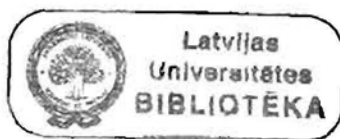


Latvijas Universitāte

JURIS GRIGORJEVS ✓

LATVIEŠU VALODAS  
PATSKAŅU SISTĒMAS  
AKUSTISKS UN AUDITĪVS  
RAKSTUROJUMS

Promocijas darbs  
filoloģijas doktora grāda iegūšanai  
valodniecības zinātņu nozares  
latviešu sinhronās valodniecības apakšnozarē



Rīga 2005

<b>PROMOCIJAS DARBA VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS .....</b>	<b>3</b>
<b>IEVADS.....</b>	<b>7</b>
<b>1. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU AKUSTISKĀS IDEĀLFORMAS .....</b>	<b>16</b>
1.1. TEORĒTISKĀS NOSTĀDNES UN HIPOTĒZES .....	17
1.2. PĒTĪJUMA MATERIĀLS, INFORMANTU IZVĒLE UN IERAKSTA PROCEDŪRA.....	25
1.3. MĒRĪJUMU METODES UN TEHNISKAIS NODROŠINĀJUMS .....	27
1.4. MĒRĪJUMU REZULTĀTI UN TO INTERPRETĀCIJA .....	29
1.4.1. VIENMĒRĪGA DATU NORMALIZĒŠANA .....	38
1.4.2. NEVIENMĒRĪGA DATU NORMALIZĒŠANA .....	52
1.4.3. NORMALIZĒŠANA, PĀREJOT UZ PSIHOFIZIKĀLAJĀM VIENĪBĀM.....	69
1.4.4. ILGUMA FONOLOĢISKAIS RAKSTUROJUMS.....	84
1.5. AKUSTISKO IDEĀLFORMU PĒTĪJUMA REZULTĀTU APKOPOJUMS .....	85
<b>2. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU AUDITĪVĀS IDEĀLFORMAS .....</b>	<b>88</b>
2.1. TEORĒTISKĀS NOSTĀDNES UN HIPOTĒZES .....	90
2.2. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU AUDITĪVO IDEĀLFORMU NOTEIKŠANAI IZMANTOTAIS MATERIĀLS.....	92
2.2.1. PIRMAIS EKSPERIMENTS.....	94
2.2.2. OTRAIS EKSPERIMENTS.....	101
2.2.3. PAPILDINĀJUMS OTRAJAM EKSPERIMENTAM.....	106
2.2.4. TREŠAIS EKSPERIMENTS.....	111
2.2.5. PAPILDINĀJUMS TREŠAJAM EKSPERIMENTAM .....	118
2.3. UZTVERES EKSPERIMENTU REZULTĀTU APKOPOJUMS .....	123
<b>3. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU SISTĒMAS FONOLOĢISKĀ INTERPRETĀCIJA .....</b>	<b>140</b>
3.1. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU SISTĒMA.....	141
3.2. PATSKAŅU APRAKSTS ĢENERATĪVAJĀ FONOLOĢIJĀ .....	144
3.3. AR AKUSTISKI AUDITĪVIEM DATIEM PAMATOTA LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU FONOLOĢISKĀ KLASIFIKĀCIJA.....	152
3.4. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU IZRUNAS APZĪMĒŠANA STARPTAUTISKAJĀ FONĒTISKAJĀ TRANSKRIPCIJĀ (IPA).....	167
<b>SECINĀJUMI.....</b>	<b>185</b>
<b>LITERATŪRA .....</b>	<b>187</b>
<b>PIELIKUMI.....</b>	<b>198</b>
LATVIEŠU LITERĀRĀS VALODAS PATSKAŅU AUDIOIERAKSTU AKUSTISKĀS ANALĪZES DATI.....	199
UZTVERES EKSPRIMENTU REZULTĀTU STATISTISKĀS APSTRĀDES DATI .....	204
STARPTAUTISKĀS TRANSKRIPCIJAS SIMBOLI (IPA).....	207
PROMOCIJAS DARBĀ IZMANTOTO FORMULU RĀDĪTĀJS.....	208
PROMOCIJAS DARBĀ IETVERTO TABULU RĀDĪTĀJS .....	210
PUBLIKĀCIJAS PAR PROMOCIJAS DARBA TĒMU .....	213
REFERĀTI PAR PROMOCIJAS DARBA TĒMU .....	214

# PROMOCIJAS DARBA VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS

Latviešu literārās valodas patskaņi līdz šim ir aprakstīti galvenokārt no to izrunas jeb artikulācijas viedokļa. Lai arī ir dots neliels to akustisko īpašību raksturojums (Stelle 1971), tas nav pietiekams patskaņu ideālformas<sup>1</sup> kompleksās būtības izpratnei. Patskaņu ideālformas ir saistītas ar valodas lietotāju apziņā esošo ideālo katra valodas patskaņa tēlu, tāpēc tās raksturo gan ar dzirdi uztveramais skanējums (audītīvā ideālforma), ko nosaka patskaņa akustiskās īpašības (akustiskā ideālforma), gan šī ideālā skanējuma veidošanai nepieciešamais runas orgānu stāvoklis (artikulārā ideālforma), kura izveidē iesaistīta noteikta muskuļu un nervu darbība (neiromotoriskā ideālforma). Promocijas darbs ir veikts, lai dotu pēc iespējas pilnīgu latviešu literārās valodas patskaņu ideālformu aprakstu.

