables influence the existence of this peak and in general the perception of a radiophonic voice quality. Almost 30 % of the 150 subjects showed such a peak. Nevertheless, no significant relation could be shown between the listeners' judgements and the LTAS-analyses of these samples. Therefore we can conclude that the speakers' formant, as described by Leino (1994), doesn't exist in Flemish speaking voices. Other variables, such as fundamental frequency, sex and age do however contribute to the perception of a good voice quality.

Key words: speakers' formant, actors' formant, radiophonic voice quality, listener's judgement, LTAS

Referenties

- Altman, D.G. (1991). *Practical statistics for medical research*. London: Chapman & Hall.
- Bartholomew, T. (1934). *A physical definition of 'good voice quality' in the male voices*. Journal of the Acoustical Society of America, 6, 25-33.
- Bele, I.V. (2002). *Professional speaking voice, a perceptual and acoustic study of male actors' and teachers' voices*. Doctoral Thesis, Department of Special Needs Education, Faculty of Education. University of Oslo. Oslo, PA: Unipub AS.
- Bele, I.V. (2005). *The Speaker's Formant*. Artikel goedgekeurd voor publicatie in Journal of Voice.
- Cleveland, T.F.; Sundberg, J.; Stone, R.E. (2001). *Long-term-average spectrum characteristics of country singers during speaking and singing*. Journal of Voice, 15: (1), 54-60.
- De Bodt, M.; Timmermans, B.; Heylen, L. (2003). *Stemtherapie: van 'vociferatio' tot 'evidence based voice therapy'*. Stem-, Spraak- en Taalpathologie, 11: (5), 145-154.
- De Bodt, M.; Wuyts, F.; Van de Heyning, P.; Croux, C. (1997). *Test-retest study of the GRBAS Scale: Influence of experience and professional background on perceptual rating of voice quality*. Journal of Voice, 11: (1), 74-80.
- Kay Elemetrics Corp. (1999). *Instruction manual Multi-Speech, model 3700 and CSL for Windows, Models 4100, 4300B. Version 2.3*. New Jersey: Kay Elemetrics Corp.
- Laukkanen, A.M. ; Sundberg, J. ; Björkner, E. (2004). *Acoustic study of throaty voice quality*. Speech, Music and Hearing (TMH-QPSR), 46, 13-24.

- Laukkanen, A.M.; Syrjä, T.; Laitala, M.; Leino, T (2004). *Effects of two-month vocal exercising with and without spectral biofeedback on student actors' speaking voice*. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 29: (2). 66-76.
- Leino, T. (1994). *Long-term average spectrum study on speaking voice quality in male actors*. In A. Friberg, J. Iwarsson, E. Jansson & J. Sundberg (Eds.), *Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference, July 28-August 1, 1993*. (pp. 206-210). Stockholm: The Royal Swedish Academy of Music.
- Leino, T. & Kärkkäinen, P. (1995). *The effects of vocal training on the speaking voice quality of male student actors*. In K. Elenius & P. Branderud (Eds.), *Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences, Stockholm, Sweden 13-19 August, 1995*. (pp. 496-499). Stockholm: Department of Speech Communication and Music Acoustics, Royal Institute of Technology and the Department of Linguistics, Stockholm University.
- Leino, T. (2004). *Persoonlijke mededeling*.
- Leino, T. (2005). *Persoonlijke mededeling*.
- Nawka, T.; Anders, C.L.; Cebulla, M.; Zurakowski, D. (1997). *The speaker's formant in male voices*. *Journal of Voice*, 11: (4). 422-428.
- Nolan, F. (1983). *The phonetic bases of speaker recognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nordenberg, M.; Sundberg, J. (2003). *Effect on LTAS of vocal loudness variation*. *Speech, Music and Hearing (TMH-QPSR)*, 45. 93-100.
- Stone, R.E.; Cleveland, T.F.; Sundberg, J. (1999). *Formant frequencies in country singers' speech and singing*. *Journal of Voice*, 13: (2). 161-167.
- Sundberg, J. (2002). *My research on the singing voice from a rear-view-mirror perspective*. PAS, 1st International Conference on the Physiology and Acoustics of Singing, Groningen, the Netherlands, Oct 3-5, 2002.
- Sundberg, J. (2001). *Level and center frequency of the singer's formant*. *Journal of Voice*, 15: (2). 176-186.
- Sundberg, J. (2003). *Research on the singing voice in retrospect*. *Speech, Music and Hearing (TMH-QPSR)*, 45. 11-22.
- Sundberg, J. (1977). *The acoustics of the singing voice*. *Scientific American*, 236: (3). 82-84, 86, 88-91.
- Sundberg, J. (1999). *The perception of singing*. *The Psychology of Music*. San Diego, London, PA: Academic Press.
- Sundberg, J. (1987). *The science of the singing voice*. Illinois, PA: Northern Illinois University Press.
- Timmermans, B. (2004). *Klink klaar. Uitspraak- en intonatiegids voor het Nederlands*. Leuven: Davidsfonds.
- Van Borsel, J. (2004). *Wetenschappelijk onderzoek in de logopedie*. Leuven: Acco.
- Winckel, F. (1952). *Die Vermessung der menschlichen Stimme*. *Die Umschau in Wissenschaft und Technik*, 52 (5). 132-137.
- Winckel, F. (1953). *Physikalischen Kriterien für objektive Stimmbeurteilung*. *Foila Phoniatica* 5 (separatum). 232-252.
- Winckel, F. (1954). *Scientific appraisal of the singing voice*. *Nature* 173. 574.
- Winckel, F. (1956). *Die Ästhetischen Komponenten der Stimmgebung*. *Acta. Physiol Pharmacol Neerl* 5: 56-72.