

Havainnot suomen ja englannin sibilanttien kontekstuaalisesta variaatiosta¹

Timo Lauttamus (Joensuu)

Suomen fonologinen järjestelmä on sikäli kiintoisa, että siinä on vain kaksi frikatiivifoneemia, sibilantti /s/ ja spirantti /h/, kun sen sijaan esimerkiksi englannin kielessä niitä on yhteensä yhdeksän: sibilantit /s, z, ʃ, ʒ/ sekä spirantit /f, v, θ, ð, h/.² Yleisesti tunnettu väite lienee, että suomen kielen s-äänne erikoislaadun selittää fonologisen opposition puuttuminen. Suomen s-äänne sanotaan artikuloitavan »suhteellisen leveää kielen kourua käyttäen», ja tuloksena on »laimeasti sihahtava, muukalaisen korvaan enemmän š:ää kuin yleiseurooppalaista s:ää muistuttava» sibilantti (Hakulinen 1968: 21). Suomen s-äänne laadun on myös todettu riippuvan suuresti sen sana-asemasta ja äänneympäristöstä (Wiik 1973: 125, Sovijärvi 1963: 51—52).

Suomen s-äänne foneettisista ominaisuuksista on saatavissa melko vähän kokeellisia tuloksia (vrt. esim. Sovijärvi 1963, 1964). Tämän vuoksi katsoin tarpeelliseksi tehdä alustavan kokeen, jossa tutkin suomen s:n foneettisia ominaisuuksia sana-aseman ja äänneympäristön mukaan ja vertasin näitä ominaisuuksia germaanisen kielen sibilanttien vastaaviin ominaisuuksiin. Menetelmäksi valitsin akustisen ja vertailtavaksi kieleksi englannin. Kokeessa tutkin lähinnä kahta akustista parametria: 1) akustisen energian jakautumista Hz/dB-asteikossa ja 2) sibilanttien foneettista kestoa. Molemmat parametrit ovat tunnetusti tärkeitä akustisia vihjeitä puheen selväämisessä (esim. Shoup ja Pfeifer 1976: 171—224).

Suomen ja englannin fonologisten järjestelmien välisten erojen takia voidaan esittää hypoteesi, että suomen /s/:n akustiset ominaispiirteet ovat suuresti kontekstista riippuvia, kun taas englannin eri sibilanttifoneemit /s/, /z/, /ʃ/ ja

¹ Tässä artikkelissa esittämäni havainnot perustuvat vuonna 1975 raportoidun akustisen analyysin tuloksiin (Lauttamus 1975).

² Karlssonin (1974: 14) määritelmän mukaan suomen /h/ on soinniton, tasajatkuinen obstruentti. Lass (1976: 154) on esittänyt samankaltaisen määritelmän englannin /h/:sta. Sen sijaan Chomsky ja Halle (1968: 354) lukevat [h]:n »liukuäänteisiin» (»glides») glottaaliklusiiliin [ʔ] sekä puolivokaalien [j] ja [w] lisäksi.

/ʒ/³ ovat kontekstista riippumattomampia. Tämän hypoteesin todenperäisyyttä tarkastelen kolmen ennusteen valossa: 1) ei-labiaalisessa kontekstissa suomen /s/:n akustiset toteumat korreloivat lähinnä englannin [s]:n kanssa; 2) labiaalisessa kontekstissa suomen /s/:n toteumat korreloivat lähinnä englannin [ʃ]:n kanssa; 3) soinnillisessa ympäristössä (erityisesti vokaalien välissä) suomen /s/:n toteumat korreloivat lähinnä englannin [z]:n kanssa. Nämä ennusteet perustuvat käsitykseen, että viereisen vokaalin labiaalisuus tarjoaa optimiolot pientaajuisille hälykomponenteille (ns. akustinen »tummuus»), koska artikulatorisen konstriktion (äänilähteen) edessä olevan resonaattorin pituus kasvaa ja suuaukon pinta-ala pienenee (vrt. Fant 1970: 184).⁴ Koartikulaatioilmiön johdosta soinnillinen ympäristö tarjoaa puolestaan edulliset olot soinnille.

1. Koehenkilöksi valittiin yksi syntyperäinen brittienglantia puhuva koehenkilö RF ja yksi syntyperäinen suomen kieltä puhuva koehenkilö JP. Koehenkilö RF:n murretaustasta mainittakoon, että hän puhuu Gimsonin (1970: 87) määritelmän mukaan muunteista alueellista (»modified regional») englannin kielen toisintoa, jossa esiintyy joitakin pohjoisenglantilaisia piirteitä. RF on 31-vuotias mies, koulutukseltaan B.A. Koehenkilö JP puhuu yleiskieltä, jossa on havaittavissa savolaismurteiden piirteitä. Hän on 22-vuotias mies, germaanisen filologian opiskelija. Molempien koehenkilöiden ääntämys oli selvää, eikä kummallakaan ollut havaittavissa äännevirheitä.

Koemateriaali koostuu pääasiassa yksi- tai kaksitavuisista sanoista, joissa leksi-kaalinen paino on ensi tavulla. Analysoidut koesanat on mainittu artikkelin kuvien selitysteksteissä. Koehenkilö RF tuotti umpimähkäiseen järjestykseen asetetut koesanat kehyslauseessa »Say _____ please» ja JP suomenkieliset koesanat kehyslauseessa »Sano sana _____, Pekka». Koemateriaali äänitettiin Oulun yliopiston fonetiikan laitoksen äänitysstudioissa. Nauhurina käytettiin Revox A77 -merkkistä laitetta, ja mikrofoni oli AKG C 451C; nauhanopeus oli 19 cm/s.⁵ Äänityksessä noudatettiin normaaleja foneettisen tutkimuksen käytänteitä (vrt. esim. Lehtonen 1970).

Kehyslauseiden pituus on erilainen suomessa ja englannissa. Tämän voidaan olettaa vaikuttavan koesanojen äänneiden kestoihin. On kuitenkin huomattava, että molemmissa kehyslauseissa lauseen luonnollinen pääpaino sattuu aina

³ Tässä artikkelissa on englannin fonologisen järjestelmän kannalta marginaalinen segmentti /ʒ/ jätetty huomiotta (vrt. Gimson 1970: 188—190).

⁴ Lehtosen (1974: 75) mukaan suomen labiaalivokaaleissa /ö, o, y, u/ suuaukon pinta-ala on keskimäärin 30 mm², illabiaalivokaaleissa /ä, a, e, i/ n. 170 mm². Englannin vokaaleista labiaaleiksi voidaan luonnehtia lähinnä /ɔ, o:, ʊ, u:/ (vrt. Gimson 1970: 112—119).

⁵ Iivonen (1969, 1978) on todennut laitteiston laadultaan erinomaiseksi.

tutkittavalle sanalle. Tämä rajoittaa selvästi keston variointia. Selvemmin äänneiden kestoihin voivat vaikuttaa kielten väliset sanojen rakenne-erot. Englannissahan ovat yksitavuiset sanat hyvin tavallisia, suomessa taas kaksitavuiset. Tämän eron vaikutusta kestoeroihin kommentoin tuonnempana tulosten tarkastelun yhteydessä. Koska puheessa lauseen rajoja signaloidaan myös ns. loppupidennyksen avulla, ei itse koesanoja ole sijoitettu kehyslauseiden loppuun (vrt. esim. Suomi 1976: 13).

Koesanat rekisteröitiin Kay Electric Co:n sonagrafilla 6061-B. Rekisteröinnissä käytettiin leveäkaistasuodatinta (»wide»), reproduktiosignaalin muotoa »flat» (FL-1), lineaarista taajuusasteikkoa sekä taajuusaluetta, jonka ylärajana oli 8 kHz. Täsmälleen samoja säätimien asentoja käytettiin koko ajan materiaalia rekisteröitäessä; ainoa poikkeus on /z/, jota koskeva materiaali jouduttiin sen heikomman intensiteetin vuoksi rekisteröimään 4 dB korkeammalla reproduktio-
tasolla. Kukin sonagrammi kalibroitiin käyttäen 500 Hz:n signaalia. Sektion paikka sijoitettiin sibilantin ajalliseen keskikohtaan. Sibilanttien ja viereisten äänneiden välisiä rajoja paikannettaessa noudatettiin Petersonin ja Lehisten (1960) esittämiä periaatteita. Spektrirakenteiden (energianjakaumien) kuvaus perustuu tässä artikkelissa siis pääasiassa sektioihin. Sektio on puhevirran otos, jolla ei ole kuvausteknisesti lainkaan aikadimensiota vaan pelkästään frekvenssi- ja amplitudiulotteet.