## ***Pētījuma mērķis***

Pētījuma mērķis ir iegūt pēc iespējas pilnīgu latviešu literārās valodas patskaņu ideālformu īpašību aprakstu un datu bāzi. Promocijas darbā uzmanība tika koncentrēta uz patskaņu akustisko un audītīvo ideālformu izpēti. Tā kā patskaņu izrunai nepieciešamie runas orgānu stāvokļi ir aprakstīti pēc patskaņu izrunas latviešu valodas vārdos (Laua 1954, 1997; Vecozola 1953), šis apraksts īsti neatbilst artikulārajām ideālformām, jo patskaņu izrunu ietekmē fonētiskā apkaime. Promocijas darba autoram tehnisku iemeslu dēļ nebija iespējams veikt izolēti izrunātu patskaņu, kuru īpašības ir vistuvākās patskaņu ideālformām, artikulācijas un tajā iesaistītās muskuļu un nervu darbības pētījumus; to izpēte ir nākotnes uzdevums.

## ***Uzdevumi mērķa sasniegšanai:***

- 1) instrumentāli izpētīt patskaņu akustisko ideālformu spektrālās īpašības un pamattoni;
- 2) pārbaudīt garo un īso patskaņu kvalitatīvās līdzvērtības hipotēzi;
- 3) atrast optimālu metodi atšķirīgu runātāju datu normalizēšanai;
- 4) eksperimentāli noteikt patskaņu audītīvās ideālformas;

---

<sup>1</sup> Lai valodas skaņu aprakstā ietvertu valodas sarežģīto psihosociālo fenomenu, promocijas darbā lietots šī darba autora izveidots termins *patskaņa ideālforma*. Promocijas darbā ar patskaņa ideālformu tiek saprasts tas patskaņa psihiskais tēls, kas valodas apguves procesā izveidojas katra valodas runātāja apziņā. Termins *patskaņa ideālforma* aptuveni atbilst angļu valodā atrodamajā teorētiskajā literatūrā lietotajam terminam *Vowel Target*.

- 5) uz akustisko un auditīvo īpašību pamata fonoloģiski klasificēt latviešu literārās valodas patskaņus.

### ***Darba aktualitāte***

Latviešu literārās valodas patskaņu sistēmas akustisko īpašību apraksta trūkums neļauj tālāk attīstīt latviešu valodas akustisko un eksperimentālo fonētiku, salīdzināt latviešu literārās valodas skaņu sistēmu ar citu valodu skaņu sistēmām, kavē runas tehnoloģijas attīstību Latvijā. Lai varētu korekti spriest par dažādu faktoru ietekmi uz patskaņu realizāciju atšķirīgās runas situācijās, nepieciešama informācija par patskaņu ideālformu īpašībām, t. i., lai zinātu, kādas maiņas ir notikušas, ir jāzina, kas ir mainījies.

### ***Darba materiāls***

Darba materiālu veido 6 informantu izolēti izrunātu latviešu literārās valodas patskaņu audioieraksti patskaņu akustisko ideālformu noteikšanai un ar datorprogrammu sintezēti auditīvie stimuli auditīvo ideālformu noteikšanai uztveres eksperimentos.

### ***Pētījuma teorētiskā bāze.***

Pētījuma teorētisko bāzi veido galvenokārt pasaules vadošo fonētiķu darbi akustiskajā un eksperimentālajā fonētikā, kā arī latviešu fonētiķu darbi šajā jomā.

### ***Promocijas darbā lietotās metodes***

Promocijas darbā lietotas šādas metodes: 1) deskriptīvā metode, 2) instrumentālā metode – izmantota akustisko datu iegūšanai un auditīvo eksperimentu stimulu sagatavošanai, 3) eksperimentālā metode – izmantota psihoakustisko uztveres datu iegūšanai. Promocijas darba pamatā ir empīrisks pētījums, kurā latviešu valodas patskaņu dati analizēti sinhronā skatījumā.

### ***Darba apjoms un struktūra***

Promocijas darbā “Latviešu valodas patskaņu sistēmas akustisks un auditīvs raksturojums” ir 180 teksta lappuses, literatūras saraksts (161 vienība) un 7 pielikumi. Tekstā ir ievads, trīs nodaļas un noslēdzošie secinājumi. Pirmajā nodaļā “Latviešu valodas patskaņu akustiskās ideālformas” aplūkota analizējamā materiāla un informantu izvēle, materiāla ieraksta un instrumentālās analīzes procedūra, analizēti iegūtie akustisko ideālformu dati, kā arī noteikti iespējamie datu normalizēšanas veidi. Otrajā nodaļā “Latviešu valodas patskaņu auditīvās ideālformas” īsi raksturoti eksperimentu izveides principi, aprakstīta eksperimentu materiāla izveide, eksperimentu norise un rezultāti. Šajā

nodaļā eksperimentu rezultāti un auditīvo ideālformu dati analizēti, salīdzinot tos ar fonētikas literatūrā atrodamajiem datiem. Trešajā nodaļā “Latviešu valodas patskaņu sistēmas fonoloģiskā interpretācija” aplūkota latviešu valodas patskaņu sistēmas izveide, raksturota ģeneratīvās fonoloģijas pieeja patskaņu klasifikācijai, dota uz akustiskajiem datiem balstīta latviešu valodas patskaņu fonoloģiskā klasifikācija un pēc akustiskajiem datiem noteikti latviešu valodas patskaņiem atbilstošie starptautiskās fonētiskās transkripcijas (IPA) simboli. Tekstu papildina 40 tabulas un 78 attēli, kas atspoguļo pētījuma rezultātus.

### ***Darba aprobācija***

Promocijas darba izstrādes gaitā iegūtās atziņas apkopotas 11 publikācijās un 10 zinātniskos referātos, kas nolasīti vietēja un starptautiska mēroga kongresos un konferencēs (sk. publikāciju un referātu sarakstu pielikumā). Atsevišķas promocijas darba nodaļas vairākkārt apspriestas LU Baltu valodu katedras sēdēs, bet promocijas darbs kopumā apspriests 2005. gada 12. aprīļa sēdē.

