



MEDICINSKA
FAKULTETEN

Institutionen för kliniska vetenskaper, Lund
Avdelningen för logopedi, foniatri och audiologi

Vokalfält och formantfrekvenser hos barn med svenska som modersmål i årskurs 3, 4 och 5

Joakim Henriksson

Logopedutbildningen, VT22

Vetenskapligt arbete, 30 högskolepoäng

Handledare: Ketty Andersson, Anders Löfqvist

Examinator: Jonas Brännström

Abstract

Purpose: The aim of this study was to examine formant frequencies F1 and F2 for the nine long vowels in Swedish /ɑ:, ε:, u:, o:, i:, e:, ø:, y:, ɯ:/ and the distance between vowels /i, ε, α, u/ in the vowel space of children with typical speech development who had Swedish as a first language, in grades 3, 4 and 5. Norm data for F1 and F2 are relevant since several clinical groups have been reported to deviate from these acoustic measurements.

Method: Audio recordings of 43 children were made in the age interval 9:3-12:2 (years:months). The children named pictures individually, each one containing one of the long Swedish vowels. Acoustic analysis of F1 and F2 for each individual vowel production was done through formant tracking in the software Praat. Average formant frequencies and group comparisons were analysed in IBM SPSS 28. Distance between vowels in the vowel space were calculated with the Pythagorean theorem.

Result: Average F1 and F2 for the whole age interval showed less range for F1 than F2. There were no significant differences between the groups 9:3-11:0 and 11:1-12:2 for F1 or F2. There were no significant differences for distance between vowels /i, ε, α, u/ for the groups.

Conclusions: No significant differences for formant frequencies or distance between vowels were found. Descriptive data for average formant frequencies follow theory suggesting earlier more stable F1 than F2. The results are not yet clinically applicable as norm data, additional investigation of dialect variation and sex differences are required.

Key words: Development, Vowels, Formant frequencies, Vowel space, Children,

Sammanfattning

Syfte: Studiens syfte var att undersöka formantfrekvenser F1 och F2 i svenskans nio långa vokaler /ɑ:, ε:, u:, o:, i:, e:, ø:, y:, ʊ:/ samt avstånd mellan vokaler /i, ε, α, u/ i vokalfält hos barn med typisk talspråksutveckling som hade svenska som modersmål i årskurs 3, 4 och 5. Normaldata för F1 och F2 är relevant då flera kliniska grupper har rapporterats avvika för dessa akustiska mått.

Metod: Ljudinspelningar av 43 barn i åldrarna 9:3–12:2 (år:månader) genomfördes. Barnen fick enskilt benämna bilder vars målord innehöll en av svenskans nio långa vokaler. Akustisk analys för F1 och F2 för varje vokalproduktion hos varje enskilt barn utfördes primärt genom formantspårning i programvaran Praat. Genomsnittliga formantfrekvenser för hela åldersintervallet samt gruppjämförelser beräknades i IBM SPSS version 28.

Avståndsberäkning mellan vokaler i vokalfält beräknades med Pytagoras sats.

Resultat: Genomsnittliga F1 och F2 för hela åldersintervallet 9:3–12:2 visade mindre variationsvidd hos F1 än F2. Vid gruppjämförelser 9:3–11:0 och 11:1–12:2 uppfattades inga signifikanta skillnader för F1 eller F2. Det fanns inga signifikanta skillnader vid gruppjämförelse för avstånd mellan vokalerna /i, ε, α, u/.

Slutsats: Det fanns inga signifikanta skillnader för formantfrekvenser eller avstånd mellan vokaler hos barnen vid jämförelse av två grupper utifrån ålder. Deskriptiv data för genomsnittliga formantfrekvenser för hela åldersintervallet följer teori som beskriver tidigare mer stabila F1 än F2. Resultaten är inte kliniskt tillämpbara som normaldata än då fler aspekter behöver undersökas såsom dialektal variation och könsskillnader.

Sökord: Utveckling, vokaler, formantfrekvenser, vokalfält, barn

Innehållsförteckning

Inledning	1
Bakgrund.....	2
Typisk vokalutveckling hos barn	2
Akustisk beskrivning av vokaler	3
Vokalfält.....	4
Anatomisk utveckling av talröret	6
Påverkade vokalfält och formanter vid atypisk talspråksutveckling.....	7
Sammanfattning	8
Syfte	9
Frågeställningar	9
Metod	9
Skolor	9
Frågeformulär.....	9
Deltagare	10
Material	11
Procedur	11
Akustisk analys	12
Beräkning genomsnittliga avstånd mellan vokaler /i, u, ε, α/	12
Dataanalys	13
Etiska överväganden	13
Resultat	15
Genomsnittliga formantfrekvenser.....	15
Gruppjämförelse F1 F2, 9:3–11:0 11:1–12:2.....	15
Gruppjämförelse, genomsnittliga avstånd vokaler /i, u, ε, α/.....	17
Diskussion.....	18

Frågeställning 1	18
Frågeställning 2	19
Metoddiskussion.....	20
Kliniska implikationer.....	22
Slutsats	23
Referenser	25
Bilagor.....	28
Bilaga 1. Deltagarbrev till barn	28
Bilaga 2. Till vårdnadshavare för elev i årskurs 3–5.....	29
Bilaga 3. Informationsbrev till lärare för elever i årskurs 3–5	31
Bilaga 4. Frågeformulär	33
Bilagor 5. Bilder.....	35

Inledning

Vokalfält studeras bland annat då de kan vara ett akustiskt relevant mått för talutveckling och talstörningar (Löfqvist, Sahlén & Ibertsson, 2010; Vorperian & Kent, 2007). När vokalfält studeras är det framför allt frekvensvärde för formant 1 och 2 (F1, F2) i vokaler som undersöks akustiskt. Typiskt uppmärksammas att personer med nedsatt hörsel och neurologiska nedsättningar har mindre vokalfält än typiskt utvecklade personer med mindre avstånd mellan vokalerna i vokalfältet (Löfqvist, Sahlén & Ibertsson, 2010).

Generellt är akustiska mätmetoder icke-invasiva och kan genomföras med relativt enkla medel med hjälp av vanliga datorer (Vorperian & Kent, 2007). Utöver att studera talutveckling och talstörningar kan akustiska mätmetoder tillämpas i kliniska miljöer i samband med utredning och intervention (Vorperian & Kent, 2007). Akustiska mätmetoder har tidigare diskuterats ha vissa fördelar i jämförelse med andra mätmetoder av talet, till exempel hur akustiska mätmetoder av talet kan kringgå eventuella problem med perceptuell bias, vilket kan förekomma i samband med fonetisk transkription av tal. Akustiska mätmetoder är dock inte problemfria då bedömning av formanter med hjälp av hård- och mjukvara också kan tolka den akustiska signalen felaktigt (Vorperian & Kent, 2007; Flipsen & Lee, 2012).

Vorperian och Kent (2007) menade att akustiska undersökningar av vokalfälts utveckling kan användas som index för talets utveckling och förståelighet. Studier som ger normativa data från barndom till vuxen ålder ger möjligheten att tolka talets förståelighet utifrån akustiska ramar, vilket kan vara till nytta för vissa kliniska grupper som ofta har nedsättningar i talets förståelighet, såsom läpp-käk och gomspalt (LKG), hörselnedsättning (HNS) och Cerebral pares (Vorperian & Kent, 2007).

Bakgrund

Typisk vokalutveckling hos barn

Utvecklingen av vokaler är ett samspel mellan auditiv, kognitiv, artikulatorisk och sensorimotorisk kartläggning under en tidsperiod som innefattar förändring av talrörets form och längd (Hodge, 2013).

Omkring 4–7 års ålder har barnets fonemförråd färdigställt avseende modersmålets fonematiska kontraster. Vad gäller utvecklingen av svenskans 9 långa vokaler beskrivs att dessa typiskt utvecklas i olika åldrar - dock med individuella skillnader. Svenskans /ɑ:, ε:, u:, o:/ etableras före 4 års ålder och /i:, e:, ø:, y:, ɯ:/ mellan 4 och 6 års ålder (Nettelblatt & Salameh, 2007).

Pollock och Berni (2003) jämförde incidens av felaktigt uttalade vokaler hos engelskspråkiga barn (USA) med fonologisk språkstörning och barn med typisk språkutveckling. Bedömningen av vokalproduktion genomfördes på perceptuell grund. Barnen spelades in och ljudfilerna transkriberades fonetiskt. Bedömningarna hade hög interbedömarreliabilitet på 97%. Barnen med typisk språkutveckling i åldersintervallet 18–35 månader hade en hög grad av vokalfel, mellan 24–65%, medan äldre barn > 36 månader, hade ytterst få (0–4%). Pollock och Berni diskuterade att den höga andelen rätt producerade vokaler kunde berott på metodvalet att tillåta dialektala uttalsskillnader (2003).

Dodd et al. (2003) samlade in normaldata för fonologisk utveckling hos engelskspråkiga barn 3;0–6;11 (brittisk engelska). Flera aspekter relaterade till talspråksutveckling undersöktes, bland annat ålder i relation till utvecklingen av vokaler och konsonanter. De yngsta barnen 3;0–3;11 skiljde sig signifikant jämfört med de två äldsta grupperna 4;0–5;5 och 5;6–6;11 för antal rätt producerade vokaler. När de två äldsta

grupperna jämfördes uppfattades en tilltagande takeffekt och ingen signifikant skillnad för antal rätt producerade vokaler uppmärksammades (Dodd et al., 2003).