Tässä tutkimuksessa käytetyn sektioiden mittausten menetelmän on kehittänyt A. Iivonen (vrt. esim. 1969b: 265—279). Menetelmän periaate on kvantifioida kunkin sektorin kokonaisenergia mittalevyn avulla, joka (tässä artikkelissa) jaetaan taajuusasteikossa 40:een yhtä suureen osaan. Näistä kukin edustaa siis 200 Hz:ä (0—8 kHz). Mittalevyn pysty akseli taas edustaa sonografin dynaamista ulotetta (35 dB), joka puolestaan jaetaan 1 dB:n jaksoihin. Kukin sektio siis mitattiin 200 Hz:n ja 1 dB:n tarkkuudella, mitä voidaan pitää sibilantteihin riittävänä. Tällä menetelmällä kukin sektio saa kuvaajakseen numerosarjan, joka on sarja eri jakovälien kohdalta saatuja amplitudiarvoja (vrt. Iivonen 1969b: 269). Tässä artikkelissa kvantifioinnin tulokset esitetään pelkästään käyrinä, jotka kuvaavat tietyn foneemin eri toteumien keskiarvoja ja vaihtelualueita. Menetelmällä saadaan suurempi otos jonkin foneemin toteumista ja näin myös luotettavampi kuva foneemin edustajien mahdollisista invarianteista ominaisuuksista kuin yhden toteuman mittaus pystyisi tarjoamaan (Iivonen 1969: 270).

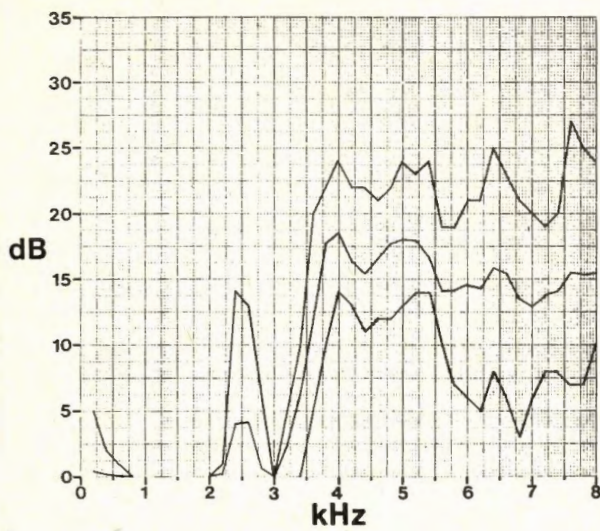
2. Tuloksia tarkastellessani pyrin kiinnittämään erityistä huomiota sointia ilmaisevaan energiapiikkiin, joka yleensä sijaitsee 1 kHz:n alapuolella, ja ensimmäiseen hälyä ilmaisevaan huippuun, joka on useimmiten joko hieman 4 kHz:n ala- tai yläpuolella (s- ja z-tapaukset) tai 2 ja 3 kHz:n välillä (ʃ-tapaukset). Fantin (1970: 18—19, 191—204) teorian mukaan nämä viimeksi mainitut huiput edustavat pääasiassa konstriktion edessä olevien onteloiden resonansseja, ja niitä siis

voidaan pitää mahdollisina artikulaatiopaikan vihjeinä (vrt. Kuhn 1975: 431—432). Eräiden synteetikokeiden (esim. Heinz ja Stevens 1961, Fujisaki ja Kunisaki 1976) perusteella voidaan päätellä, että jopa yksihiippuinen ärsyke voi riittää simuloimaan perseptuaalisesti luonnollisilta vaikuttavia soinnittomia sibilantteja. Iivosen hypoteesin mukaan (1979: 84—87) suomen *s*-äänteen kuulo-vaikutelmaa vastaava spektri on karkeasti arvioiden lähes yksihiippuinen, 3 400 Hz:n ja 4 000 Hz:n välillä (1979: 84—87).

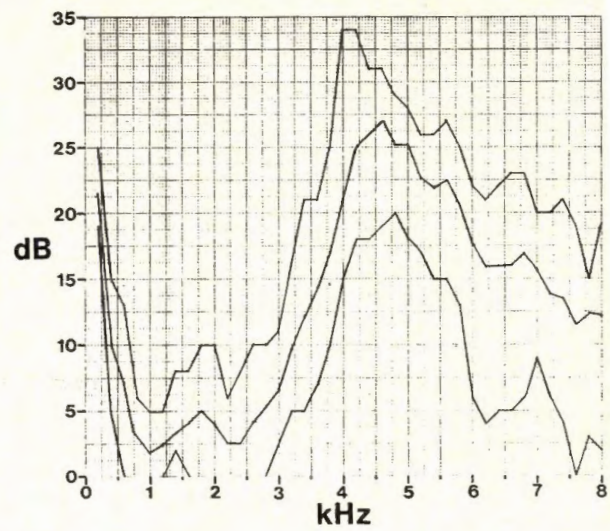
2.1. Kuva 1 esittää englannin sananalkuisen [s]:n energianjakaumaa illabiaalisessa kontekstissa, ts. laveiden vokaalien edellä. Kuvassa keskimäinen käyrä on keskiarvokäyrä, ylin maksimikäyrä ja alin minimikäyrä. Käyrät perustuvat kymmenen [s]-realisaation spektreihin. Koesanat on mainittu kuvatekstissä. Englannin [s]-äänteelle on tyypillistä energian keskittymä, joka sijaitsee 3 kHz:n yläpuolella. Tälle hälyäänelle on puolestaan luonteenomaista energian jyrkkä nousu 3 000 Hz:stä 4 000 Hz:n taajuiseen huippuun. Tämä [s]-äänteen spektrin yleisrakenne on sopusoinnussa Hughesin ja Hallen amerikanenglannin frikatiiveista saatujen tutkimustulosten kanssa sekä oman brittienglannin frikatiiveja koskevan tutkimukseni kanssa (vrt. Hughes ja Halle 1956: 305—307, Lauttamus 1979: 116—133). Tuotettaessa [s]-sibilanttia ääntöväylä toimii ikään kuin yläpäästösuodattimena alarajanaan n. 3 kHz. Vokaaleille tyypillinen energia 3 kHz:n alapuolella on suuresti vaimentunut, sillä konstriktiokohta on ääntöväylän etuosassa ja näin estää hälylähteen takana olevien, vokaaleille ominaisten resonanssien vaikutuksen (vrt. Heinz ja Stevens 1961: 590—591). Kuvassa 1 on 4 kHz:n taajuinen voimakas huippu Stevensin (1968: 204) mukaan F4 ja n. 5 kHz:n taajuinen huippu F5.

Kuva 2 esittää suomen sananalkuisen [s]:n energianjakaumaa illabiaalisessa kontekstissa. Suomen illabiaaliselle [s]-äänteelle on tyypillistä energiakeskittymä, jonka maksimi sijaitsee 4 kHz:n yläpuolella. Tämä havainto on sopusoinnussa Iivosen tutkimustulosten kanssa (1979: 68—69). Sen sijaan spektrimaksimien tarkka sijainti riippuu kai yksilöstä. Kuvassa 2 spektrimaksimien (n. 4,6 kHz) yläpuolella käyrät laskevat jyrkähkösti aina 8 kHz:iin saakka. Spektrimaksimien suhteellisesta voimakkuudesta päätellen sattuvat konstriktion edessä olevia onteloita ja kieli-hammasvallikanavaa vastaavat resonanssit kyseisellä koehenkilöllä lähes samalle taajuudelle. Tämä erityispiirre saattaa johtua myös siitä, että suomen *s* artikuloidaan suhteellisen pitkää ja leveää kielenkourua käyttäen, erityisesti takavokaalien yhteydessä (vrt. Sovijärvi 1963: 52).