### ***Darba novitāte***

Promocijas darbā latviešu valodas patskaņu sistēma pirmo reizi skatīta no ideālformu akustiskās un auditīvās realizācijas viedokļa, balstot uz šiem ideālformas komponentiem objektīvu fonoloģisku klasifikāciju. Pirmo reizi latviešu valodniecībā pārbaudīti dažādi datu normalizēšanas veidi, nosakot piemērotākos latviešu valodas materiālam.

### ***Darba teorētiskā nozīme***

Promocijas darbā izstrādātā patskaņu ideālformu noteikšana un fonoloģiskā klasifikācija veido pamatu ne tikai turpmākiem instrumentāliem pētījumiem, bet arī šo pētījumu datu teorētiskai interpretācijai, formulējot likumus pārmaiņām, kas rodas valodas skaņām mijiedarbojoties runas plūsmā.

### ***Pētījuma rezultātu praktiskais lietojums:***

- 1) izveidotā latviešu literārās valodas patskaņu sistēmas akustisko datu bāze ir nepieciešama tālāku pētījumu veikšanai eksperimentālajā fonētikā;
- 2) iegūtā datu bāze dod iespēju salīdzināt latviešu literārās valodas patskaņus ar citu valodu patskaņiem gan no akustiskā, gan auditīvā viedokļa;

- 3) šī datu bāze ir nepieciešama automātiskas runas atšifrēšanas sistēmu veidošanai, skaņu un runas sintēzei, tātad, tā ir izmantojama fonētiskos pētījumos un runas tehnoloģijā;
- 4) pētījuma rezultātus var izmantot runas patoloģijas novēršanā – atdarināmo optimālas izrunas paraugu veidošanā, kā arī pareizrunas mācīšanā cittautiešiem;
- 5) akustisko un auditīvo ideālformu aprakstus var izmantot, veidojot jaunus valodniecības priekšmetu mācību līdzekļus skolām un augstskolām.

### ***Pētījuma atbalsts.***

Šis darbs nebūtu iespējams bez Stokholmas Universitātes Valodniecības institūta Fonētikas nodaļas darbinieku atbalsta un laipnās palīdzības, kā arī bez Zviedrijas Humanitāro zinātņu akadēmijas (*Vitterhetsakademin*) piešķirtajām stipendijām, kas 2 gadus (1993./94. ak. g. un 1995./96. ak. g.) deva iespēju nodarboties ar pētniecību vienā no vadošajām Eiropas fonētikas laboratorijām. Esmu lielu pateicību parādā Rolfam Lindgrenam (*Rolf Lindgren*) par praktisku palīdzību pētījuma materiāla un iegūto datu apstrādē, Dianai Krullai (*Diana Krull*), Ullem Engstrandam (*Olle Engstrand*), Hartmutam Traunmilleram (*Hartmut Traunmüller*) un Bjernam Lindblumam (*Böjrn Lindblom*) par padomiem gan praktiskos, gan teorētiskos jautājumos. Ar saviem ierosinājumiem un praktisku atbalstu šī promocijas darba tapšanu ir sekmējuši arī Tallinas kolēģi Arvo Ēks (*Arvo Eek*) un Einars Meisters (*Einar Meister*) no Igaunijas Zinātņu akadēmijas Kibernētikas institūta Fonētikas un runas tehnoloģijas laboratorijas, kā arī Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūta Mākslīgā intelekta laboratorijas līdzstrādnieki un tās vadītājs Andrejs Spektors. Promocijas darba rakstīšanā ar saviem pamudinājumiem, ieteikumiem un labojumiem ieguldījumu devusi darba vadītāja profesore Dace Markus un kolēģi no Latvijas Universitātes Baltu valodu katedras.

Kaut fonētikai latviešu valodniecībā ir senas tradīcijas, līdz pat šim laikam ir samērā maz pētījumu latviešu literārās valodas skaņu akustikā. Arī pētījumi pārējās fonētikas jomās ir bijuši samērā nesistemātiski. Tas it īpaši ir attiecināms uz 20. gadsimta pēdējā ceturksnī paveikto.

Sistemātiski pētījumi notika 19.-20. gadsimtu mijā un 20. gadsimta pirmajā pusē, piedzīvojot īpašu aktivitāti 20.-30. gados, kad strauji attīstījās latviešu nacionālā valodniecība un latviešu valodas skaņu sistēmas pētīšanai un aprakstam pievērsās A. Ābele (Ābele 1915, 1921, 1923, 1927, 1932b), J. Endzelīns (Endzelīns 1922, 1938, 1948, 1951, 1971, 1979), J. Plāķis (Plāķis 1914, 1924) un citi latviešu valodnieki. Liela daļa šo pētījumu tika veikta kopsakarā ar izlokšņu materiāla vākšanu, pētīšanu un aprakstīšanu, un lielākā daļa pētījumu rezultātu tika publicēta Filologu biedrības rakstos (Ābele 1924, 1926, 1935a; Āboliņa 1927, 1928; Ancītis 1935; Bērzaunietis 1923; Bičolis 1932; Elksnītis 1929; Hauzenberga 1925, 1934; Īvena 1928; Kancāns 1937; Kārklīšs 1926; Latkovskis 1940; Meņģele 1939; Navenickis 1933; Ozoliņa 1934, 1937; Vīksne 1936, 1937, 1940; Zariņš 1931 u. c.). Daļa izlokšņu pētījumu skāra vokāļu (Ābele 1933a, 1933b, 1935b, 1936) un zilbju īpašības, īpašu uzmanību pievēršot zilbes struktūras, tās uzsvara (Ābele 1934) un intonācijas (Ābele 1929, 1930, 1931, 1932a; Kauliņš 1923; Martinsone 1934) izpētei. Datu vairākums tika iegūts tiešas novērošanas ceļā, tāpēc tie bija aprakstoši un attiecās galvenokārt uz artikulāciju. Tika veikti arī vairāki akustiski pētījumi, taču tā laika vienkāršā aparatūra (parasti kimogrāfs) ierobežoja pētniecisko darbību, saistot to lielākoties ar skaņas viļņa īpašību pētījumiem. Latviešu valodas akustisko īpašību izpētei šai laikā pievērsās ne tikai latviešu valodnieki, bet arī ārzemnieki, piem., R. Ēkbloms (Ekblom 1933) Zviedrijā.