Akustisk beskrivning av vokaler

Vid produktion av språkljud kan två stadier urskiljas enligt källa-filterteorin; ljudkälla och resonans (Lindblad, 2011a; Ciocca & Whitehill, 2013). En ljudkälla kräver någon form av hinderbildning i talröret eller glottis som medför förändringar i lufttryck, alltså där passerande luftström omsätts i ljudvågor som i mänskligt tal antingen är tonande-, brus- eller pulsljud. Den tonande ljudkällan som finns i alla vokaler har sin hinderbildning i glottis med stämvecksvibrationer som genererar kvasiperiodiska sammansatta svängningar: det tonande råmaterialet. Vokaler är produkten av tonande råmaterial och resonans, där resonans innebär att vissa frekvenser i det tonande råmaterialet förstärks selektivt till följd av en given inställning av talröret vad gäller dess form och längd - de frekvenser som överensstämmer med talrörets egenfrekvens (Ciocca & Whitehill, 2013; Lindblad, 2011a; Reetz & Jongman, 2009). I talakustiska termer kan resonans beskrivas vara talrörets påverkan på frekvensernas amplitud i det tonande råmaterialet. De starkaste amplitudtopparna i ett spektrum för en vokal motsvarar de frekvenser i det tonande råmaterialet som är förstärkta av resonans – de frekvenser som är särskilt gynnade av en viss inställning av talröret (Lindblad, 2011a; Hodge, 2013).

Till skillnad från en stämgaflöde kan elastiska kroppar likt talröret svänga med mer än en egenfrekvens. Därmed förstärks olika frekvenser i det tonande råmaterialet vid olika inställningar av talröret. Särskilt gynnade frekvenser blir akustiskt dominerande och syns som amplitudtoppar i ett spektrum för vokalen. Dessa frekvenser med starkast amplituder benämns som formanter och förkortas F1, F2, F3 (...). För vokaler är F1 och F2 generellt alltid starkast och därefter F3 och F4. Vissa undantag som svenskans [i] förekommer där F3 anses vara starkare än F2. Generellt är F1 och F2 viktigast för att särskilja vokalklangfärg

från varandra, alltså om det är /ɑ:, ε:, u:, o:, i:, e:, ø:, y:, ɤ:/ som produceras (Lindblad, 2011a; Reetz & Jongman, 2009).

Formantfrekvenser skiftar på ett mer eller mindre regelbundet sätt genom att inställning och position hos artikulatorerna varierar, till exempel genom anteroposterior justering av tungkroppen, läppspridning/läpprundning eller grad av käköppning (Se figur 1. vokalfyrstidning). Tillsammans med artikulatorernas inställning är den anatomiska konfigurationen av talröret i helhet som påverkar vilka frekvenser som förstärks. Dessa viljemässiga orofaciala och faryngeala processer medför att förtunning, vidgning, förkortning eller förlängning av talröret kan åstadkommas varefter formanter varierar som följd. Generella tumregler för talrörets form och längd med inverkan på formanters frekvensvärden beskrivs nedan (Lindblad, 2011a; Núñez-Batalla, 2019; Hodge, 2013; Vorperian & Kent, 2007):

- Genom läpprundning sänks alla formantfrekvenser
- F1 korrelerar med öppenhetsgrad i munhålan och käköppning. Ju trängre passage ljudvågen passerar, desto lägre blir F1
- Anterior förflyttning av tungan i munhålan höjer F2

Sammanfattningsvis är vokaler produkter av det tonande råmaterialet som filtreras genom resonans. Resonans förhåller sig till inställningen av talröret, där det finns förtätningar eller förtunnningar inverkar på formanternas frekvensvärde (Lindblad, 2011a, 2011b; Reetz & Jongman, 2009).

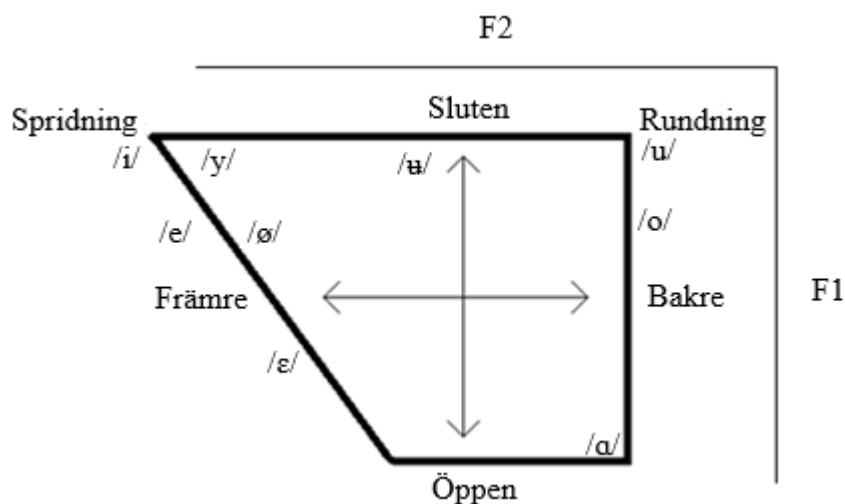
Vokalfält

Vokalfält kan beskrivas utifrån vokalfyrstidningen (figur 1.) där vokaler varierar efter tre huvudsakliga parametrar (Lindblad, 2011a; Reetz & Jongman, 2013; Hodge 2013). Dessa parametrar är tunghöjd avseende tungans avstånd till gomtaget (sluten, halvsluten, halvöppen, öppen), tungläge avseende tungans anteroposteriora inställning (bakre, central, främre) och

läppinställning som avser läppspridning eller läpprundning (Lindblad, 2011a). Utefter dessa parametrar kan en vokalklangfärg definieras och placeras i vokalfältet, där kardinalvokalerna är vokalklangfärger som löper med vokalfyrsidningens kanter (Lindblad, 2011a). På ett liknande sätt kan en vokal representeras av dess två värden för F1 och F2 som en koordinatpunkt i ett F1-F2-diagram, där avstånd mellan olika koordinater (olika vokaler) kan beskriva ett vokalfälts sidor. (Lindblad, 2011a; Hodge, 2013).

Figur 1.

Vokalfyrsidning och F1 F2-diagram



Filpsen och Lee (2012) tog fram normaldata för vokalfält hos engelsktalande barn (amerikansk engelska) mellan 5–18 år (n=300). Data för F1 och F2 samlades in för vokalerna /i, u, æ, a/. Resultaten visade vokalfältstorlek som signifikant minskar i och med stigande ålder för båda kön. Könsskillnader var inte helt uppenbara förrän vid 16 års ålder. Filpsen och Lee (2012) diskuterade om denna typ av akustisk metod kan komplettera fonetisk transkription som de menar kan vara otillräcklig för att i detalj beskriva talets utveckling.

Vorperian & Kent (2007) genomförde en meta-analys med avsikt att integrera tidigare publicerad akustisk data i relation till utvecklingen av vokaler hos typiskt utvecklade barn (amerikansk engelska). Särskilt beaktades akustisk data för formantfrekvenser i relation till utvecklingen av talrörets anatomi. Flera huvudsakliga fynd gjordes. Genom att sammanställa akustisk data från 11 studier för F1 och F2 för vokalerna /i, u, æ, ɑ/ fann de att med tillväxt och stigande ålder: sänks formantfrekvenser vokalfält minskar i storlek och överlappar successivt mer i gruppen barn mellan 8 månader till 11 år. En trend med minskad variationsvidd för formantfrekvenser uppfattades där F1 tidigare tycks få mer stabila värden än F2 (särskilt stängda vokaler). De menar att denna trend delvis skulle kunna förklaras av dialektala skillnader (2007). Könsskillnader uppfattades för formantfrekvenser vid 4 års ålder som accentuerades ytterligare vid 8 års ålder då pojkar hade lägre formantfrekvenser. Könsskillnader för formantfrekvenser hade minst överlapp vid 16 års ålder. Förändringar i formantfrekvenser beskrevs som icke-linjära där formantfrekvenserna förändrades tydligt vid tidpunkter som associerades med tillväxtspurter i talröret. Könsskillnader innan 12 års ålder associerades med skillnader för form på talröret framför dess längd (Vorperian & Kent, 2007).

Jacewicz et al. (2011) fann att typiskt utvecklade barn med tre olika amerikanska engelska dialekter i åldrarna 8–12 år hade signifikant olika genomsnitt för F1 och F2 samt formantransitioner. Skillnaderna uppfattades när barnen producerade enskilda målord.

Anatomisk utveckling av talröret

Genom att studera MRI- och CT-bilder av orofarynx i lateralprojektion hos individer mellan 0–19 år fann Vorperian et al. (2009) att tillväxten av talröret (VT) var icke-uniform. Icke-uniform tillväxt av talröret innebär att de olika anatomiska strukturerna i orofarynx som utgör talröret mognar enligt olika tillväxttrender, tillväxthastigheter och tillväxttyper. Nio variabler undersöktes, där varje variabel definierades som ett avstånd mellan två punkter i

orofaryngeal anatomi, till exempel avståndet mellan glottis och läppar: Vocal Tract Length (VTL). Variablerna delades upp i två huvudgrupper: oralkaviteten (horisontella planet) och farynx (vertikala planet) (Vorperian et al., 2009).

För tillväxttrend fann Vorperian et al. (2009) att samtliga variabler visade en icke-linjär tillväxt de första 18 åren. Tillväxten är mer skyndsam i tidig barndom (4–6 års ålder) varefter tillväxt och mognad sker långsammare, med ökande tillväxthastighet i samband med puberteten omkring 12 års ålder. Signifikanta könsskillnader för tillväxttrend fanns för merparten av variablerna. Skillnaderna ökade främst efter 12 års ålder. För tillväxthastighet mätt i centimeter per månad uppfattades en generellt minskande tillväxthastighet de första 8 åren som sedan övergick i en gradvis ökning mellan 8–14 års ålder. Tillväxttyp beskrev hur skyndsamt en variabel mognade procentuellt och definierades följa antingen somatisk eller neural tillväxtskurva, eller en hybrid av båda. Somatisk tillväxtskurva beskrevs innebära en långsammare mognad där anatomi nådde 25–40% mognad i tidig barndom. Neural tillväxtskurva innebar att 80% mognad nåddes i tidig barndom. Hybrid innebar en kombination av båda. De flesta av variablerna följde övervägande somatisk tillväxtkurva eller hybrid. För variabler i farynx uppfattades dessa främst följa somatisk tillväxt medan strukturer i oralkaviteten följde hybrid mellan somatisk/neural eller neural/somatisk, sålunda uppfattades anatomi i oralkaviteten nå mognade före anatomi i farynx (Vorperian et al., 2009).