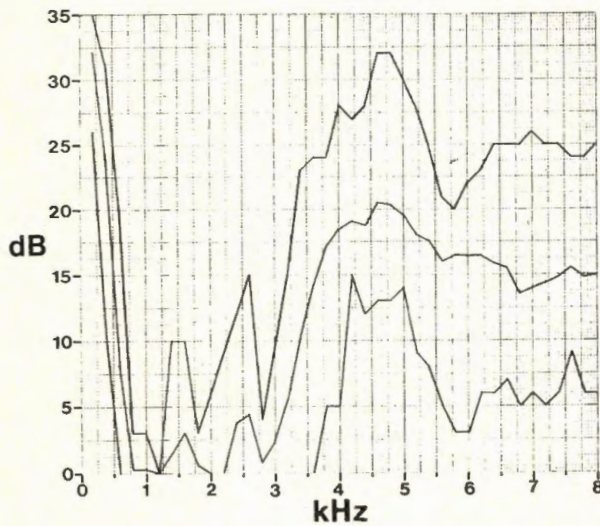
Samalla lienee syytä tarkastella, mikä merkitys edellä mainituilla hälyenergioilla ilmaisevilla huipuilla on havainnon kannalta. Heinzin ja Stevensin synteetikokeiden (1961: 593—596) perusteella voidaan osoittaa, että soinnittomien sibilanttien tunnistuksessa riittää pelkästään häly; viereisten vokaalien formanttien siirtymillä on vain vähäinen merkitys. Heinzin ja Stevensin tulokset osoittavat,



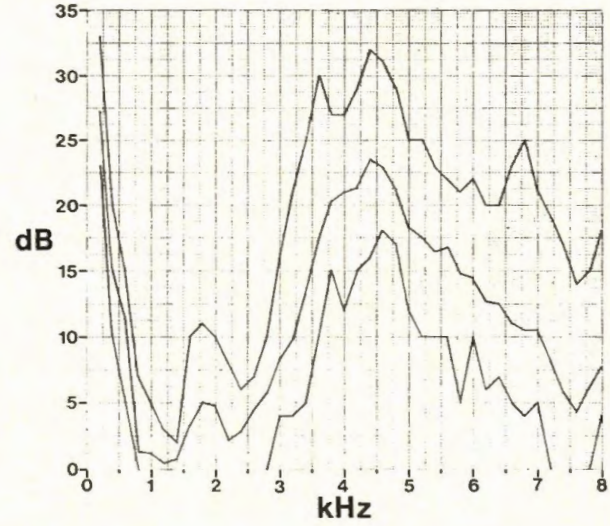
KUVA 1: englannin sananalkuisen [s]:n energianjakauma laiveiden vokaalien edellä (ylinnä maksimikäyrä, keskellä keskiarvokäyrä, alinna minimikäyrä). Koesanat: *seek, seat, sick, serve, set, sack, sad, suck, sum, sun.*



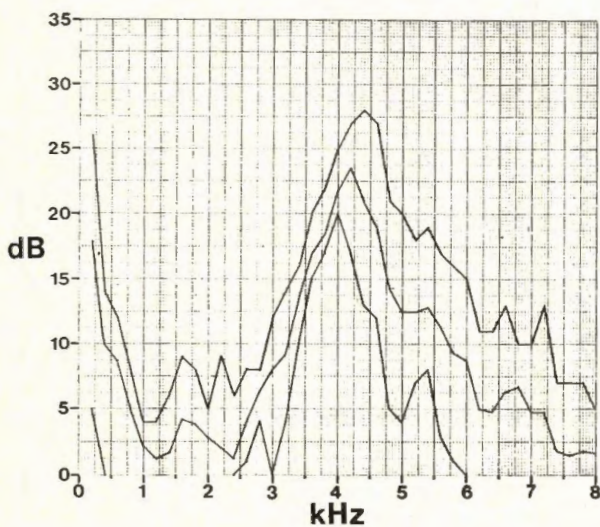
KUVA 2: suomen sananalkuisen [s]:n energianjakauma laiveiden vokaalien edellä. Koesanat: *sitä, sika, setä, sekä, sävy, säly, sali, sata, savi.*



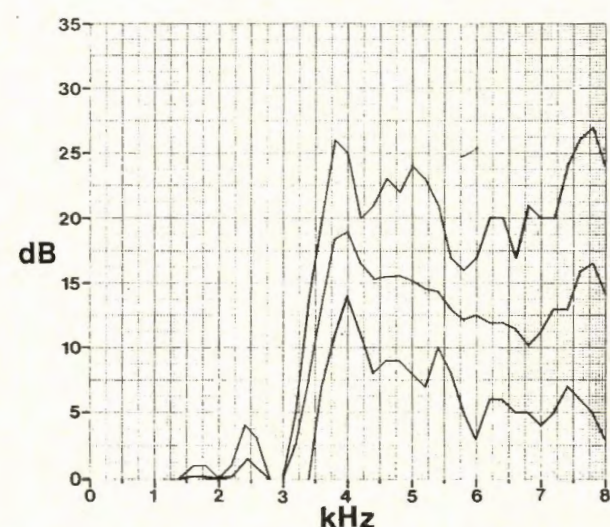
KUVA 3: englannin sananloppuisen [z]:n energianjakauma. Koesanat: *zeal, zinc, zip, zig, zed, zest, Zulu, zone, zoo, zoom.*



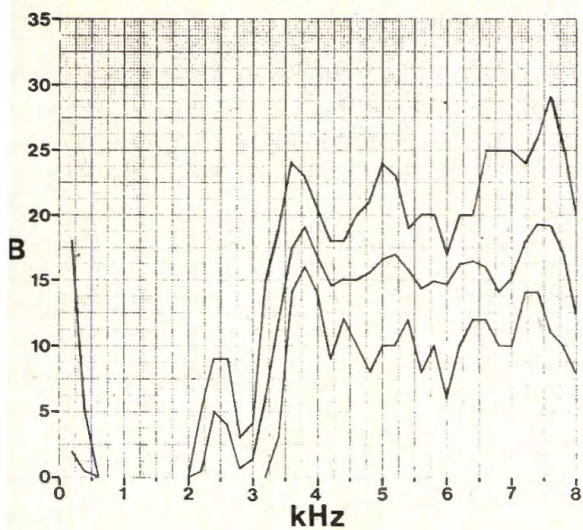
KUVA 4: suomen sananloppuisen [s]:n energianjakauma laiveiden vokaalien jäljessä. Yksitavu koesanat: *siis, seis, sees, ruis, mies, pois.*



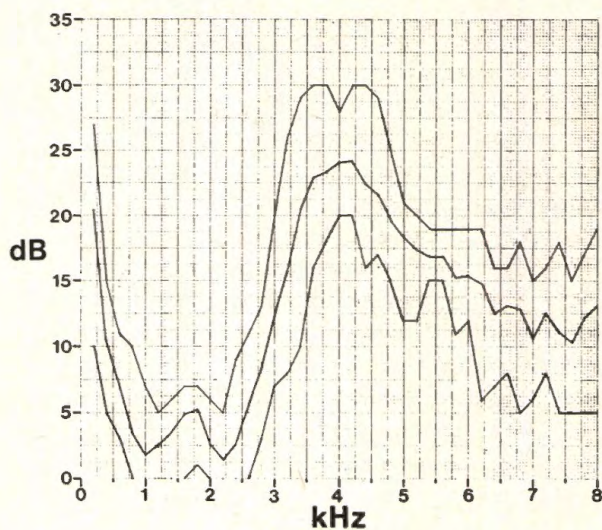
KUVA 5: suomen sananloppuisen [s]:n energianjakauma laiveiden vokaalien jäljessä. Kaksitavuiset koesanat: *edes, emäs, opas, olas, oras, alas.*



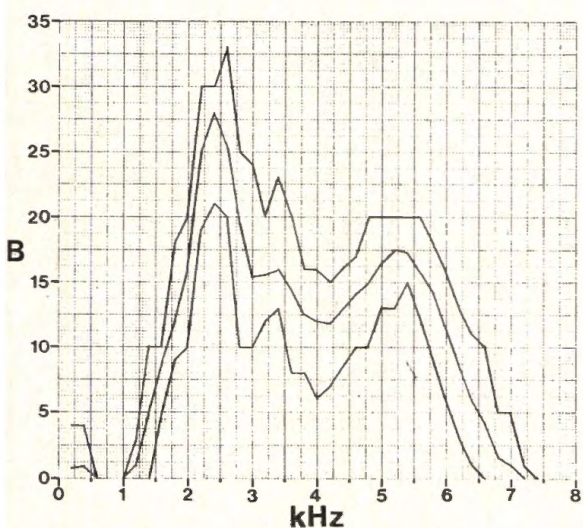
KUVA 6: englannin sananloppuisen [s]:n energianjakauma laiveiden vokaalien jäljessä. Koesanat: *peo, niece, hiss, less, lass, gas, fuss, bus, verse, farce.*