Pēc II Pasaules kara Latvijā turpinājās izlokšņu pētīšana un apraksts, dialektoloģijas ekspedīcijās tika veikti arī materiāla audioieraksti. Pētījumu rezultāti tika apkopotī gan vispārīgu izlokšņu aprakstu veidā (Ancītis 1977; Breidaks 1972, 1989; Indāne 1986, Poiša 1985 u. c.), gan publicējot rakstus par noteiktiem izlokšnes fonētikas jautājumiem – par izlokšņu intonāciju īpatnībām (Kušķis 1959; Markus 1982, 1989, 1991 u. c.), par skaņu kvantitātes jautājumiem (Markus 1978, 1992; Sarkanis 1989 u. c.), par izlokšņu vokālisma īpatnībām (Breidaks 1974, 1979, 1980; Kušķis 1967; Sarkanis 1991).

M. Rudzīte bija pirmā latviešu valodniecībā, kas savam zinātņu kandidāta disertācijas pētījumam (P. Aristes vadībā) izmantoja oscilogrāfisko analīzi (Rudzīte 1954).

Pēckara periodā tika veikti arī literārās valodas izpētes darbi. A. Laua (Laua 1954), izmantojot rentgenogrammu un palatogrammu metodi, veica ievērojamu latviešu literārās valodas skaņu izrunas pētījumu, kura rezultātus vēl mūsdienās izmanto latviešu valodas skaņu artikulārai klasifikācijai. L. Ceplītis (Ceplītis 1974) un V. Broka (Broka 1969) veica nopietnus teikumu tonālās modulācijas pētījumus, bet R. Grīse (Grīse 1970, 1972) un A. Stelle (Stelle 1968) pētīja zilbju intonācijas un to saistību ar vārdu nozīmes diferencēšanu. Šis darbs tika veikts ar oscilogrāfu, kam pierīkotas dažādas papildierīces. Ar oscilogrāfu tika veikti ne tikai zilbju un vokāļu kvantitātes pētījumi (Liepa 1970b, 1979; Mīze 1972; Stelle 1970), bet pētīta arī līdzskaņu kvantitāte (Liepa 1963, 1967a, 1967b, 1970a). Līdzskaņu prosodiskā struktūra ar intonogrāfu tika pētīta Maskavā (Brēde 1981; Gurtaja 1980).

A. Stelle (Stelle 1971), lietojot no skaņas viļņa izskaitļoto statisko spektru, pētīja un aprakstīja latviešu literārās valodas uzsvērtu zilbju vokālisma akustiskās pazīmes – noteica formantiem raksturīgās frekvences joslas, analizēja pamattoņa frekvenci, kā arī noteica patskaņu un divskaņu intensitāti un ilgumu. Savukārt, M. Neilande (Neilande 1965, 1970) veica plašākus divskaņu pētījumus, izmantojot elektrodinamiskās kimogrammas. Šie un daži citi darbi (Bendiks 1972; Vecozola 1953 u. c.) tika veikti Latvijā, izmantojot ierobežotās tehniskās iespējas.

Divdesmitā gadsimta 40. gados, kad dažādu valstu fonētikas laboratorijās par galveno pētniecības līdzekli tika izmantots spektrogrāfs un sonagrāfs, latviešu fonētika sāka atpalikt no pasaules fonētiķu pētījumiem, jo, kara un padomju okupācijas dēļ, daļa valodnieku emigrēja no valsts, bet palikušo zinātnieku darbība dažkārt tika ierobežota. Spektrogrāfu un sonagrāfu iegādi fonētiķu vajadzībām kavēja dažādi faktori, kuru aplūkošana nav promocijas darba mērķis. Arī tagad, pēc valstiskās neatkarības atgūšanas, stāvoklis uzlabojas ļoti lēni. Šoreiz tā cēlonis ir zinātnes un izglītības trūcīgais finansējums, ko nosaka šo nozaru zemais prestižs mūsu valstī. Minēto iemeslu dēļ lielākā daļa latviešu valodas skaņu akustisko pētījumu pēckara periodā veikta, izmantojot oscilogrāfu, t. i., pētītas galvenokārt skaņas viļņa un pamattoņa īpašības. Skaņu spektrālie pētījumi ar spektrogrāfu līdz 20. gadsimta deviņdesmito gadu vidum bija jāveic ārpus Latvijas robežām.