Påverkade vokalfält och formanter vid atypisk talspråksutveckling

Akustiska parametrar för dysartriskt tal hos barn och ungdomar med cerebral pares (CP) har intresserat flertalet forskare (Allison et al., 2017; Carl & Itch, 2021; Mou et al., 2019). Mou et al. (2019) undersökte akustiska parametrar för dysartriskt tal hos barn och ungdomar med CP (5–15 år) samt typiskt utvecklade och fann en signifikant skillnad för vokalfältens storlek, där barn med CP hade mindre vokalfält. Likaså fann Allison et al.

(2017) mindre vokalfält och interkvartilavstånd för F2 hos 5-åriga barn med CP i jämförelse med jämnåriga barn med typisk utveckling. Detta gällde främst för ord som ställde större krav på snabb förändring av talrörets form. Ungdomar med CP uppvisade i studien av Carl och Icht (2021) mer centraliserade F1 och F2 i jämförelse med personer med typisk utveckling vilket ledde till minskad förståelighet.

Andra grupper där vokalproduktion undersökts är vid Downs syndrom. I Bunton och Leddys (2011) fallstudie för vokalproduktion hos två personer med Downs syndrom, fann man nedsättningar i förståeligheten för enskilda ord i talproduktionen i jämförelse med personer med typisk utveckling. Minskad förståelighet relaterades till reducerat vokalfält och att artikulatorerna rörde sig långsammare hos de två individerna med Downs syndrom.

Núñez-Batalla et al. (2019) undersökte vokalproduktionen hos förspråkligt döva barn (n=56) som antingen fått cochleaimplantat eller hörapparat. F1 och F2 undersöktes för /a, e, i, o, u/ varefter vokalfältets storlek beräknades. Vid jämförelse mellan de två experimentgrupperna fanns signifikanta skillnader för genomsnittliga F2. Jämfört med en kontrollgrupp med typiskt utvecklade jämnåriga hade även de två experimentgrupperna signifikanta skillnader för genomsnittliga F2. För F1 fanns inga signifikanta skillnader mellan grupperna.

Sammanfattning

Vid typisk talspråksutveckling anses fonematiska kontraster för vokaler vara färdigställda mellan 3–7 års ålder (Dodd et al., 2003; Pollock & Berni, 2003; Nettelblatt, 2007). I och med tillväxt av talröret sjunker formantfrekvenser och vokalfält minskar i storlek (Flipsen & Lee, 2012; Vorperian & Kent, 2007; Vorperian et al., 2009). Tillväxten av den orofaryngeala anatomin i talröret är icke-linjär med ålder och har en snabbare tillväxt i början av barndomen (4-6 års ålder) varefter mognad nås med långsammare tillväxthastighet och ytterligare tillväxtpurt efter cirka 12 års ålder (Vorperian et al., 2009).

Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka F1 och F2 i svenskans nio långa vokaler /ɑ:, ε:, u:, o:, i:, e:, ø:, y:, ɤ:/ och avstånd mellan vokalerna /i:, ɑ:, u:, ε:/ i vokalfält hos barn med typisk talspråksutveckling i årskurs 3-5 som har svenska som ett av sina modersmål.

Frågeställningar

- Vilka genomsnittliga F1, F2 finns för svenskans nio långa vokaler /ɑ:, ε:, u:, o:, i:, e:, ø:, y:, ɤ:/ för det studerade åldersintervallet 9:3-12:2?
- Finns det signifikanta skillnader för genomsnittliga F1, F2 och vokalfälts sidor vid ytterligare gruppindelning av åldersintervallet?

Metod

Skolor

I det inledande rekryteringsarbetet kontaktades 30 skolor. Rektorer kontaktades i följande 7 skånska kommuner: Lomma, Lund, Kävlinge, Malmö, Staffanstorps, Svedala och Vellinge. Valet av skolor baserades på sökningar ur Skolverkets elevstatistik. Skolor i ovan nämnda kommuner kontaktades som hade en andel elever med utländsk bakgrund $\leq 25\%$. En skola i Lunds kommun tackade ja till deltagande i studien. Skolans lärare blev tilldelade ett informationsbrev om studien av skolans rektor (bilaga 3). Lärarna tilldelades även ett utskick som innehöll ett informationsbrev riktat till barnet (bilaga 1), två informationsbrev för vårdnadshavarens underskrift (bilaga 2), varav en kopia till klassmentor, samt ett frågeformulär där vårdnadshavare fick besvara frågor om barnets talspråksutveckling (bilaga 4).

Frågeformulär

Frågeformuläret (bilaga 4) som besvarades av barnens vårdnadshavare utvecklades som ett instrument för att avgöra om barnen övergripande kunde anses ha haft en typisk talspråksutveckling eller inte. Totalt innehöll det 9 frågor. Frågorna relaterade till

talproduktion och vad som kan tänkas påverka eller misstänks ha påverkat dess utveckling, till exempel utvecklingsstörning med påverkad orofacial och faryngeal anatomi, hörselnedsättning, dysartri m.m.

Deltagare

Totalt tackade 44 barn ja till att delta och 43 av dessa fullföljde deltagandet. Barnen gick i årskurs 3, 4 och 5 och var mellan 9:3–12:2 år gamla ($m=10.85$, $sd= 0.91$). Samtliga barn hade svenska som ett av sina modersmål. Sju barn uteslöts då de hade jakande svar på fråga 7 ur frågeformuläret: "Har ert barn utretts och behandlats av logoped för tal och uttal?". Totalt ingick därefter 36 barn i beräkningarna vilka hade besvarat frågeformuläret på följande sätt. Ett barn hade jakande svar på fråga 9: "Har ert barn diagnostiserats med *specifika läs- och skrivsvårigheter/dyslexi* av en legitimerad logoped?". Åtta barn hade jakande svar för fråga 8a och 8b: "Talar ert barn något annat språk än svenska? – Är svenska ett modersmål för barnet?". Samtliga hade nekande svar för fråga 1 till och med 6, vilka behandlade avvikande anatomi, hörselnedsättning, dysartri, taldyspraxi, röstbesvär och neurologiskt trauma. För frågeställning två delades åldersintervallet upp i två grupper: 9:3–11:0 och 11:1–12:2. Gruppindelningen utformades dels baserat på Vorperian och Kents (2007) åldersintervall där 11:0 var maximum, dels med hänsyn till jämstor gruppindelning. Information om grupp fördelningen finns i tabell 1.

Tabell 1.

Information om deltagarna i grupperna

	GRUPP 9:3–11:0	GRUPP 11:1–12:2
KÖN (P/F)	6/11	8/11
MODERSMÅL (SV)	17	19
ÅRSKURS		
3	10	-
4	7	3
5	-	16

Material

Eliciteringsmaterialet bestod av nio grafiska illustrationer (bilaga 5) hämtade från hemsidan pixabay.com (2022) som tillhandahåller gratis illustrationer. Bilderna innehöll var och en någon av svenskans nio långa vokaler [ɑ:, ε:, u:, o:, i:, e:, ø:, y:, ɞ:]. Målorden var enstaviga med någon av följande stavelsestruktur CVC (7), CCVC (1) och CV (1). De utvalda målordens fonetiska transkription var följande: /tɑ:k/, /rɛ:v/, /bu:k/, /so:g/, /spi:s/, /te:/, /lø:k/, /ty:g/, /hɞ:s/ (se bilaga 5). De nedladdade bilderna modifierades i mjukvaran ms.paint genom att en textremsa med objektets motsvarande bokstavering lades till. En huvudburen mikrofonen användes för inspelning, Deltaco hl-30. Frekvensomfång är 16 Hz - 16 000 Hz. Inspelningar gjordes i programvaran Praat version 6.2.12 (2022) med samplingfrekvens 44 100 Hz.

Procedur

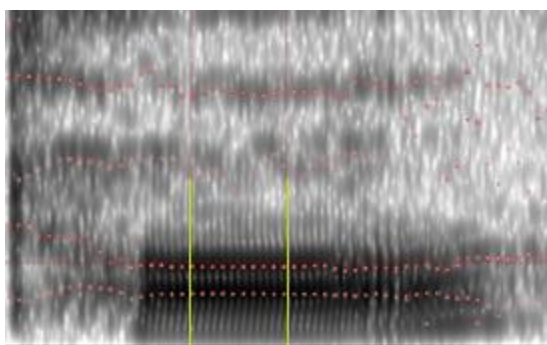
De deltagande barnen spelades in enskilt i ett tyst rum på skolan. Innan inspelningen påbörjades samlades frågeformulär och godkännande för deltagande ifyllt av vårdnadshavare in. Forskningsledaren hjälpte deltagarna att ta på sig den huvudburna mikrofonen. Barnet instruerades att det skulle få titta på bilder, där varje bild skulle benämnas en gång med ett ord. Bilderna var staplade ovanpå varandra och testledaren vände bilderna. Ifall barnet av någon anledning var osäker på vad hen såg fanns ordet skrivet nederst på varje bild. Bilderna var synliga för både testledare och barnet samtidigt. Innan inspelningen påbörjades fick barnet genomföra en testomgång där andra bilder visades för barnen: /vɑ:l/, /ri:s/, /je:t/ och /fo:r/. Ifall barnet benämnde bilderna rätt fortsatte inspelningen. Ifall barnet benämnde en testbild på annat sätt än med ett ord till exempel: “det är en såg”, “en liten rävm” ombads barnet att bara använda ett ord.

Akustisk analys

Primärt utfördes den akustiska analysen med automatisk formantspårning av F1 och F2 i programvaran Praat. Bedömningarna baserades på cirka 10 glottispulser i medial tidsposition för vokaldurationen samt där formanttransitionen bedömts som förhållandevis jämn (se figur 2.). När diftongering förekom uppmättes medelvärde för F1 och F2 i ungefärlig medial position på formanttransitionen, antingen upp mot ett maximum eller ned mot ett minimum, se figur 3. För några inspelningar uppmättes formanttransitioner som var särskilt ojämna i Praats formantspårning. I dessa fall stängdes Praats formantspårning av och i stället gjordes en visuoperceptuell bedömning av vokalens svärtningsgrad i bredbandsspektrogramet för att bedöma genomsnittligt formantvärde. I de fall där inga av ovanstående metoder kunde tillämpas, till exempel på grund av betydande bakgrundsbuller, registrerades inte den aktuella formanten för vidare statistisk analys i SPSS. Bortfall av formantfrekvenser var 3,9%, 25 formantfrekvenser av 648.