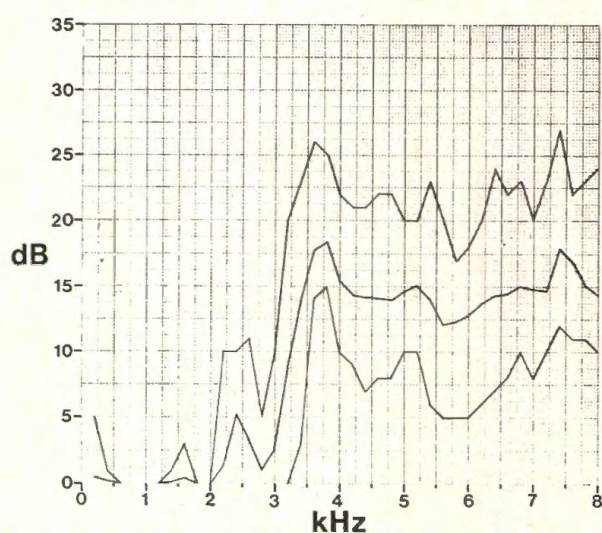
7: englannin sananalkuisen [s]:n energian-
jakauma pyöreiden vokaalien edellä. Koesanat: *sob, op, sore, sauce, sort, sought, soot, soup, soon.*



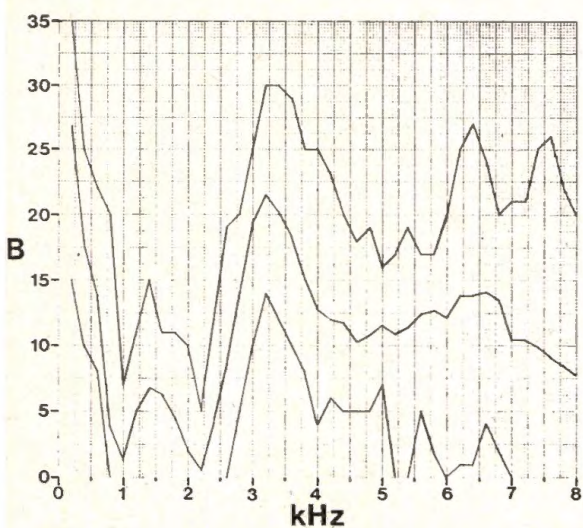
KUVA 8: suomen sananalkuisen [s]:n energianjakauma
pyöreiden vokaalien edellä. Koesanat: *syli, syvä, söpö, söötti, sose, sopu, soma, susi, suka, supi.*



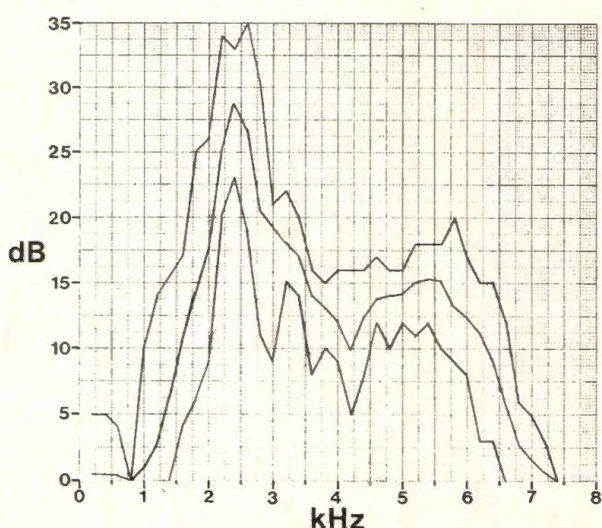
9: englannin sananalkuisen [ʃ]:n energian-
jakauma. Koesanat: *sheep, ship, shirt, shall, shut, shark, short, shook, shoot.*



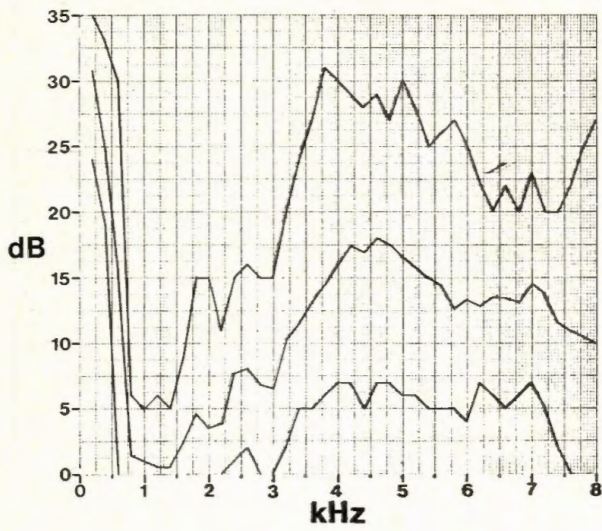
KUVA 10: englannin sananloppuisen [s]:n energian-
jakauma pyöreiden vokaalien jäljessä. Koesanat: *boss, loss, moss, cross, sauce, puss, juice, deuce, loose, moose.*



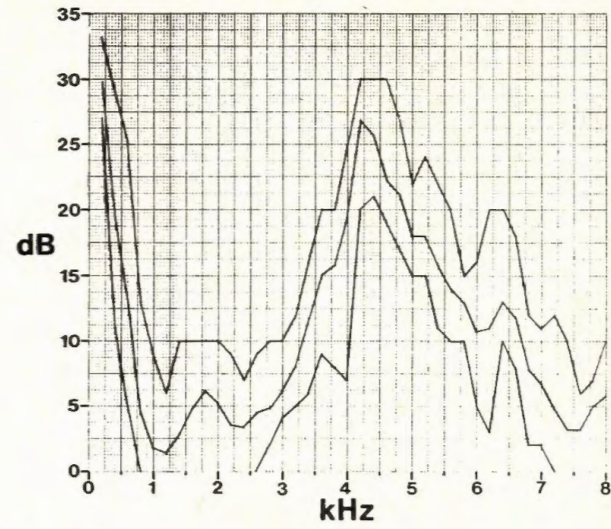
11: suomen sananloppuisen [s]:n energian-
jakauma pyöreiden vokaalien jäljessä. Koesanat: *kehys, myös, ylös, uros, ajos, otos, edus, otus, alus.*



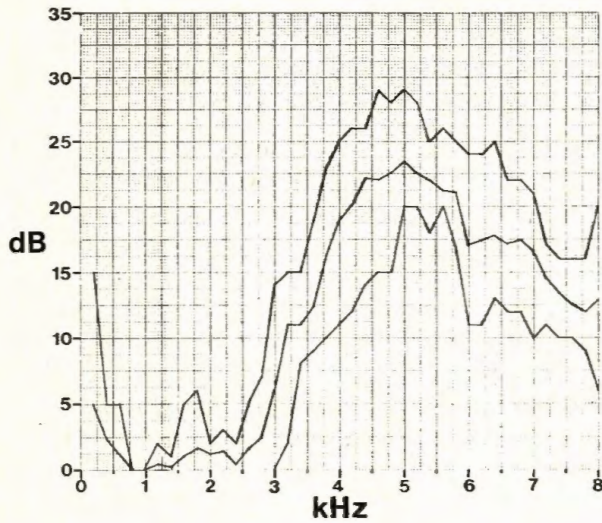
KUVA 12: englannin sananloppuisen [ʃ]:n energian-
jakauma. Koesanat: *leash, fish, flesh, lash, gush, harsh, wash, gosh, bush, whoosh.*



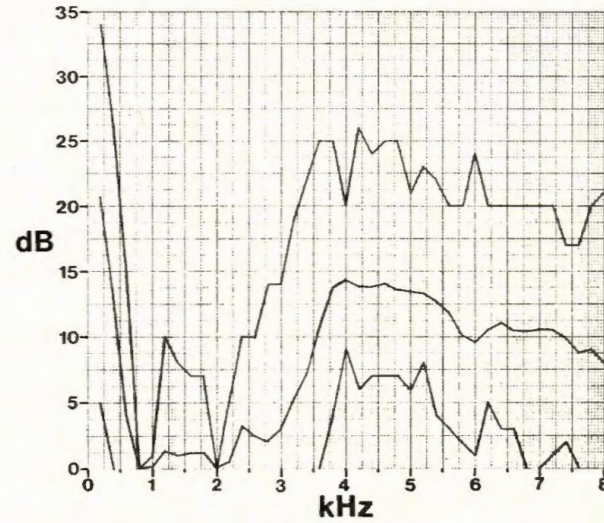
KUVA 13: englannin sanansisäisen [z]:n energianjakauma. Koesanat: *visit, scissors, razor, raising, hesitate, hawser, dozing, loses, Tuesday, music.*