Lietuvā, Viļņas universitātē, D. Markus (Markus 1983, 1994) un A. Sarkanis (Sarkanis 1993) veica augšzemnieku dialekta izlokšņu vokālisma akustiskus pētījumus, kas



balstījās arī uz dinamisko platjoslu spektrogrammu mērījumiem. Šo pētījumu rezultātā minēto izlokšņu vokālisma īpašības tika aprakstītas ar pasaules fonētikas praksē par tradicionālām kļuvušām akustisko parametru vērtībām. Tas ļauj minētos datus salīdzināt ar citu valodu vokāļu akustiskajiem datiem, lai noteiktu latviešu valodas vokāļu kopīgās un atšķirīgās akustiskās pazīmes salīdzinājumā ar citu pasaules tautu valodu patskaņiem un divskaņiem. D. Markus pētījusi arī augšzemnieku dialekta tonēmu sistēmu un devusi tās fonoloģisko interpretāciju (Markus 1994). Lietuvā veiktie pētījumi ir ieguldījums dialektu fonētikā un modernu metožu ieviešanā latviešu valodniecībā, tomēr tajos ir sniegts tikai dažu izlokšņu materiāla apraksts, kas neatspoguļo latviešu literārās valodas vokāļu akustiskās īpašības. Dažās D. Markus publikācijās aprakstīta latviešu valodas patskaņu fonoloģiskā klasifikācija (Markus 2000a) un analizētas problēmas konsonantu fonētiskajā un fonoloģiskajā klasifikācijā (Markus 2000b, 2002). Spektrogrāfiskus pētījumus veikuši arī daži ārzemēs dzīvojoši tautieši, piem., Dz. Bonda (Bond 1994). Lai arī viņu darbu tehniskā nodrošinājuma līmenis bija augsts, tomēr arī viņu iegūtie akustiskie dati nevar tikt izmantoti zinātniskam latviešu literārās valodas vokāļu akustiskam aprakstam, jo tajos ir ierobežota informantu un pētījamā materiāla izvēle. Iebildumus pret informantu un pētījuma materiāla izvēli var veltīt arī šī promocijas darba autora 1992. gadā Stokholmas Universitātē izstrādātajam diplomdarbam "*Acoustic Analysis of the Latvian Vowel System*" ("Latviešu valodas patskaņu sistēmas akustiska analīze"). Šajā pētījumā tika salīdzināta latviešu valodas patskaņu kvalitāte četru informantu izrunā – diviem latviešu valoda ir dzimtā, bet diviem tā ir viena no svešvalodām (vienam informantam dzimtā ir vācu valoda, bet otram – zviedru). Patskaņu izruna tika pētīta reālos latviešu valodas vārdos, kuros patskaņi bija atšķirīgā fonētiskā apkaimē, kas ietekmēja patskaņu kvalitāti, tāpēc grūti noteikt, cik lielā mērā patskaņu kvalitāte ir mainījusies blakus segmentu ietekmē. Stokholmas Universitātes Valodniecības institūta fonētikas laboratorijā tika veikta arī daudz plašāka latviešu valodas vokāļu materiāla analīze, kurā šī promocijas darba autors noteica vokāļu spektrālo īpašību un kvantitātes atkarību no pozīcijas vārdā, analizējot patskaņus (Grigorjevs 1995) un divskaņus reālos latviešu valodas vārdos, kas bija ievietoti nesējteikumos "Lai \_\_\_ nav" un "Saka \_\_\_ tam". Teikums ar katru vārdu, kurā atradās analizējamais patskanis vai divskanis, tika ierakstīts 5 atkārtojumos 27 informantu izrunā, no kuriem analīzei tika izvēlēts 25 informantu (20 vīriešu un 5 sieviešu vecumā no 18 līdz 60 gadiem) izrunātais materiāls.

Tikai 1996. gadā Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūta Mākslīgā intelekta laboratorijā latviešu fonētiķiem kļuva pieejama datorprogramma skaņu

spektrālai analīzei. Tas bija pirmais lielais solis akustiskās fonētikas atdzimšanā Latvijā, jo ļāva promocijas darba autoram veikt šajā promocijas darbā izmantotā audiomateriāla akustisko analīzi tepat Rīgā. Nākamais solis akustiskās fonētikas attīstībā Latvijā bija tas, ka 2000. gada 9. martā LU Filoloģijas fakultātē beidzot tika atklāta Fonētikas un datorlingvistikas laboratorija ar 12 darba vietām akustiskās fonētikas pētījumu veikšanai. Kopš šī brīža latviešu valodas skaņu sistēmas akustisko īpašību izpētes darbā ir iesaistījušies arī LU Filoloģijas fakultātes valodniecības studenti, veicot pētījumus savu kursadarbu, bakalaura un maģistra darbu tēmu ietvaros. Profesionāliem pētījumiem nepieciešamās aparatūras iegāde tika pabeigta 2001. gada novembrī. Tas kļuva iespējams ar LU vadības un Latviešu Fonda (ASV) finansiālu atbalstu. No laboratorijas izveides laika līdz šim brīdim promocijas darba autora vadībā LU Filoloģijas fakultātē ir izstrādāti un aizstāvēti 16 kursdarbi un 3 bakalaura darbi (konsultēts arī 1 maģistra darbs) par latviešu valodas skaņu un intonāciju akustiku un uztveri. Tiek turpināts darbs pie 1 bakalaura darba un 2 maģistra darbiem šajā jomā.

Attīstoties fonoloģijas teorijai un pieaugot industriālām vajadzībām pēc “runājošām” un mutiskas komandas “saprotošām” ierīcēm, mašīnām un iekārtām, palielinās pieprasījums pēc pilnīga latviešu valodas skaņu apraksta. Tas saistīts ar fonēmas kompleksās dabas izpratni, kurā ievērojama loma ir tās fizikālajām īpašībām, kas bez tam veido arī pamatu runas sintēzē un automātiskā atšifrēšanā. Skaņas tiek uzskatītas par fonēmas variantiem (allofoniem), ja tās ir fonētiski līdzīgas un neparādās vienā un tajā pašā fonētiskajā apkaimē, vai arī tad, ja tās parādās vienādā fonētiskajā apkaimē, bet vienas skaņas aizstāšana ar otru neizraisa vārda nozīmes maiņu (Crystal 1997: 288; Reformatskis: 172; Roca & Johnson 2000: 53). Ja nepieciešams noteikt valodas skaņu sistēmu, kura sastāv no galīga skaita locekļu, kuru konkrētā realizācija runas plūsmā pakļaujas noteiktām likumībām, fonēmas ir izdevīgi definēt pēc ģeneratīvās fonoloģijas skolas principiem – kā abstraktu distinktīvo opozīciju jeb šķīrējpozīmju kopumus, kuru atsevišķo pazīmju realizāciju nosaka blakus esošo skaņu pazīmes un citi faktori.