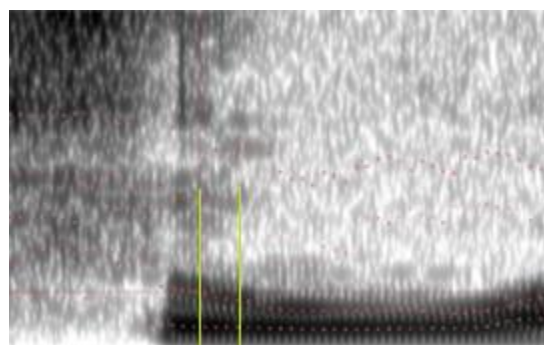
Figur 2.

Akustisk analys i praat av F1 och F2 för /a:/



Figur 3.

Akustisk analys i praat av F1 och F2 för /ou̯/



Beräkning genomsnittliga avstånd mellan vokaler /i, u, ε, α/

Beräkningen av genomsnittliga avstånd mellan vokalerna i ett vokalfält inspirerades av Vorperian och Kent (2007) som sammanställde data och medelvärden för F1 och F2 för /i, u, æ, α/. I denna studie kom avstånd mellan vokaler att baseras på /i, u, ε, α/, vilka grundades

på varje deltagares F1 och F2 värden i datasetet. För att beräkna avstånd mellan vokaler tillämpades Pythagoras sats i SPSS syntax, varefter motsvarande sidor i vokalfältet togs fram (där varje vokal motsvarade en koordinatpunkt för vokalens F1- respektive F2-värde). Nedan följer formlerna för avståndberäkning mellan respektive vokal i vokalfältet:

$$\text{Avstånd /i-ε/} = \sqrt{((F2i - F2ε)^2) + ((F1i - F1ε)^2)}$$

$$\text{Avstånd /i-u/} = \sqrt{((F2i - F2u)^2) + ((F1i - F1u)^2)}$$

$$\text{Avstånd /ε-α/} = \sqrt{((F2ε - F2α)^2) + ((F1ε - F1α)^2)}$$

$$\text{Avstånd /α-u/} = \sqrt{((F2α - F2u)^2) + ((F1α - F1u)^2)}$$

Dataanalys

Kolmogorv-Smirnov (KS) uppmätte $p \geq 0.089$ för 16 av 18 formanter (F1 /o/ och F2 /e/ $p < 0.05$). En grafisk analys gjordes för de två histogram med KS $p < 0.05$. Visuoperceptuellt bedömdes dessa två histogram inte vara helt olika en normalfördelningskurva. Därmed beslutades att parametrisk statistik skulle användas i de statistiska analyserna. IBM SPSS Statistics version 28 användes för statistiska beräkningar. För både frågeställning 1 och 2 exkluderades deltagare med jakande svar på fråga 7 *logopedkontakt och behandling*. För frågeställning 2 om gruppjämförelser användes gruppindelningen 9:3–11:0 och 11:1–12:2. Oberoende t-test genomfördes för att jämföra skillnader mellan åldersgrupperna för enskilda F1 och F2. Oberoende t-test genomfördes också för att jämföra skillnader för genomsnittliga avstånd mellan vokalerna för samma åldersgrupper. För jämförelser gällande F1 och F2 bestämdes alfa-nivån $0.05/9 \approx 0.006$ då 9 vokaler jämfördes. För jämförelser av avstånd mellan vokalerna bestämdes alfa-nivån $0.05/4 \approx 0.013$, då 4 avstånd jämfördes.

Etiska överväganden

Samtliga deltagare och vårdnadshavare informerades att deltagandet i studien var helt frivilligt. Vårdnadshavarnas skriftliga samtycke inhämtades innan datainsamlingen

påbörjades. Barnet och/eller vårdnadshavarna kunde när som helst välja att avbryta deltagandet utan några konsekvenser. Barnen och vårdnadshavare informerades att endast ljudinspelning var aktuellt – inte video. Vidare informerades de också att deltagandet endast innebar en inspelning. De personer som inkluderades i studien pseudonymiserades för att skyddas integritetmässigt. Barnen, vårdnadshavare, rektor och lärare informerades också att projektplanen var godkänd av forskningsetiska kommittén vid Avdelningen för logopedi, foniatri, och audiologi vid Lunds universitet.

Datan lagrades på en hårddisk som var lösenordskyddad så att inga obehöriga kunde ta del av den. Inga personnummer eller namn registrerades i den kodade datan i SPSS. Barnen som deltog i studien fick i samband med ljudinspelningen en unik sifferkod vilken också användes som deltagarnummer i SPSS-filen. När examensarbetet blev godkänt förstördes all insamlad data.

Gällande risker med studien är det tänkbart att barnen upplevde sitt deltagande som tråkigt och ställde sig frågande hur deltagandet var relevant. Barn med jakande svar på fråga 7 ur frågeformuläret kan även tänkas ha upplevt inspelningen som påfrestande, särskilt om de hade en medvetenhet om avvikande uttal. Deltagandet innebar inte heller någon uppenbar nytta för det enskilda barnet. Barnens gemensamma bidrag kan eventuellt bidra till en diskussion om normaldata för formantfrekvenser och vokalfält i det studerade åldersintervallet.

I projektets början var ambitionen att undersöka vokalfält hos barn som diagnostiserats med dyslexi och jämföra dessa med barn med typisk talspråsutveckling. Denna idé ändrades efter avslutad datainsamling då för få barn hade rekryterats med diagnosen. I bilagor återfinns dokument som nämner studiens ursprungliga målsättning och är alltså de dokument som rektorer, lärare, vårdnadshavare och barn tagit del av.

Resultat

Genomsnittliga formantfrekvenser

Deskriptiv data för samtliga deltagares F1 och F2 värden för /ɑ, ε, u, o, i, e, ø, y, ʉ/ sammanställdes i ett punktdiagram, diagram 1. Baserat på dessa datapunkter beräknades genomsnittliga formantfrekvenser för hela åldersintervallet 9:3–12:2 för de 36 inkluderade deltagarna, resultatet framgår enligt tabell 2. Lådagram för samtliga formanters variationsvidd presenteras i diagram 2.

Tabell 2.

Genomsnittliga F1 F2 (Hz), åldersintervall 9:3–12:2

Formant	Minimum	Maximum	Medelvärde	SD
F1 /o/	445.83	610.57	512.29	40.20
F1 /u/	404.59	571.36	490.34	43.55
F1 /y/	354.21	604.11	477.83	55.78
F1 /e/	426.84	642.14	497.37	48.77
F1 /ʉ/	383.33	605.51	477.42	54.87
F1 /i/	337.96	618.97	481.53	60.87
F1 /ø/	616.55	891.61	748.27	72.64
F1 /ε/	625.81	1107.55	892.68	103.78
F1 /ɑ/	558.12	856.40	738.13	78.00
F2 /o/	686.80	1183.43	966.20	105.60
F2 /u/	687.52	1018.41	871.95	84.34
F2 /y/	2076.05	2891.21	2450.31	214.12
F2 /e/	2404.91	3240.57	2849.88	211.87
F2 /ʉ/	1806.86	2407.82	2062.14	138.10
F2 /i/	2095.47	3010.91	2470.87	223.87
F2 /ø/	1399.62	1933.78	1641.20	144.78
F2 /ε/	1617.19	2140.88	1877.56	131.85
F2 /ɑ/	958.30	1314.02	1120.67	109.44

Gruppjämförelse F1 F2, 9:3–11:0 11:1–12:2

Oberoende t-test för F1 och F2 för samtliga vokaler i gruppindelningen 9:3–11:0 och 11:1–12:2 genomfördes. Inga signifikanta skillnader fanns mellan grupperna för genomsnittliga F1 eller F2 ($p > 0.006$). Resultatet presenteras i sin helhet i tabell 3.

Diagram 1.