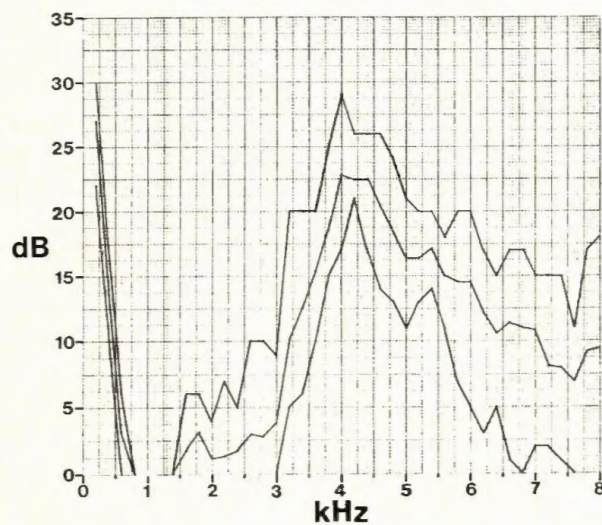
KUVA 14: suomen sanansisäisen [s]:n energianjakauma. Koesanat: *kisa, kasa, hiisi, mesi, paasi.*



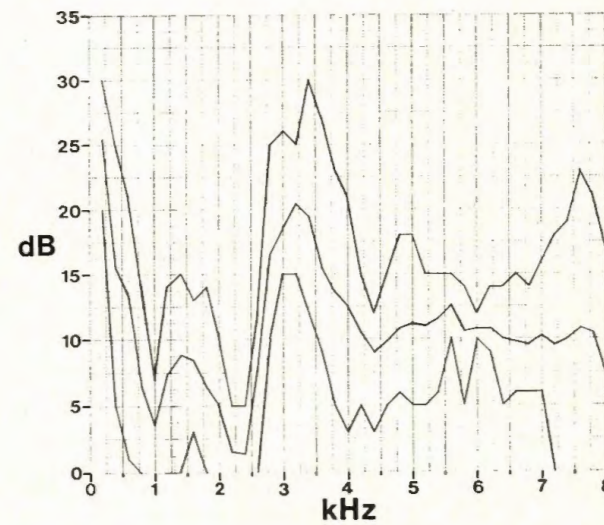
KUVA 15: suomen geminaatta-[ss]:n energianjakauma. Koesanat: *kissa, kassa, hiissi, messi, paasi.*



KUVA 16: englannin sananloppuisen [z]:n energianjakauma. Koesanat: *peas, fizz, his, has, hers, fuzz, parse, cause, lose.*



KUVA 17: suomen [s]:n energianjakauma resonantin jäljessä. Koesanat: *ansa, kynsi, kelsi, kirsi, marsu.*



KUVA 18: suomen sanansisäisen [s]:n energianjakauma pyöreiden vokaalien jäljessä. Koesanat: *jospa, jousto, ruska, musta.*

että suurin osa ärsykkeistä tunnistetaan /s/-äänteeksi, kun hälykomponentti sijaitsee 4 kHz:n yläpuolella, ja puolestaan /ʃ/-äänteeksi, kun vastaava hälyenergia sijaitsee 4 kHz:n alapuolella (erityisesti 2,5 kHz:n taajuudella). Hughesin ja Hallen havaintotestien (1956: 309—310) tulokset viittaavat samaan: suurin osa /s/-tunnistuksista saadaan, kun hälyenergia sijaitsee 4 kHz:n yläpuolella, ja /ʃ/-tunnistuksista, kun energia sijaitsee 2 ja 4 kHz:n välillä. Tuloksista päätellen 4 kHz:ä voidaan pitää eräänlaisena raja-arvona: jos energia sijaitsee tämän raja-arvon yläpuolella, /s/-tunnistukset kasvavat jyrkästi, ja jos se sijaitsee raja-arvon alapuolella, kasvavat /ʃ/-tunnistukset.

Kuvien 1 ja 2 vertailu osoittaa, että sekä suomen että englannin illabiaalisen [s]:n energia sijaitsee 4 kHz:n yläpuolella. On kiintoisaa todeta, että suomen [s] muistuttaa tässä tapauksessa ilmeisesti englannin [s]-äännettä myös auditiivisesti, sillä 2—5 kHz:n alueella ihmisen korva on herkimmillään (vrt. Iivonen 1969b: 273).

Kuva 3 esittää englannin sananalkuisen [z]:n energianjakaumaa. Kuvien 1 ja 3 vertailu osoittaa, että 3 kHz:n yläpuolella sijaitsevan energian suhteen englannin [s] ja [z] ovat lähes samankaltaisia. Selvin ero on tietysti 1 kHz:n alapuolella. Englannin [z]-äänteelle tyypillinen sointia ilmaiseva komponentti on selvästi amplitudiltaan voimakkaampi kuin 4 kHz:n yläpuolella sijaitseva huippu, joten se on myös auditiivisesti merkitsevä. Kuvien 1—3 vertailu osoittaa myös, että suomen [s]:n spektreissä on havaittavissa energiaa 1 kHz:n alapuolella. Värähtelyenergia selittyy viereisten vokaalien aiheuttamasta koartikulaatiosta (vrt. Iivonen 1969b: 276). Auditiivisesti tämän energian merkitys lienee olematon, sillä se on selvästi heikompi kuin herkimmällä kuuloalueella sijaitseva korkein huippu. Koartikulaation vaikutuksesta puhun lisää tuonnempana.

Kuva 4 esittää suomen sananloppuisen illabiaalisen [s]:n energianjakaumaa yksitavuisissa sanoissa ja kuva 5 kaksitavuisissa sanoissa, ts. painottomassa tavussa. Kuvat osoittavat, että kokonaisenergian jakautuminen on molemmissa tapauksissa lähes samankaltainen, joskin äänihuulten värähtelyä osoittava energia näyttää olevan hieman voimakkaampi yksi- kuin kaksitavuisissa sanoissa. Molemmissa tapauksissa sijaitsee korkein hälyenergiaa osoittava huippu keskiarvokäyrien mukaan 4 kHz:n yläpuolella. Kuva 6 esittää englannin sananloppuisen [s]:n energianjakaumaa illabiaalisessa kontekstissa. Kuva osoittaa, että korkein huippu on keskiarvokäyrän perusteella n. 4 kHz:n taajuudella (vrt. kuva 1) mutta kokonaisenergia on jakautunut laajemmalle taajuusalueelle kuin suomen [s]:n energia, jota osoittava käyrä laskee jyrkähkösti ylätaajuuksilla. Tämä suomen [s]:n ominaisuus saattaa olla yksi syy siihen, miksi englannin [s] kuulostaa yleensä terävämmältä. Englannin [s]-äänteen spektristä puuttuu sointia osoittava energia, joten koartikulaatio viereisen vokaalin kanssa näyttää olevan vähäistä.

2.2. Kuva 7 esittää englannin sananalkuisen [s]:n energianjakautumaa labiaalisessa kontekstissa, pyöreiden vokaalien edellä. Kuvien 1, 6 ja 7 vertailu osoittaa, että ensimmäinen hälyä ilmaiseva huippu on labiaalivokaalien vaikutuksesta laskenut vain n. 200 Hz verrattuna illabiaalisen [s]:n spektreihin. Kuva 8 puolestaan esittää suomen [s]:n energianjakautumaa sananalkuisessa labiaalisessa kontekstissa. Kuvien 2, 4, 5 ja 8 vertailu osoittaa myös, että [s] koartikuloi sananalkuisessa asemassa vain vähän vokaalin kanssa. Suomen ja englannin [s]-äänteet ovat selvästi erilaiset kuin englannin [ʃ]; vrt. kuvaan 9, joka esittää englannin sananalkuisen [ʃ]:n energianjakautumaa. On merkille pantavaa, että englannin [ʃ]:n korkein huippu 2 400 Hz:n kohdalla sattuu samalle taajuudelle kuin englannin ja suomen [s]-äänteiden antiformantit 3 kHz:n alapuolella. Tämä ilmiö takaa ilmeisesti äänteiden maksimaalisen erottelun. Englannin [ʃ]:n korkein huippu 2 400 Hz:n taajuudella vastaa F3:a (Stevens 1968: 203—204, Fant 1970: 179—180), ja sen tärkein fysiologinen korrelaatti lienee palatalisatiosta johtuva suuri resonaattori kielen alla (vrt. Catford 1977: 154—155).