Cilvēka runa ir senākā valodas pastāvēšanas forma un līdz pat mūsu dienām galvenais cilvēku savstarpējās saziņas līdzeklis. Runas procesa rezultāts ir apzināti radītu skaņu virknes, kam piemīt tādas pašas fizikālas īpašības kā citām dabā vērojamām skaņām. Varētu teikt, ka katrai valodas skaņai piemīt divu veidu īpašības: materiālās (fizikālās) un psihosociālās, t. i., tās īpašības, ko katrs runātājs vai runātāju kopums piešķir šai skaņai.

Par skaņas psihosociālajām īpašībām atzīstamas gan individuālās vai noteiktā runātāju kolektīvā veidojušās artikulācijas īpatnības, gan arī nozīmes šķīrējfunkcijas, kā arī

maiņas fonoloģiskajos likumos formulēto fonētisko procesu ietekmē. Skaņu psihosociālās īpašības, kas veidojušās, runātāju kolektīviem savstarpēji vienojoties, ir pamatā tam, ka dažādu valodu un dialektu runātāji mutvārdu saziņai izmanto skaņu inventāru, kas var atšķirties gan ar pašām tajos ietilpstošajām skaņām, gan šo skaņu lietojumu un kombinēšanās iespējām. Skaņām var piemist (un piemīt!) īpašības, ko nosaka katra runātāja runas orgānu fizioloģiskās īpatnības un artikulācijas ieradumi, kas var būt runātājam individuāli vai kopīgi teritoriālai vai sociālai grupai. Cilvēka runas orgānu fizioloģijas pētījumu rezultāti apliecina to, ka mutvārdu saziņā lietojamo skaņu skaits ir visai ierobežots. To nosaka gan runas orgānu uzbūve, gan dzirdes uztveres īpatnības, gan prasības pēc skaidras un nepārprotamas informācijas pārraides. No pētījumiem izriet, ka katras valodas skaņu sistēmas izveide ir pakļauta universāliem nosacījumiem (Lindblom 1963, 1984):

- 1) cilvēka runas orgānu kustību amplitūda un ātrums ir samērā ierobežoti – tas ierobežo izrunājamo skaņu daudzumu;
- 2) dzirdes uztveres īpatnību un artikulācijas polimorfisma dēļ akustiski un auditīvi vienādas vai ļoti tuvas (nebūtiski atšķirīgas) skaņas var tikt izrunātas ar vairākiem atšķirīgiem runas orgānu stāvokļiem;
- 3) valodas skaņu inventāra izveidē dominē tieksme panākt tajā ietilpstošo skaņu maksimālu nošķirtību ar minimālu enerģijas patēriņu.

Atbilstoši šiem nosacījumiem veidojies katras valodas skaņu inventārs. Tieksme ekonomēt enerģiju nosaka to, ka no vairākiem vienādu skaņas signālu veidojošiem runas orgānu stāvokļiem runātājs izvēlas to, kura veidošana prasa mazāko piepūli. Ja kādas slimības, traumas vai citu šķēršļu dēļ šis runas orgānu stāvoklis vairs nav iespējams, tas tiek aizstāts ar tuvāko iespējamo, kura rezultātā tiek iegūta analoga vai maksimāli tuva skaņa. Šo procesu sauc par artikulāro kompensāciju. Raksturīgākie no daudzajiem artikulārās kompensācijas piemēriem ir šādi:

- 1) pēc lūzuma fiksēts žokļa stāvoklis netraucē cilvēkam runāt bez jūtamiem teiktā uztveres traucējumiem;
- 2) vēža gadījumā izoperējot kādu mēles muguras daļu, pacienti ar laiku iemācās izrunāt traucētās skaņas vairāk vai mazāk tuvu to tradicionālajam skanējumam atkarībā no izoperētās mēles daļas lieluma.

Tātad, eksistē fizioloģiski noteikts un galīgs teorētiski iespējamo valodas skaņu inventārs, no kura kādas valodas runātāji izvēlas savai saziņai nepieciešamo līdzekļu kopumu. Vērojot fonoloģiskās domas attīstību dažādu valodu skaņu inventāru aprakstīšanā

un to savstarpējo kopsakarību meklēšanā, var saskaņot tieksmi pēc ekonomiska, bet reizē izsmeljoša apraksta veida.