Punktdiagram F1 F2 (Hz), 9:3–12:2 år

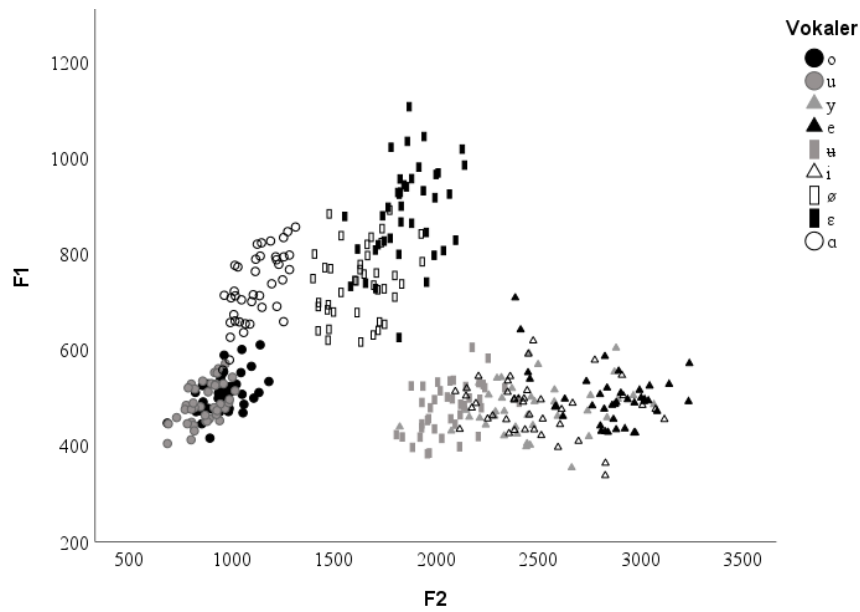
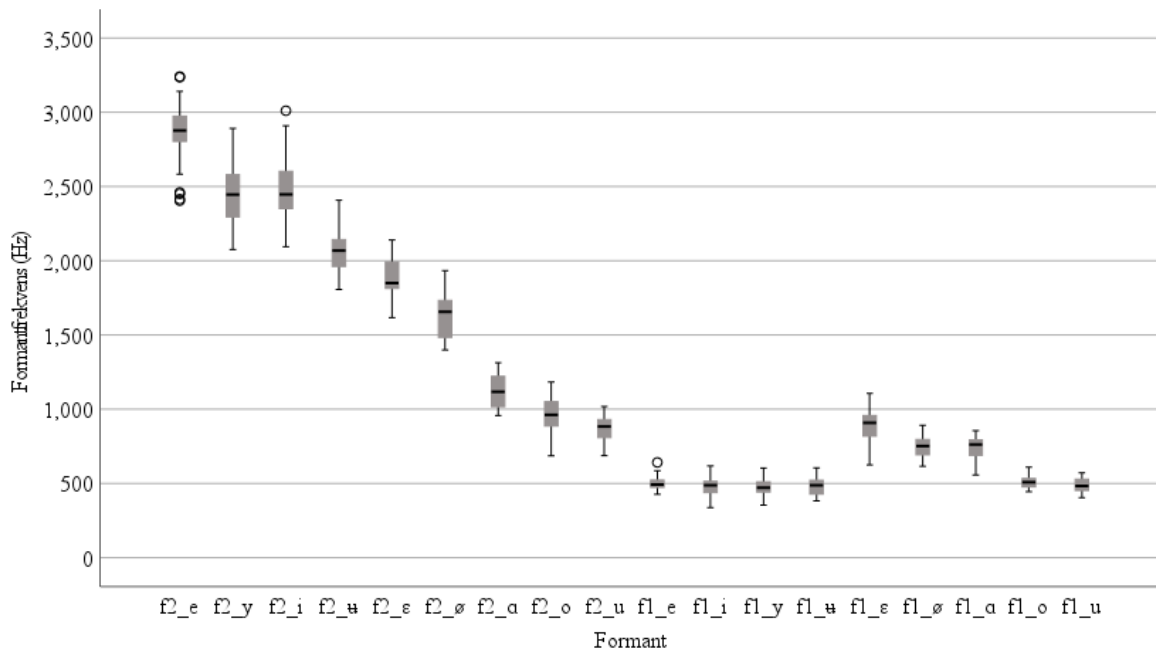


Diagram 2.

Spridning formantfrekvenser F1 F2 (Hz), 9:3–12:2 år



Tabell 3.

Gruppjämförelse medelvärde F1 F2 (Hz), 9:3–11:0, 11:1–12:2 år

Formant	M 9:3-11:0 (SD)	M 11:1-12:2 (SD)	t (df)	p
F1 /o/	519.70 (47.31)	505.71 (32.62)	1.013 (32)	0.319
F1 /u/	493.29 (48.21)	487.71 (40.09)	0.379 (34)	0.707
F1 /y/	484.08 (58.4)	472.56 (54.50)	0.603 (33)	0.551
F1 /e/	504.05 (53.78)	491.75 (44.83)	0.738 (33)	0.466
F1 /ɘ/	492.05 (57.18)	464.33 (50.64)	1.543 (34)	0.132
F1 /i/	482.72 (67.18)	480.53 (56.87)	0.104 (33)	0.918
F1 /ø/	776.39 (69.90)	726.07 (68.51)	2.108 (32)	0.043
F1 /ɛ/	912.84 (85.99)	874.76 (116.88)	1.070 (32)	0.293
F1 /ɑ/	743.52 (67.21)	734.15 (86.68)	0.337 (31)	0.739
F2 /o/	1005.14 (110.08)	931.59 (90.89)	2.133 (32)	0.041
F2 /u/	892.83 (80.91)	853.27 (85.04)	1.426 (34)	0.163
F2 /y/	2517.47 (235.93)	2393.75 (181.20)	1.754 (33)	0.089
F2 /e/	2911.36 (229.50)	2798.10 (186.29)	1.612 (33)	0.116
F2 /ɘ/	2126.26 (117.34)	2008.15 (133.49)	2.754 (33)	0.01
F2 /i/	2519.81 (293.72)	2429.66 (137.33)	1.194 (33)	0.241
F2 /ø/	1605.07 (139.78)	1669.72 (145.90)	-1.307 (32)	0.201
F2 /ɛ/	1898.00 (123.69)	1859.40 (139.65)	0.848 (32)	0.402
F2 /ɑ/	1158.15 (103.66)	1093.06 (107.87)	1.741 (31)	0.092

Gruppjämförelse, genomsnittliga avstånd vokaler /i, u, ε, α/

Vid gruppjämförelse för genomsnittliga avstånd mellan vokalerna /i, u, ε, α/ fanns inga signifikanta skillnader mellan de två olika grupperna ($p > 0.013$). Resultaten framgår enligt tabell 4.

Tabell 4.

Gruppjämförelse, 9:3-11:0 11:1-12:2, avstånd vokaler

Avstånd	M 9:3-11:0 (SD)	M 11:1-12:2 (SD)	t (df)	p
Avstånd /i-u/	1627.69 (286.20)	1577.66 (183.79)	0.625 (33)	0.536
Avstånd /i-ε/	770.15 (254.11)	715.37 (142.80)	0.780 (31)	0.441
Avstånd /ε-α/	759.41 (134.51)	777.21 (143.47)	-0.358 (30)	0.723
Avstånd /α-u/	385.15 (78)	354.78 (126.07)	0.794 (31)	0.433

Diskussion

Frågeställning 1

Den deskriptiva datan som studerats i frågeställning 1 avseende hela åldersintervallet 9:3-12:2 år och medelvärden för F1 och F2 visar att F1 för de nio vokalerna överlag tenderar att ha mindre variationsvidd än F2, vilket teoretiskt stämmer överens med Vorperian och Kents (2007) analys att F1 tidigare tycks nå mer stabila värden än F2 hos barn.

Både F1 och F2 för /i/ och /y/ visar snarlika medelvärden. En marginellt mindre skillnad uppfattas i resultatet för F1 och F2- medelvärden för /y/ jämfört med /i/ (se tabell 2 och diagram 2). I frågeställning 1 har dessa skillnader inte undersökts för statistisk signifikans. Det observandum som ändå görs är att det marginellt mindre medelvärdet för /y/ i jämförelse med /i/ teoretiskt följer regeln för läpprundning som konstaterar att rundning sänker samtliga formantfrekvenser. När /i/ och /y/ definieras efter vokalfrysningen (figur 1) är de båda främre slutna men åtskiljs för läpprundning, där /y/ rundas, vilket alltså sänker samtliga formantvärden då talröret förlängs (Lindblad, 2011a; Núñez-Batalla, 2019; Hodge, 2013; Vorperian & Kent, 2007).

F1 och F2 för /o/ och /u/ visar också snarlika medelvärden. När /o/ och /u/ definieras efter vokalfrysningen (figur 1) är de båda bakre rundade vokaler men särskiljs för grad av öppenhet där /u/ är sluten och /o/ halvsluten (Lindblad, 2011a). Eftersom /o/ realiseras med något mer öppen oralkavitet än /u/ är det också rimligt att medelvärdet för F1 /o/ är något högre, då ökad slutning i oralkaviteten korrelerar med lägre F1 (Lindblad, 2011a; Núñez-Batalla, 2019; Hodge, 2013; Vorperian & Kent, 2007). Vad gäller likartade medelvärden för F2 beskrivs att F2 korrelerar med anteroposterior position av tungan i oralkaviteten, eftersom /o/ och /u/ har samma anteroposteriora inställning (bakre vokal) är det också rimligt att medelvärden för F2 är likartade. Likt de diskuterade medelvärden för /y/ och /i/ får dessa resonemang om /o/ och /u/ uppfattas som observandum som tycks stämma överens med den teoretiska beskrivningen av tumregler för hur F1 och F2-värden påverkas.

Vokalen /e/ har i resultatet högst medelvärde för F2. Tillsammans med formantspårningarna i Praat uppfattades på auditiv perceptuell grund att vokalen /e/ realiseras som /i/ i några inspelningar, vilket delvis skulle kunna förklara det höga genomsnittliga F2-värdet.

/ɛ/ uppfattas ha störst variationsvidd av alla F1. Vid inspelningstillfällena och vid akustisk analys i Praat uppfattades målordet /rɛ: v/ perceptuellt realiseras som både /rɛ: v/ och /ræ: v/, vilket delvis skulle kunna förklara denna variationsvidd. [æ] som svensk allofon till [ɛ] har ytterligare något ökad öppningsgrad i oralkaviteten, därmed något högre F1. Det är därför tänkbart att allofonvariation bidrar till den ökade variationsvidden för /ɛ/ i resultatet eftersom ökad öppenhetsgrad i oralkaviteten höjer F1, särskilt för främre vokaler (Lindblad, 2011a; Núñez -Batalla, 2019; Hodge, 2013; Vorperian & Kent, 2007).

Frågeställning 2

Inga signifikanta skillnader fanns för genomsnittliga F1 och F2 mellan de två åldersgrupperna 9:3–11:0 och 11:1–12:2. Både Vorperian och Kent (2007) samt Flipsen och

Lee (2012) menar att formantfrekvenser sjunker med ålder, i tabell 3 utläses att gruppen 11:1–12:2 har lägre formanter för samtliga vokaler utom /ø/, men alltså inte signifikant lägre. Icke-signifikanta resultat visar en större variation inom grupperna än mellan dem för genomsnittliga formantfrekvenser. Resultatet är inte oväntat då båda grupperna bör innehålla deltagare som har färdigställt sina fonemordförråd vad gäller vokalproduktion och där deltagarna samtidigt befinner sig i ett åldersintervall som definieras av något långsammare tillväxhastighet av orofaryngeala strukturer och därmed tänkbart långsammare sänkning av formantfrekvenser (Dodd et al., 2003; Pollock & Berni, 2003; Nettelblatt, 2007; Vorperian et al., 2009).

I denna studie uppfattas att det inte finns signifikanta skillnader för avstånd mellan vokaler /i, u, ε, α/ för de två åldersgrupperna 9:3–11:0 och 11:1–12:2 vilket teoretiskt överensstämmer med Flipsen och Lee (2012) samt Vorperian och Kents (2007) slutsatser att vokalfält minskar med stigande ålder och överlappar successivt mer hos barn i åldersintervallet 8 månader till 11 år. Även detta resultat är inte oväntat eftersom grupperna befinner sig i ett åldersintervall då tillväxten av orofaryngeal anatomi är långsammare än i tidig barndom och efter tillväxtpurter associerade med puberteten efter 12 års ålder (Vorperian et al. 2009).