Kuva 10 esittää englannin sananloppuisen labiaalisen [s]:n energianjakautumaa. Labiaalisuuden vaikutus korkeimman huipun taajuuteen on kuvan 7 lailla hyvin vähäinen. Kuva 11 esittää puolestaan suomen labiaalisen [s]:n energianjakautumaa sananloppuisessa asemassa. Kuvan mukaan suomen labiaalinen ja illabiaalinen [s] eroavat toisistaan aika radikaalisti sananloppuisessa asemassa. Keskiarvokäyrän mukaan kuvien 8 ja 11 edustamat spektrit osoittavat, että sananloppuisen labiaalivokaalia seuraavan [s]-äänteen korkein huippu on n. 3 200 Hz:n kohdalla, sananalkuisen taas hieman 4 kHz:n yläpuolella. On myös huomattava, että spektrin kokonaismuoto on selvästi samantapainen kuin englannin sananloppuisessa [ʃ]-äänteessä (kuva 12). Kuvan 11 spektri osoittaa lisäksi suhteellisen runsasta edellisen vokaalin aiheuttamaa koartikulaatiota. Perseptuaalisestikin suomen sananloppuisen [s]-äänteen korkeimman huipun lasku 4 kHz:n yläpuolelta 3 200 Hz:iin lienee merkittävä. Heinzin ja Stevensin synteetitulosten perusteella voisi väittää, että syntyperäinen englantilainen kuulija tunnistaa suomen labiaalivokaalia seuraavan [s]:n oman kielensä /ʃ/-sibilantiksi, sillä tämän korkein hälyä ilmaiseva huippu on selvästi 4 kHz:n alapuolella. Muissa tapauksissa on ilmeistä, että suomen [s] tunnistettaisiin englannin /s/-sibilantiksi. Kuva 18, joka esittää sanansisäisen, labiaalista vokaalia seuraavan [s]:n energianjakautumaa, vahvistaa käsitystä, että edellisen vokaalin labiaalisuus vaikuttaa ratkaisevasti suomen [s]:n laatuun.⁶ Labiaalivokaalin vaikutus suomen kielen [s]-äänteeseen näyttää siis olevan enimmäkseen progressiivista. Tässä tutkimuksessa on jäänyt selvittämättä, vaikuttaako

⁶ Myös Iivonen (1978: 101—102, 1979: 68—70) on todennut labiaalivokaalin vaikutuksen suomen /s/:n spektriin.

koartikulaatio sibilantin alkupuolella eri tavoin kuin loppupuolella. Sibilantti-segmentin aikana tapahtuvat koartikulatoriset muutokset voivat olla kyllä auditiivisestikin merkittäviä.

2.3. Kuva 13 esittää englannin sanansisäisen (vokaalienvälisen) [z]:n, kuva 14 puolestaan suomen vastaavan [s]:n energianjakaumaa. Keskiarvokäyrien mukaan englannin [z]:n sointia ilmaiseva komponentti on amplitudiltaan n. 13 dB voimakkaampi kuin hieman 4 kHz:n yläpuolella oleva huippu. Voidaan siis väittää, että auditiivisesti 1 kHz:n alapuolella oleva huippu on suunnilleen yhtä voimakas kuin 4 kHz:n yläpuolella oleva huippu, sillä korvan herkin kuuloalue on 2 ja 5 kHz:n välillä (vrt. esim. Malmberg 1967: 63, Iivonen 1969b: 273). Tämän kuuloanalogiaan perustuvan päätelmän mukaan olisi kuvassa 13 esitettyä energianjakaumaa vastaava äänne auditiivisesti täysin soinnillinen. Sen sijaan suomen [s]:n (kuva 14) äänihuulten värähtelyä osoittava komponentti on vain hiukan vahvempi kuin 4 kHz:n taajuinen hälykomponentti. Suomen vokaalienvälisen [s] on siis auditiiviselta kannalta heikosti soinnillinen. Sointikomponenttia arvioitaessa on otettava huomioon myös suomen sibilantin kesto. Sonogrammeista päätellen tyypillistä suomen [s]:lle on, että edellisen vokaalin F1 jatkuu jopa muutaman sadasosasekunnin itse sibilantin keston aikana. Koska suomen [s]:n kesto on suhteellisen lyhyt (keskim. 8,2 cs, Lauttamus 1975: 51),⁷ edellisen vokaalin F1 näkyy useimmiten sibilantin keskeltä kirjatussa sektiossa.⁸ Sitä vastoin englannin [z]:n sointi jatkuu sananalkuisessa ja vokaalienvälisessä asemassa melko voimakkaana koko segmentin keston ajan. Englannin [z] ja suomen vokaalienvälisen [s] ovat siis tässä suhteessa olennaisesti erilaiset. Kuva 15 esittää suomen geminaatta-[ss]:n energianjakaumaa vokaalienvälisessä asemassa. Geminaatan kesto on vain kaksi kertaa niin suuri kuin yksinäiskonsonantin (vrt. Lehtonen 1970: 71). Kuva osoittaa selvästi, että sointia vastaava huippu on geminaatoissa suuresti heikentynyt ja lähes hävinnyt. Syynä tähän on ilmeisesti se, että edellisen vokaalin aiheuttama äänihuulten värähtely ehtii lakata jo ennen mittauskohtaa, ts. äänne on saavuttanut optimiarvonsa (ns. steady state). Segmenttien rajoilta on tietenkin löydettävissä enemmän koartikulaatiosta johtuvia piirteitä. Edellä esitettyjen tulosten perusteella voidaan väittää, että englannin sananalkuisen ja vokaalienvälisen [z]:n soinnillisuus on kurkunpään aktiivisen toiminnan tulos. Sen sijaan suomen [s]:n satunnainen sointi on selvästi passiivista, ts. äänneympäristöstä johtuva ilmiö. Asia selittyy äännejärjestelmien eroista. Suomesta puuttuu fonologinen oppositio soinniton : soinnillinen. Edellä mainittu käsitys kurkunpään suhteellisen passiiv-

⁷ Lehtosen (1970: 71) mukaan suomen vokaalienvälisen /s/:n kesto on keskim. 9,3 cs.

⁸ Sektiokirjaukseen liittyy myös eräitä virhelähteitä, jotka johtuvat sonografin teknisistä ominaisuuksista (vrt. esim. Lindblom 1962, Hakala ja Savolainen 1966).

TAULUKKO 1: sibilanttien /s, ʃ, z/ kestojen keskiarvo (M; cs:eina), keskihajonta (D) ja foonien määrä (N) sananalkuisessa, vokaalia edeltävässä asemassa (SA; yksitavuiset koesanat), sanansisäisessä, vokaalienvälisessä asemassa (SS; kaksitavuiset koesanat) ja sananloppuisessa, vokaalia seuraavassa asemassa (SL; yksitavuiset koesanat). Koehenkilöryhmät: engl. (5 syntyperäistä brittienglannin puhujaa) ja suomi (5 syntyperäistä suomen puhujaa). Kielenä englanti. Erot määrissä johtuvat ei-sibilanttisista äänne-substituutioista tai eräiden segmenttien mittauskelvottomuudesta.

	SA			SS			SL		
	M	D	N	M	D	N	M	D	N
Engl. /s/	19,4	3,6	65	15,6	2,4	54	22,7	4,2	55
Suomi /s/	13,2	4,0	65	11,9	3,3	55	14,1	4,2	52
Engl. /ʃ/	19,2	3,6	60	15,7	1,8	34	23,2	3,5	55
Suomi /ʃ/	14,4	3,2	60	12,7	3,0	34	15,8	4,2	54
Engl. /z/	15,5	2,1	45	10,0	1,4	50	14,7	3,0	130
Suomi /z/	9,7	3,8	45	11,1	3,2	46	14,4	4,6	115

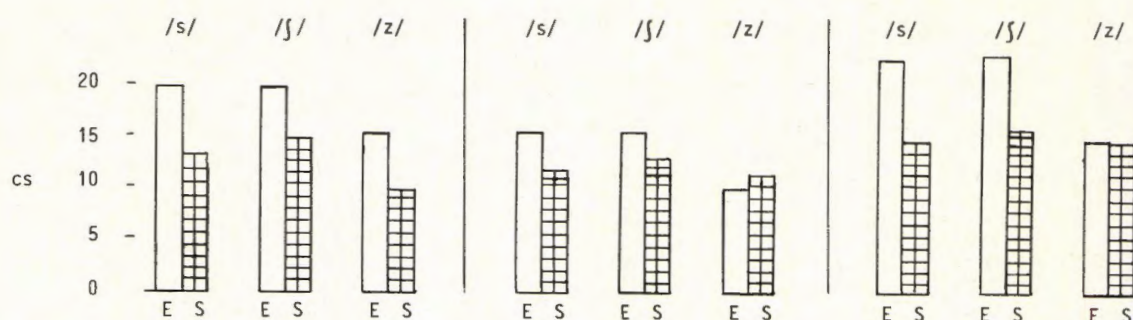
visesta roolista suomen kielen lingvististen kontrastien tuottamisessa on verrattain yleinen (vrt. esim. Niemi 1979: 233). Mohrin (1971: 90) mukaan konsonanttien soinnillistuminen vokaalienvälisessä asemassa on kielissä tavallista. Koe-tulostensa perusteella tuloksiinsa Mohr esittää teorian, että vokaalienvälisen konsonanttien soinnillistumisen syynä ovat glottiksen avautumishetken ja konstriktion välinen epäsynkronia sekä tästä johtuvat ilmanpainesuhteet. Mohrin käsityksen mukaan oraallinen ahtauma tai sulkeuma edeltää glottiksen avautumista, ts. äänihuulet vielä värähtelevät, vaikka konsonanttinen segmentti on jo alkanut (1971: 78).