Viens no šādu meklējumu rezultātiem ir ģeneratīvās fonoloģijas skolas piedāvātā fonēmu un fonēmu pārmaiņu teorija, kas ļauj sadalīt jebkuras valodas skaņu inventāru nelielā fonēmu sistēmā, kur katru fonēmu raksturo distinktīvo opozīciju kopums, bet katras fonēmas konkrētā realizācija pakļaujas noteiktu fonoloģisku likumu prasībām. Fonēmas variantu skaitu un kvalitatīvo daudzveidību ierobežo galvenokārt nozīmes šķiršanas funkcijas katrā valodā. Līdz ar to, aprakstot fonēmu īpašības, tiek aprakstītas šo valodā nozīmīgo skaņu **ideālformas**<sup>2</sup> un to iespējamās izmaiņas šajā valodā funkcionējošu fonoloģisko likumu ietekmē. Ilgu laiku fonēmu (sākotnēji sauktu vienkārši par valodas skaņām) aprakstā dominēja artikulārās šķirējpazīmes, jo tās saistītas ar vieglāk novērojamajiem artikulācijas procesiem. Parādotes un pamazām uzlabojoties eksperimentāliem pētījumiem nepieciešamajai aparatūrai, paplašinājās runas fizioloģijas apraksts, ko papildināja arī skaņu fizikālo īpašību raksturojums. Divdesmitā gadsimta vidū, nostiprinoties un kļūstot populārai spektrogrāfijas metodei, fonoloģijas teorijas pamatošanas un skaņu sistēmas apraksta vajadzībām uz brīdi centrā izvirzījās akustiski auditīvās šķirējpazīmes (Jakobson et al. 1969). Vēlāk par galvenajām atkal kļuva artikulārās šķirējpazīmes (Chomsky & Halle 1968; Stevens 1998), bet nereti fonoloģiskās teorijās (Ladefoged 1989 u. c.) fonēmu apraksts tika papildināts arī ar auditīvām šķirējpazīmēm, tām pamazām iegūstot arvien lielāku nozīmi. Tas liek domāt par ideālformu komplekso uzbūvi. Tomēr skaņu artikulācija un uztvere, kas ir šādu fonēmu aprakstu pamatā, ir lielā mērā atkarīga no katras valodas noteiktajām skaņu psihosociālajām īpašībām. Balstoties uz šādiem aprakstiem, var tikai nosacīti salīdzināt divu valodu skaņu sistēmas, jo, piem., patskanis, kas vienā valodā tiek aprakstīts kā augsta mēles pacēluma patskanis, citā valodā var atbilst vidēja pacēluma patskanim. Lai gūtu pēc iespējas pilnīgu priekšstatu par katrai fonēmai atbilstošās skaņas ideālformas īpašībām un noteiktu šīs fonēmas vietu universālajā, cilvēkam izrunājamo skaņu sistēmā, katras fonēmas aprakstam būtu jāietver arī objektīvas, no runātāju individuālām vai kolektīvām īpatnībām neatkarīgas īpašības.

Tā kā skaņa ir svārstību izplatīšanās vidē (runājot par valodas skaņām, šī vide parasti ir gaiss), katru skaņu var samērā objektīvi raksturot, aprakstot tās fizikālās īpašības,

---

<sup>2</sup> Kā jau patskaņu sakarā tika minēts nodaļā „Promocijas darba vispārīgs raksturojums”, promocijas darbā ar *skaņas ideālformu* tiek saprasts tas skaņas psihiskais tēls, kas valodas apguves procesā izveidojas katra valodas runātāja apziņā. Termins ideālforma aptuveni atbilst angļu valodā lietotajam terminam *Target*.

kas ir fizikas apakšnozares akustikas izpētes objekts. Akustiskā fonētika nodarbojas ar valodas skaņu fizikālo (akustisko) īpašību izpēti un aprakstīšanu, lai tuvinātos pēc iespējas objektīvam valodas skaņu inventāra aprakstam. Pasaules fonētiķu prātus jau vairākus gadu desmitus nodarbina jautājums, kā nošķirt skaniskajā materiālā tā objektīvo (valodai raksturīgo) daļu no subjektīvās (katra runātāja individuālo īpašību noteiktās). Viens no veidiem, kā samazināt runātāju atšķirību ietekmi uz valodas skaņu objektīvajām īpašībām, ir aprakstīt skaņas no uztveres psihofizikālā viedokļa. Šādi tiek atdarināta dzirdes aparāta veiktā akustiskā signāla datu normalizēšana, kuras rezultātā tiek samazinātas subjektīvo faktoru noteiktās atšķirības. Uzlabotais patskaņu ideālformas modelis (Kent & Read 1992: 90-91) ir balstīts uz skaņas formantu centru frekvenču akustisko datu nelineāru pārveidojumu psihofizikālās uztveres vienībās (melos, barkos, kēnigos, erbos utt.). Barku skala atspoguļo iekšējās auss gliemeža darbību, kad uz noteiktas skaņas akustiskā signāla frekvenču joslas izraisītu kairinājumu reaģē iekšējās auss gliemeža bazilārās membrānas noteikta platuma josla, ko sauc par kritisko joslu. Lai vēl vairāk samazinātu runātāju individuālo īpašību ietekmi uz objektīvo skaņas signālu, ieteicams patskaņus raksturot nevis ar to formantu centru absolūtajiem psihofizikālajiem lielumiem, bet gan ar patskaņu pamattoņa ( $F_0$ ) un pirmo trīs formantu ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ) savstarpējo attiecību koeficientiem ( $F_1/F_0$ ;  $F_2/F_1$ ;  $F_3/F_2$ ) vai intervālu lielumiem jeb tonotopiskajām distancēm starp šiem formantiem ( $F_1-F_0$ ;  $F_2-F_1$ ;  $F_3-F_2$ ). Šis ieteikums izriet no telpisko paraugu teorijas (*Space Pattern Theory*), kas nosaka, ka noteiktas skaņas pazīmes tiek pazītas pēc skaņas izraisītās iedarbības uz iekšējās auss gliemeža bazilārās membrānas dažādām vietām telpisku paraugu jeb klišeju veidā (Traunmüller 1981). Telpiskie paraugi jeb klišejas ir cieši saistīti ar enerģijas joslu (formantu) savstarpējo novietojumu skaņas spektrā. Līdz ar to tonotopiskās distances starp formantu centriem (Traunmüller 1981) vai formantu centru skaitlisko vērtību attiecības (Miller 1989) sniedz svarīgāku informāciju par patskaņu kvalitāti nekā patskaņu formantu centru absolūtās vērtības. Jāpiebilst, ka atsevišķo patskaņu grupēšana fonēmas robežās un dažādu fonēmu nodalīšana akustiskajā vai psihofizikālajā plaknē pēc intervālu lielumiem starp patskaņu formantiem efektīvākos rezultātus dod, lietojot barku skalu un attēlojot patskaņus kā punktus psihofizikālajā plaknē (Miller 1989: 2119). Lietojot akustiskās vai citas psihofizikālās mērvienības, labākie rezultāti sasniedzami, logaritmiski izsakot patskaņa pirmo trīs formantu savstarpējo attiecību skaitliskos lielumus ( $\log_{10}(F_2/F_1)$ ;  $\log_{10}(F_3/F_2)$ ). Šādā gadījumā mērvienību izvēle samērā maz ietekmē iegūto rezultātu (Miller 1989). Tātad, lai iegūtu samērā