Metoddiskussion

Huruvida denna studies resultat representerar normaldata för barn med typisk talspråksutveckling i åldrarna 9:3–12:2 kan endast diskuteras med försiktighet. I bakgrunden beskrivs att signifikant dialektal variation syns i liknande åldersintervall för både genomsnittliga formantvärden och för formanttransitioner hos barn med typisk talspråksutveckling (Jacewicz et al., 2011). I denna studie har endast barn från en skola i en svensk kommun studerats, därför är det tänkbart att andra formantvärden och avstånd mellan vokaler i vokalfält skulle kunna finnas om andra dialekter studerades.

I denna studie har barn grupperats efter ålder men inte kön. Vorperian och Kent (2007) diskuterar könsskillnader inom liknande studerade åldersintervallet för formantfrekvenser och fann könsskillnader innan 12 års ålder. Dock menar de samtidigt att vokalfält och formantfrekvenser har studerats efter både kronologisk ålder och kön och att det inte är helt förklarat vilken parameter som är mest lämplig som oberoende variabel (Vorperian & Kent, 2007). Flipsen och Lee (2012) noterar att könsskillnader för F1 och F2 förekommer innan puberteten samtidigt som dessa blir tydligast accentuerade vid 16 års ålder. Kronologisk ålder som index för talutveckling har använts i en majoritet av studier då förhållandet mellan tillväxt av talröret och formantfrekvensers värde varit välkänd (Vorperian & Kent, 2007). Sålunda finns det anledning att undersöka både kön och kronologisk ålder kopplat till vokalfält och utvecklingen av F1 och F2.

Under inspelningarna noterades möjligt bakgrundsbuller i inspelningsrummet som inte gick att påverka, till exempel ljud från ventilation och element. Om detta bakgrundsbuller signifikant har påverkat inspelningarna och därmed mjukvarans möjlighet till korrekt formantspårning har inte kunnat verifieras med akustiska mätningar.

Vad gäller eliciteringsformen för studien används bara enstaviga ord för att studera F1 och F2 samt avstånd mellan vokaler. Därmed är inte den fonetiska kontexten uttömmande vad gäller produktion av vokaler i initial, medial eller final position. Eliciteringen är också endast för enskilda ord och inte fras eller meningar, vilket annars skulle kunna tänkas bidra med ökad variation för F1 och F2-data i vokalproduktionen till följd av koartikulation (Lindblad, 2011b). Varje barns vokalproduktion var också begränsad till en realisation per vokal då varje bild benämndes en gång. Detta innebar att variation inom individen för vokalproduktion uteblev, vilket är en svaghet med metoden och är en viktig faktor som gör att studiens resultat inte kan generaliseras eller anses representera normaldata. Den enskilda produktionen av varje vokal kan dock diskuteras vara ett grovt mått för det studerade

åldersintervallet för förväntade värden för F1 och F2 samt avstånd mellan vokaler som är en aspekt av F1 och F2-värden.

Frågeformuläret som instrument används för att ta ställning till deltagarnas talspråksutveckling och om denna med grovt mått kan anses vara typisk eller inte. Det är sålunda viktigt att poängtera att frågeformuläret inte innebär en möjlighet för respondenten att ge djupgående svar om barnets talspråksutveckling. Därför förutsätter frågeformuläret tillit till föräldrarna att de har kännedom nog om sitt barn för att besvara frågeformuläret på ett tillförlitligt sätt.

Kliniska implikationer

Denna studies resultat bedöms inte vara generellt tillämbart än som normaldata i samband med kliniskt arbete och uttal av vokaler. Studiens resultat tillför dock ny data till det logopediska fältet som med grovt mått indikerar att barn med typisk talspråksutveckling i åldersintervallet 9:3-12:2 år inte varierar signifikant vad gäller genomsnittliga F1- och F2-värden i svenskans nio långa vokaler eller för avstånd mellan vokaler /i, u, ε, α/ i vokalfält. Som ovan nämnt är metoden inte uttömmande vad gäller förväntade dialektala variationer för F1 och F2 hos barn med typisk talspråksutveckling eller fonetisk kontext. Framtida studier av formantfrekvenser och vokalfält hos barn i liknande åldersintervall skulle därför kunna undersöka dialektala variationer för formantfrekvenser hos barn med svenska som modersmål, liksom Jacewicz et al. (2011). I samband med kartläggning av sådan normaldata för formantfrekvenser är det tänkbart att även göra jämförelser för kön eller med andra kliniska grupper med påverkad talproduktion, till exempel dysartri i barndomen. Normaldata för vokalfält och formanter hos typiskt utvecklade barn kan användas som index för både talutveckling och för jämförelse vid atypiskt tal i samband med patologi (Flipsen & Lee, 2012; Vorperian & Kent, 2007). Det beskrivs att olika kliniska grupper avviker för sådana mått, till exempel ökad centralisering hos barn med dysartri sekundärt till CP eller hos barn

med hörselnedsättning (Alisson et al., 2017; Carl & Itch, 2021; Mou et al., 2019; Núñez - Batalla et al., 2019). Akustisk normaldata för det studerade åldersintervallet skulle kunna användas som komplement till perceptuella bedömningar av tal och uttal (Flipsen & Lee, 2012), till exempel i uppföljningsarbete för att mäta effekt av träning: har grad av centralisering minskat och de artikulatoriska gester blivit mer specifika? Utöver tidigare nämnda kliniska grupper i bakgrunden är det tänkbart att denna typ av normaldata skulle kunna användas i samband med bedömning och utvärdering hos andra kliniska grupper, till exempel vid fonologisk språkstörning eller dysartri i barndomen.

Slutsats

Deskriptiv data för genomsnittliga formantfrekvenser för hela åldersintervallet följer teori som beskriver att F1 möjligen har mer stabila värden tidigare än F2. Gruppjämförelser visar att det inte fanns signifikanta skillnader mellan de två grupperna 9:3-11:0 respektive 11:1-12:2, varken för formantfrekvenser eller avstånd mellan vokaler. Resultaten är inte direkt tillämpbara som normaldata i en klinisk miljö då fler aspekter bör undersökas för formanter och vokalfält, bland annat dialektala uttalsskillnader för samma åldersintervall och könsskillnader i en utökad fonetisk kontext.

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till alla barn som ställde upp med sitt deltagande i denna studie, utan er hade den aldrig blivit av. Ytterligare ett stort tack till vill jag rikta till rektor och lärare på Byskolan som tillät mig att vara på plats och utföra mina inspelningar. Anders Löfqvist, tack för din introduktion till ämnet vokalfält och din hjälp att hitta relevant litteratur. Susanne Schötz, tack för att du tog dig tiden att diskutera en lämplig metod utifrån studiens syfte och även för din feedback om Praat-användning.

Ketty Andersson, i processen att skriva min uppsats har det ibland känts tungrott och svårt att komma fram till vad nästa delmål skulle bli. Därför känner jag en stor tacksamhet för din snabba feedback där du haft en central roll att hjälpa mig få ett fågelperspektiv på mina tankar.

Tack Mai för att du klarat av alla de gånger jag behövt tänka högt om formanter och vokalfält.

Referenser

- Allison, K. M., Annear, L., Policicchio, M., & Hustad, K. C. (2017). Range and precision of formant movement in pediatric dysarthria. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 60*(7), 1864-1876. https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1044/2017_JSLHR-S-15-0438
- Bunton, K., & Leddy, M. (2011). An evaluation of articulatory working space area in vowel production of adults with Down syndrome. *Clinical Linguistics & Phonetics, 25*(4), 321-334. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.3109/02699206.2010.535647>
- Carl, M., & Icht, M. (2021). Acoustic vowel analysis and speech intelligibility in young adult Hebrew speakers: Developmental dysarthria versus typical development. *International Journal of Language & Communication Disorders, 56*(2), 283-298. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1111/1460-6984.12598>
- Ciocca, V., & Whitehill, T. L. (2013). The acoustic measurement of vowels. I Ball, M., & Gibbon, F. (Red). (2013). *Handbook of Vowels and Vowel Disorders* (1 uppl., s.113-137). Psychology press.
- Dodd, B., Holm, A., Hua, Z., & Crosbie, S. (2003). Phonological development: a normative study of British English-speaking children. *Clinical Linguistics & Phonetics, 17*(8), 617-643. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1080/0269920031000111348>
- Flipsen, P., & Lee, S. (2012). Reference data for the American English acoustic vowel space. *Clinical Linguistics & Phonetics, 26*(11-12), 926-933. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.3109/02699206.2012.720634>
- Hodge, M. M. (2013). Development of the vowel space in children: anatomical and acoustic aspects. I Ball, M., & Gibbon, F. (Red). (2013). *Handbook of Vowels and Vowel Disorders* (1 uppl., s.1-23). Psychology press.