Kuva 17 osoittaa, että sointia ilmaiseva komponentti on nähtävissä myös suomen resonantin jälkeisen [s]:n spektreissä. Kuvassa 16, joka esittää englannin sananloppuisen [z]:n energianjakaumaa, on kiintoisaa se, että tässä asemassa sointia ilmaiseva komponentti varioi selvästi enemmän kuin sananalkuisissa ja sanansisäisissä (vokaalienvälisissä) tapauksissa. Tämä selittyy siten, että sananloppuisen [z]:n tunnistamisessa on tärkein akustinen vihje edeltävän vokaalin kesto eivätkä itse sibilanttisegmentin akustiset ominaisuudet (vrt. esim. Raphael 1972).

2.4. Tutkimukseni mukaan suomen [s] on kestoaltaan selvästi lyhempi kuin englannin [s] tai [ʃ] (Lauttamus 1975: 53). Kestonmittaukset on tehty spektri-analyysiä varten valmistetuista sonogrammeista. Englannin [s]:n kesto on keskimäärin 20,7 cs, [ʃ]:n 20,7 ja [z]:n 12,6 cs. Suomen [s]:n kesto on sen sijaan vain keskimäärin 8,2 cs. On merkille pantavaa, että englannin [z]:n kesto vaihtelee sanansisäisessä asemassa 8,2 ja 9,2 cs:n välillä ja suomen [s] 7,5 ja 8,1 cs:n välillä. Englannin [s] ja [ʃ] ovat tässä asemassa selvästi pitempiä: 13,8—17,7 cs ja 14,4—18,8 cs.

Koska tulokset saattavat johtua sekä kehyslauseiden kestoeroista että englannin ja suomen välisistä sanojen rakenne-eroista (yksitavuiset—kaksitavuiset),

Havaintoja suomen ja englannin sibilanttien variaatiosta



KUVA 19: sibilanttien kestojen keskiarvoihin perustuvat pylväsdiagrammit kussakin kategoriassa. E = engl., S = suomi.

olen tutkinut sibilanttien kestoja hieman tarkemmin. Tutkimuksessani, josta osan olen selostanut jo aiemmin (Lauttamus 1979), oli koehenkilöinä viisi syntyperäistä brittienglannin puhujaa (Suomessa toimivia englannin kielen yliopistonlehtoreita) ja viisi lukion pitkän englannin luenutua suomen kielen puhujaa (Joensuun korkeakoulun maantieteen opiskelijoita; kotoisin itämurteiden vaikutuspiiristä). Molemmat ryhmät tuottivat samat englanninkieliset yksi- tai kaksitavuiset koesanat kehyslauseessa »Say the word _____ please». Puhunnokset rekisteröitiin intensiteettimittarin (Frøkjær—Jensen) ja Siemens Oscillomink L-merkkisen mustepiirturin avulla. Yksityiskohtainen selonteko koemateriaalista, britti-informanteista, koejärjestelyistä ja menetelmistä on löydettävissä frikatiivitutkimuksestani (Lauttamus 1979: 68—83).

Taulukossa 1 on esitetty kestonmittausten tulokset, ja kuva 19 pyrkii havainnollistamaan niitä. Seuraavaksi käsittelen ryhmien tuloksia erikseen. Tulokset osoittavat, että englannin kielessä soinnittomat sibilantit [s] ja [ʃ] ovat kestoaltaan yhtä pitkiä ja selvästi pitempiä kuin soinnillinen [z] kaikissa sana-asemissa. Eron todennäköisin fonologinen selitys on se, että kesto on englannin kielessä yksi soinniton : soinnillinen tai fortis : leenis -opposition akustisista korrelaateista. Pisimpiä englannin kielen sibilantit ovat sananloppuisina ja lyhimpiä sanansisäisinä. Tämä havainto on sopusoinnussa sen käsityksen kanssa, että lausekkeenloppuinen konsonantti on yleensä pisin (vrt. esim. Klatt 1976: 1213). Tässä tutkimuksessa käytetyn kehyslauseen »Say the word _____ please» rakenne on sellainen, että tutkittavan sanan viimeinen segmentti on samalla myös nominaalilausekkeen viimeinen segmentti. Syynä viimeisen äänteen »venytykseen» saattaa olla se, että pidennys toimii lausekkeenrajan akustisena vihjeenä. Sen sijaan suomalaisten tuottamat englannin kielen sibilantit ovat kussakin sana-asemassa kestoaltaan lähes samanpituiset. Ainoa selvä ero on havaittavissa sananalkuisessa asemassa, jossa suomalaiset koehenkilöt ovat tuottaneet selvästi lyhemmän [z]:n kuin [s]:n tai [ʃ]:n. Koska keston suhteen auditiivisesti pienin havaittava ero lienee n. 2,5 cs (Klatt 1976: 1219), erot ovat muissa asemassa merkityksettömiä. Suomalaisten tuloksissa ovat myös sananloppuiset sibilantit hieman pitempiä

kuin sananalkuiset ja selvemmin pitempiä kuin sanansisäiset. Poikkeuksena on sanansisäinen [z], joka on suomalaisilla pitempi kuin sananalkuinen. Tulokset osoittavat kuitenkin, etteivät suomalaiset pysty yleensä tuottamaan englannin kielelle tyypillistä soinnittomien ja soinnillisten sibilanttien välistä kestoeroa.

Se että suomalaiset pyrkivät substituomaan kohdekielen eri sibilanttikategoriat yhdellä kestoltaan lähes samanpituisella sibilantilla kaikissa sanasemissa, lienee äännejärjestelmämme heijastumaa. Suomalaisten tuottamat englannin kielen sibilantit ovat myös selvästi lyhempiä kuin vastaavat englannin sibilantit kaikissa sana-asemissa. Tulokset vahvistavat myös käsitystä, että suomen [s] on kestoltaan lähes samanpituisen kuin englannin [z].

3. Koetulokset osoittavat, että alussa esittämäni ennusteet pitävät suomen kielen kannalta paikkansa vain osittain. Edellisen vokaalin labiaalisuus, ts. suuaukon pinta-alan pientyminen, vaikuttaa selvästi suomen [s]:n spektrirakenteeseen. Muissa asemissa labiaalisuuden vaikutus on selvästi vähäisempi. Englannin sibilantteihin labiaalisuus vaikuttaa yleensä hyvin vähän, ja ne varioivat muutenkin selvästi vähemmän kuin suomen [s]. Tulokset osoittavat myös, että suomen [s] soinnillistuu koartikulaation takia lähinnä sanansisäisessä, soinnillisessa asemassa, mutta sointi on selvästi passiivinen, äänneympäristöstä johtuva ilmiö. Englannin sananalkuisen ja -sisäisen [z]:n sointi on puolestaan glottiksesta ja muista aerodynaamisista seikoista johtuvan aktiivisen toiminnan tulos.

Käsittääkseni seuraavat akustiset ominaisuudet selittävät suurelta osin suomen *s*:n erikoislaadun. Kestoltaan suomen *s* on selvästi lyhempi kuin vastaavat englannin kielen äänneet, joten suomen *s* on auditiivisesti laimeasti sihahtava (leenis-tyyppinen). Erityisesti labiaalivokaalin jäljessä suomen *s* muistuttaa enemmän englannin *ʃ*:ää kuin englannin *s*:ää; sen sijaan muissa asemissa se näyttää varioivan selvästi vähemmän, kuin fonologisen järjestelmän perusteella voisi ennustaa. On siis ilmeistä, että suomen *s*:n variointia rajoittaa kieliyhteisössä vallitseva suhteellisen jäykkä normien järjestelmä (vrt. esim. Coseriu 1979: 55, Iivonen 1979: 52—55). Suomen *s*:llä on suhteellisen tarkka foneettinen normi, eikä kieliyhteisö hyväksy tästä poikkeavia reaalistumia.