- Jacewicz, E., Fox, R. A., & Salmons, J. (2011). Regional dialect variation in the vowel systems of typically developing children. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 54(2), 448-470. [https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1044/1092-4388\(2010/10-0161\)](https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1044/1092-4388(2010/10-0161))
- Lindblad, P. (2011a). *Talets akustik och perception* (2 uppl.). Göteborgs univ. Fonetik.
- Lindblad, P. (2011b). *Fonetikens grunder* (2 uppl.). Göteborg univ. Fonetik.
- Löfqvist, A., Sahlén, B., & Ibertsson, T. (2010). Vowel spaces in Swedish adolescents with cochlear implants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 128(5), 3064-3069. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1121/1.3466850>
- Mou, Z., Teng, W., Ouyang, H., Chen, Y., Liu, Y., Jiang, C., Zhang, J., & Chen, Z. (2019). Quantitative analysis of vowel production in cerebral palsy children with dysarthria. *Journal of Clinical Neuroscience*, 66, 77-82. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1016/j.jocn.2019.05.020>
- Nettelbladt, U., & Salameh, E. K. (2007). *Språkutveckling och språkstörning hos barn. D. 1, Fonologi, grammatik, lexikon*. Studentlitteratur AB.
- Núñez-Batalla, F., Vasile, G., Cartón-Corona, N., Pedregal-Mallo, D., de Castro, M. M., García, M. G., Fernández, C. P., & Llorente-Pendás, J. L. (2019). Vowel production in hearing impaired children: a comparison between normal-hearing, hearing-aided and cochlear-implanted children. *Acta Otorrinolaringologica (English Edition)*, 70(5), 251-257. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1016/j.otorri.2018.05.004>
- Pollock, K. E., & Berni, M. C. (2003). Incidence of non-rhotic vowel errors in children: Data from the Memphis Vowel Project. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 17(4-5), 393-401. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1080/0269920031000079949>

- Reetz, H., & Jongman, A. (2009). *Phonetics: Transcription, production, acoustics, and perception*. John Wiley & Sons.
- Vorperian, H. K., & Kent, R. D. (2007). Vowel acoustic space development in children: A synthesis of acoustic and anatomic data. *Journal of Speech, Language & Hearing Research, 50*(6), 1510-1545. [https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1044/1092-4388\(2007/104\)](https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1044/1092-4388(2007/104))
- Vorperian, H. K., Wang, S., Chung, M. K., Schimek, E. M., Durtschi, R. B., Kent, R. D., Ziegert, J. A., & Gentry, L. R. (2009). Anatomic development of the oral and pharyngeal portions of the vocal tract: An imaging study. *The Journal of the Acoustical Society of America, 125*(3), 1666-1678. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1121/1.3075589>

Bilagor

Bilaga 1. Deltagarbrev till barn

Hej till dig som går i årskurs 3–5!

Vill du vara med i min undersökning?

Jag heter Joakim Henriksson och går mitt sista år på logopedprogrammet på universitet i Lund. Den sista uppgiften jag ska göra är att undersöka hur barn i din ålder uttalar svenska vokaler - E, I, Y, Ä, Ö, A, O, U, Å. Jag behöver undersöka många barn för att ta reda på om ni liknar varandra eller inte. Jag ska också jämföra er med en mindre grupp barn som har dyslexi. Barn som har dyslexi har ofta mycket svårt att lära sig läsa och skriva.

I undersökningen kommer du att titta på bilder och berätta vad du ser. För att jag ska kunna jämföra dig med andra måste vi spela in ljudet med en mikrofon. Undersökningen tar inte lång tid, kanske 10 till 15 minuter.

Innan du kan vara med i undersökningen får dina föräldrar fylla i sitt godkännande på ett annat papper som följde med. Ni får tillsammans bestämma om du ska vara med i undersökningen. Om dina föräldrar tycker det är okej att du är med så skriver de sitt namn på det pappret du fått med dig hem. De får också fylla i ett papper med frågor. Eftersom jag vill undersöka hur de allra flesta barn uttalar vokaler i din ålder måste jag veta om du till exempel har haft svårt att höra när du var liten.

Om du vill vara med:

Prata med dina föräldrar om de tycker det är okej att du är med. Om de tycker att det är okej får de skriva sin namnteckning på informationsbrevet. Ta med dig kopian av dina föräldrars godkännande till klassmentorn, den andra behåller ni hemma. Vill du inte vara med alls så behöver du inte göra något mer.

Vill du sluta vara med efter att vi börjat inspelningen så är det okej. Säg bara till mig så tar jag bort din inspelning

Med vänliga hälsningar,
Joakim Henriksson, Logopedstudent, Lunds universitet

Handledare
Anders Löfqvist, Professor emeritus vid Logopedi, foniatri och audiologi, Lunds universitet

Ketty Andersson, Universitetsadjunkt vid Logopedi, foniatri och audiologi, Lunds universitet

Bilaga 2. Till vårdnadshavare för elev i årskurs 3–5

Jag heter Joakim Henriksson och går min sista termin på logopedprogrammet på Lunds universitet. Detta brev är skickat som en förfrågan till er vårdnadshavare om ni kan tänka er låta ert barn medverka i mitt examensarbete *Vokalfält hos svensktalande barn i årskurs 3–5*.

Syftet med examensarbetet är att undersöka hur typiskt utvecklade barn i årskurs 3–5 uttalar sina vokaler och jämföra detta med en pilotstudie med en grupp barn som diagnostiserats med dyslexi. För att göra detta behöver talet analyseras akustiskt, vilket betyder att man jämför de olika språkljudens (vokalernas) starka respektive svaga frekvenser i ljudsignalen. Som barn har vi mindre munhåla och svalg vilket gör att frekvenserna blir något högre. Undersökningen kommer att studera om det finns genomsnittliga frekvensvärden för barn i årskurs 3–5 och om de eventuellt är annorlunda hos barn med dyslexi.

Om ditt barn vill delta är det viktigt att ni vårdnadshavare godkänner deltagandet skriftligt (se nästa sida). Om ni godkänner barnets deltagande behöver ni också fylla i ett kort frågeformulär om barnets talspråkutveckling. Det är också viktigt att veta om ert barn har dyslexi. Om ni svarar ja på någon fråga i frågeformuläret kan barnet fortfarande delta.

Genomförande

Ditt barn kommer att vid ett enskilt tillfälle i skolans lokaler titta på bilder och säga vad hen ser (10–15 minuter tidsåtgång). Detta kommer att spelas in med hjälp av en huvudburen mikrofon, som jag tar med mig. Observera: endast ljud spelas in, *inte* video! När detta görs på många barn kan studien undersöka i vilken utsträckning barn med typisk språkutveckling liknar varandra i uttalet av svenska vokaler och om barnen med dyslexi eventuellt skiljer sig från denna grupp.

Allt insamlat material kommer att hanteras pseudonymiserat och inga obehöriga kan ta del av det. Inget personnummer eller namn registreras i den data som inhämtas. I stället för namn kommer ditt barn tilldelas en slumpmässig sifferkod i datafilen. Datan kommer att lagras på en hårddisk som är lösenordskyddad. De gånger hårddisken med lagrad data är kopplad till datorn är den inte uppkopplad mot internet av säkerhetsskäl. I samband med att uppsatsen publiceras kommer allt material att förstöras.

Medverkan i undersökningen är på alla sätt frivillig. Tillåter ni att barnet medverkar i studien så kan ni och/eller barnet ändå när som helst välja att avsluta medverkan - utan att behöva förklara varför. Denna undersökning är godkänd av forskningsetiska kommittén vid Avdelningen för logopedi, foniatri, och audiologi vid Lunds universitet. Rektor och lärare på ditt barns skola har även godkänt genomförandet.

Om ni önskar ytterligare information om studien kan jag kontaktas på e-postadressen nedan. Vill ni inte att ert barn medverkar i studien behöver ni inte göra någonting.

Med vänliga hälsningar,
Joakim Henriksson,
Logopedprogrammet Lunds universitet
jo7031he-s@student.lu.se

Handledare
Anders Löfqvist, Professor emeritus vid Logopedi, foniatri och audiologi, Lunds universitet
anders.lofqvist@med.lu.se

Ketty Andersson, Universitetsadjunkt vid Logopedi, foniatri och audiologi, Lunds universitet
ketty.andersson@med.lu.se

Samtycke

[] **Ja**, jag/vi tillåter att mitt/vårt barn medverkar i undersökningen “vokalfält hos barn i årskurs 3-5”

Blankett finns i två exemplar. Ett behåller ni för eget bruk och KOPIA överlämnas till klassmentorn av eleven.

Barnets namn: _____
Barnets födelsedatum: _____
Barnets kön
(pojke/flicka): _____
Namn på barnets skola: _____
Barnets klass: _____

*Observera att vid delad vårdnad krävs **båda** vårdnadshavarnas underskrift.*

Vårdnadshavares namnteckning: _____
Ort och datum: _____

Vårdnadshavares namnteckning: _____
Ort och datum: _____

Bilaga 3. Informationsbrev till lärare för elever i årskurs 3–5

Jag heter Joakim Henriksson och går min sista termin på logopedprogrammet på Lunds universitet. Detta brev presenterar kort mitt examensarbete: *Vokalfält hos svensktalande barn i årskurs 3–5*, samt ger information om rekrytering av elever. Medverkan i undersökningen är på alla sätt frivillig för eleverna. Undersökningen är godkänd av skolans rektor. Vidare är studiens utförande godkänd av forskningsetiska kommittén vid Avdelningen för logopedi, foniatri, och audiologi vid Lunds universitet.

Syftet med examensarbetet är att undersöka hur typiskt utvecklade barn i årskurs 3–5 uttalar sina vokaler och jämföra detta med en pilotstudie med en grupp barn som har diagnosen dyslexi. För att göra detta behöver talet analyseras akustiskt, vilket betyder att man jämför de olika språkljudens (vokalernas) starka respektive svaga frekvenser i ljudsignalen. Som barn har människan mindre munhåla och svalg vilket gör att frekvenserna blir något högre vid talproduktionen. I samband med anatomisk mognad och tillväxt sänks språkljudens frekvenser och könsskillnader blir mer uppenbar omkring 12 års ålder. Undersökningen kommer att studera genomsnittliga frekvensvärden för barn i årskurs 3–5 och om dessa eventuellt är annorlunda hos barn med dyslexi.

Genomförande

Elever kommer tilldelas ett utskick i vilket det ingår 3 dokument, om möjligt med hjälp av er lärare. Elever läser dessa hemma tillsammans med vårdnadshavare. I utskicket ingår ett informationsbrev riktat till eleven där hen själv kan läsa om studien, dess syfte samt själv ta ställning till om hen vill vara delaktig eller inte. Ett ytterligare informationsbrev (i två exemplar) är för vårdnadshavares godkännande - vårdnadshavare behåller ett exemplar och klassmentorn får det andra. Det ingår även ett frågeformulär som vårdnadshavare fyller i och som eleven tar med sig på dagen för inspelningen.

Elever som deltar i studien kommer att enskilt vid ett tillfälle att lyssna på inspelade ord och härma dessa. Tidsåtgången beräknas till max 15 minuter per elev. Detta kommer att spelas in med hjälp av en huvudburen mikrofon som jag tar med mig. **Observera:** endast ljud spelas in, *inte* video!

Allt insamlat material kommer att hanteras pseudonymiserat och inga obehöriga kan ta del av det. Inga personnummer eller namn registreras i den data som inhämtas. Datan kommer att lagras på en hårddisk som är lösenordskyddad. Vid de fall hårddisken med lagrad data är kopplad till datorn är datorn inte uppkopplad mot internet av säkerhetsskäl.

Vid examensarbetets slut förstörs all data. Vid ytterligare frågor om studien är ni välkomna att höra av er via email

Med vänliga hälsningar

Joakim Henriksson

Logopedstudent, logopedprogrammet Lunds universitet

jo7031he-s@student.lu.se

Handledare

Ketty Andersson, Universitetsadjunkt vid Logopedi, foniatri och audiologi, Lunds universitet ketty.andersson@med.lu.se

Anders Löfqvist, Professor emeritus vid Logopedi, foniatri och audiologi, Lunds universitet anders.lofqvist@med.lu.se

Bilaga 4. Frågeformulär

I detta frågeformulär får ni som vårdnadshavare besvara frågor om barnets utveckling. Detta är viktigt för att studien ska kunna undersöka hur uttalet av vokaler är hos barn med typisk talspråksutveckling. Kryssa över det alternativ som stämmer.

1. Har ert barn en medfödd funktionsnedsättning som påverkar/påverkat följande strukturer samt användning dem: läppar, tunga, munhålan, svalg och/eller struphuvud?
[ja] [nej]
2. Har ert barn en medfödd eller förvärvad hörselnedsättning?
[ja] [nej]
3. Har ert barn diagnostiserats med diagnosen *dysartri* av en legitimerad logoped?
[ja] [nej]
4. Har ert barn haft långvariga röstbesvär?
[ja] [nej]
5. Har ert barns tal blivit nedsatt till följd av plötsliga skador i hjärnan (t.ex bilolycka, drunkningstillbud, svårare sportolycka etc.)?
[ja] [nej]
6. Har ert barn diagnostiserats med diagnosen *taldyspraxi* av en legitimerad logoped?
[ja] [nej]

7. Har ert barn utretts och behandlats av logoped för tal och uttal?

[ja]

[nej]

8a. Talar ert barn något annat språk än svenska?

[ja]

[nej]

8b. Om ni svarade ja på fråga 8a: Är svenska ett modersmål för barnet?

[ja]

[nej]

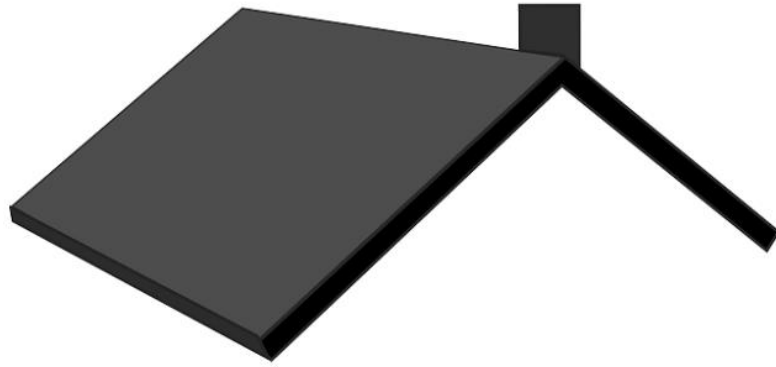
9. Har ert barn diagnostiserats med *specifika läs- och skrivsvårigheter / dyslexi* av en legitimerad logoped?

[ja]

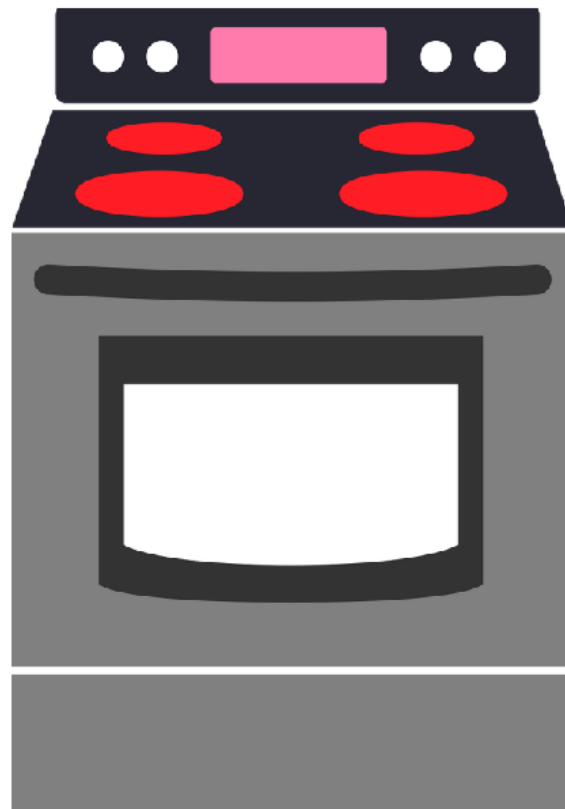
[nej]

Frågeformuläret tas med på inspelningsdagen. Logopedstudent informerar om datum för detta med hjälp av klassmentor.

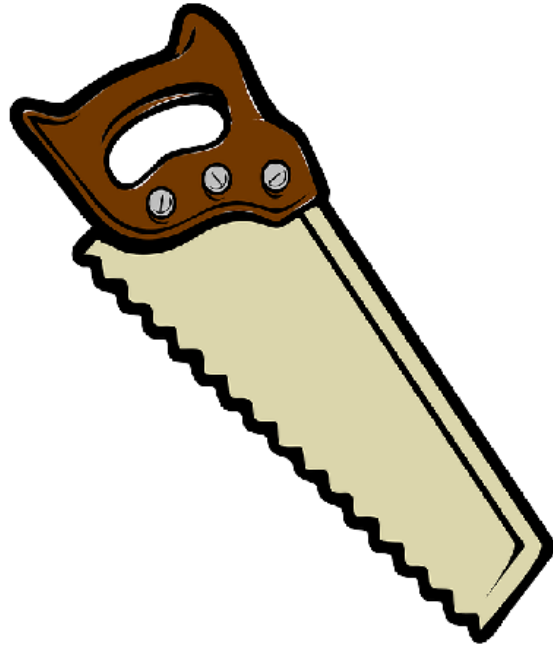
Bilagor 5. Bilder



Tak



Spis



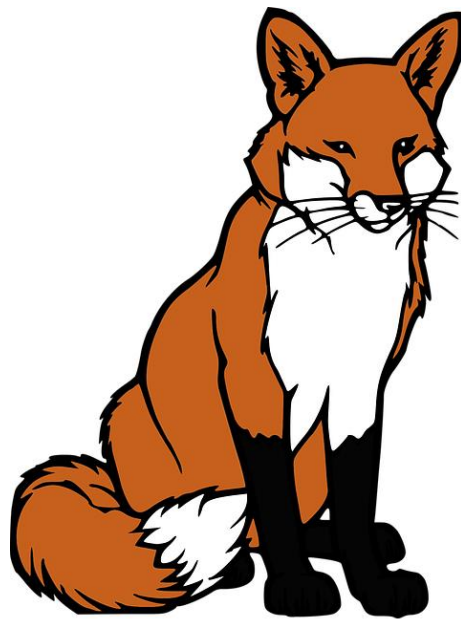
Såg



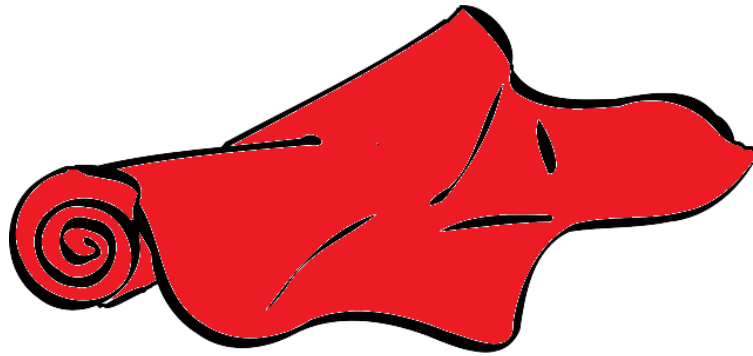
Te



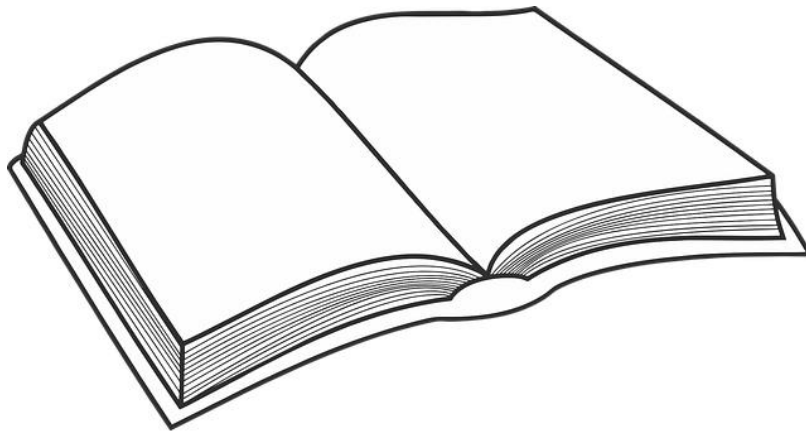
Hus



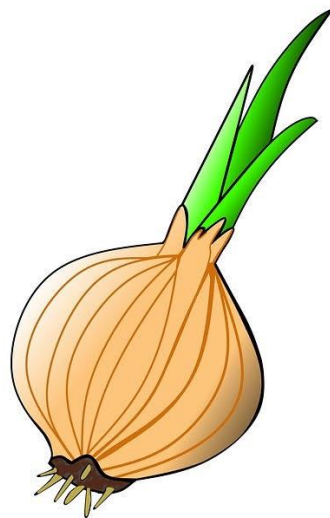
Räv



Tyg



Bok



Lök