Englannin kielen oppimisen kannalta tuloksiani voitaisiin hyödyntää seuraavasti: Suomalaisen tulisi kiinnittää erityistä huomiota labiaalivokaalin jälkeisen *s*-sibilantin laatuun. Sen tulisi olla selvästi terävämpi, jotta se ei muistuttaisi liikaa englannin *ʃ*-äännettä. Lisäksi *s*-sibilanttia tulisi pidentää huomattavasti kaikissa asemissa. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää vokaalienväliseen asemaan, jossa sibilantin soinnillistuminen vielä lisää virhetulkintamahdollisuutta. Keston lisäyksellä saataisiin *s* muistuttamaan auditiivisesti enemmän fortis-tyyppistä äännettä.

LÄHTEET

- CATFORD, J. C. 1977: *Fundamental problems in phonetics*. Edinburgh.
- CHOMSKY, N. ja M. HALLE 1968: *The sound pattern of English*. New York.
- COSERIU, E. 1979: *Sprache: Strukturen und Funktionen*. Tübingen.
- FANT, G. 1970: *Acoustic theory of speech production with calculations based on X-ray studies of Russian articulations*. Toinen painos. Haag.
- FUJISAKI, H. ja O. KUNISAKI 1976: Analysis, recognition, and perception of voiceless fricative consonants in Japanese. — *Annual Bulletin, Research Institute of Logopedics and Phoniatics* 10 (Tokyo) s. 157—171.
- GIMSON, A. C. 1970: *An introduction to the pronunciation of English*. Toinen, korjattu painos. Caxton Hill, Hertford.
- HAKALA, E. ja H. SAVOLAINEN 1966: Messprobleme bei der Analyse von Sonogrammen. — *Phonetica* 14 (Basel) s. 91—96.
- HAKULINEN, L. 1968: *Suomen kielen rakenne ja kehitys*. Kolmas, korjattu ja lisätty painos. Keuruu.
- HEINZ, J. M. ja K. N. STEVENS 1961: On the properties of voiceless fricative consonants. — *Journal of the Acoustical Society of America* 33 (New York) s. 589—596.
- HUGHES, G. W. ja M. HALLE 1956: Spectral properties of fricative consonants. — *Journal of the Acoustical Society of America* 28 (New York) s. 303—310.
- IIVONEN, A. 1969: Akustische und apparative Variation bei linguistisch identischen Einheiten. — *Phonetica* 20 (Basel) s. 131—146.
- 1969b: Digitaalisten menetelmien käyttö kokeellifoneettisessa tutkimuksessa. — *Virittäjä* 73 s. 265—279.
- 1978: Reaaliaikainen spektrianalyysi foneettisissa sovellutuksissa. — *Oulun yliopiston fonetiikan laitoksen monisteita* 8. Oulu.
- 1979: Yksilö äännejärjestelmän toteuttajana: evidenssi suomen kielen sibilanssiaineistosta. — *Fonetiikan päivät — Oulu 1979, Oulun yliopiston fonetiikan laitoksen julkaisuja* 1, s. 50—89. Toim. Kari Suomi. Oulu 1980.
- KARLSSON, F. 1974: Centrala problem i finskans böjningsmorfologi, morf fonematik och fonologi. — *Suomi* 117: 2. Helsinki.
- KLATT, D. H. 1976: Linguistic uses of segmental duration in English: acoustic and perceptual evidence. — *Journal of the Acoustical Society of America* 59 (New York) s. 1208—1221.
- KUHN, G. M. 1975: On the front cavity resonance and its possible role in speech perception. — *Journal of the Acoustical Society of America* 58 (New York) s. 428—433.
- LASS, 1976: *English phonology and phonological theory*. Cambridge.
- LAUTTAMUS, T. 1975: *Englannin ja suomen sibilantit*. Julkaisematon fonetiikan laudaturtyö. Turun yliopisto.
- 1979: A study of British English fricatives with special reference to voiceless spirants and sibilants. Julkaisematon englantilaisen filologian lisensiaatintyö. Oulun yliopisto.
- LEHTONEN, J. 1970: Aspects of quantity in Standard Finnish. — *Studia Philologica Jyväskyläensia* VI. Jyväskylä.
- 1974: Suomen kielen pyöreät ja laveat vokaalit. — *Fonetiikan paperit — Tampere 1974*. Tampereen yliopiston puheopin laitoksen monisteita I/1975 s. 74—82. Tampere.
- LINDBLOM, B. 1962: Accuracy and limitations of sona-graph measurements. — *Proceedings of the 4th International Congress of Phonetic Sciences, Helsinki 1961* s. 188—202. Haag.
- MALMBERG, B. 1967: *Structural linguistics and human communication*. Toinen, korjattu painos. Berlin.
- MOHR, B. 1971: Intrinsic variations in the speech signal. — *Phonetica* 23 (Basel) s. 65—93.
- NIEMI, J. 1979: Noun and noun phrase stress: a phonetic study of English supplemented with an error analysis using Finnish speaker-hearers, I. Production. — *Language and Speech* 22 s. 221—235.
- PETERSON, G. E. ja I. LEHISTE 1960: Duration of syllable nuclei in English. — *Journal of the Acoustical Society of America* 51 (New York) s. 1296—1303.

- RAPHAEL, L. 1972: Preceding vowel duration as a cue to the perception of the voicing characteristic of word-final consonants in American English. — *Journal of the Acoustical Society of America* 51 (New York) s. 1296—1303.
- SHOUP, J. E. ja L. L. PFEIFER 1976: Acoustic characteristics of speech sounds. — *Contemporary Issues in Experimental Phonetics* s. 171—224. Toim. N. J. Lass. New York.
- SOVIJÄRVI, A. 1963: Suomen kielen äännekuvasto. Jyväskylä.
- 1964: Tarkkuusmittauksia suomen yleiskielen /s/:n ja /š/:n äänikirjoista. — Suomen logopedis-foniatriksen yhdistyksen julkaisuja 1. Helsinki.
- STEVENS, K. N. 1968: Acoustic correlates of place of articulation for stop and fricative consonants. — *Quarterly Progress Report* 89 (MIT) s. 199—205.
- SUOMI, K. 1976: English voiceless and voiced stops as produced by native and Finnish speakers. — *Jyväskylä Contrastive Studies* 2. Jyväskylä.
- WIHK, K. 1973: Taksonomista fonologiaa. Toinen painos. — Turun yliopiston fonetiikan laitoksen julkaisuja 11. Turku.

On contextual variation of Finnish and English sibilants

Timo Lauttamus (Joensuu)

Finnish provides an example of a simple fricative system with only two phonemes, viz. /s/ and /h/. English provides an example of a complex fricative system with nine phonemes, viz. /f, v, θ, ð, s, z, ʃ, ʒ/ and /h/. The sibilants were chosen for further experimentation.

On the basis of *systemic* differences, it was hypothesized that the acoustic characteristics of Finnish /s/ would be largely context-dependent, whereas those of English /s/, /z/ and /ʃ/ would be more context-independent. The more marginal phoneme /ʒ/ was disregarded.

In order to test this hypothesis, the following predictions were made: (1) in non-labial vowel contexts the phonetic (acoustic) realizations of Finnish /s/ would correlate with English [s]; (2) in labial vowel contexts the phonetic realizations of Finnish [s] would correlate with English [ʃ]; (3) in voiced environments (i.e., in intervocalic position or between voiced segments) the phonetic realizations of Finnish /s/ would correlate with English [z]. The predictions were based on the notions that the labiality of an adjacent vowel provides the optimum conditions for low-frequency noise components because of an increase in the front resonator length associated with a decrease

in the area of lip-opening, and that a voiced environment provides the optimum conditions for voicing due to coarticulation.

The results obtained from two acoustic parameters, spectral energy distribution on the Hz/dB scale and phonetic duration, agreed with the predictions only to a degree. The results suggest that labialization has a marked effect on the acoustic characteristics of Finnish [s] only in a postvocalic position, where its spectral features resemble those of English [ʃ]. This was interpreted as an effect of progressive assimilation. The voicing of Finnish [s] in voiced environments (particularly in intervocalic position) is only a passive process due to coarticulation, whereas that of English [z] in word-initial and intervocalic position is no doubt the result of active adjustments of the glottis. In general, the acoustic characteristics of the English sibilants were observed to be more context-independent than those of Finnish [s]. However, Finnish [s] seems to vary less than was expected on the basis of the phonological system. It is thus suggested that there is a system of phonetic norms within a language community, and those realizations which depart from these norms will not be tolerated.