objektīvu fonēmas jeb skaņas ideālformas aprakstu, skaņa jāraksturo no akustiski auditīvā viedokļa.

Iepriekš minētais norāda uz mūsu apziņā eksistējošām valodas skaņu ideālformām, kuras valodniecībā saistītas ar fonēmas jēdzienu. Fonētiķi krietni nopūlējušies dažādu ideālformas izpausmju pētīšanā un aprakstīšanā un nonākuši pie slēdziena, ka ideālforma ir kompleksa parādība, kam ir vismaz četri pamatelementi – akustiskā, auditīvā, neiromotoriskā un artikulārā ideālforma (Rosner & Pickering 1994: 281-285). Šie elementi ir vienota veseluma dažādas izpausmes, kas savstarpēji ir cieši saistītas. Apkopojot dažādos avotos dotās patskaņa ideālformas definīcijas un skaidrojumus (Clark & Yallop 1990; Kent & Read 1992; Rosner & Pickering 1994 u.c.), var secināt, ka katra patskaņa ideālformas pamatu veido runātāja subjektīvais priekšstats par fonēmas ideālo skanējumu. Domājams, ka fonēmu (arī patskaņu) prototipi jeb ideālformas veidojas valodas apguves procesā, kad no kādas fonēmas ar dzirdi uztveramo realizāciju daudzuma tiek izvēlēts viens variants, kas valodas apguvēja apziņā tiek saistīts ar fonēmas ideālo skanisko veidolu. Tā uz akustiskās informācijas pamata veidojas auditīvais prototips, kuru valodas apguvējs cenšas atdarināt izrunā, kontrolējot savu pūliņu rezultātus ar dzirdi un vērojot apkārtējo cilvēku reakciju. Tātad, auditīvais prototips jeb ideālforma ir tā atskaites vienība, ar kuru tiek salīdzināta gan paša, gan citu izrunas rezultātā radītā skaņa. Akustiskais signāls, kas atbilst šādai auditīvai ideālformai, veido akustisko ideālformu, kam piemīt noteiktas fizikālas īpašības. Skaņa, kuras fizikālās īpašības atbilst akustiskajai ideālformai, savukārt, tiek izrunāta, veidojot noteiktu runas orgānu stāvokli – artikulāro ideālformu, ko panāk ar atbilstošu nervu un muskuļu darbību, kas veido neiromotorisko ideālformu. Tas, ka kurliem cilvēkiem ir traucēta runas spēja, vedina domāt, ka auditīvā ideālforma ir viena no svarīgākajām ideālformas kopējā jēdziena daļām. Tomēr jāatzīst, ka auditīvā ideālforma nevar veidoties bez skaņas signāla jeb akustiskās ideālformas.

Noteiktas akustiskā signāla īpašības stipri ietekmē ar dzirdi uztveramās skaņas kvalitāti. Raksturojot šo īpašību kopumu, iespējams raksturot skaņas akustisko ideālformu. Zinot, kā dzirdes mehānisms reaģē uz akustisko signālu, un aprakstot uztverē nozīmīgas vienības, var raksturot auditīvo ideālformu. Artikulārās ideālformas aprakstu veido skaņas izrunā iesaistīto runas orgānu stāvokļu un darbības raksturojums, bet neiromotoriskās – šo stāvokļu sasniegšanā un darbībā iesaistīto nervu un muskuļu darbības apraksts. No visām patskaņu ideālformas veidojošām daļām latviešu fonētiķi līdz šim nebija aprakstījuši nevienu, jo visos fonētiskajos pētījumos skaņu artikulārās un akustiskās īpašības tika pētītas reālu latviešu valodas vārdu izrunas laikā, kad analizējamo skaņu realizāciju

ietekmē fonētiskā apkaime un suprasegmentālas parādības (runas temps, skaļums, zilbes intonācija un uzsvars). Tāpēc, lai gan latviešu fonētiķi ir samērā plaši pētījuši un aprakstījuši patskaņu artikulāciju (Laua 1954; Vecozola 1953) un nedaudz arī to akustiskās īpašības (Stelle 1971), ideālformas līdz šim ir palikušas nepētītas.

Kaut gan skaņu, arī patskaņu, fonoloģiskā klasifikācija balstīta galvenokārt uz katrai skaņai piemītošo artikulāro šķīrēj pazīmju kopuma noteikšanu, t. i., artikulārās ideālformas aprakstu, viss par valodas apguvi, artikulācijas polimorfismu un artikulāro kompensāciju teiktais vedina domāt, ka vienlīdz svarīgas vai pat svarīgākas būtu ziņas par akustisko un auditīvo ideālformu īpašībām. Akustisko ideālformu apraksts īpaši lielu nozīmi iegūst sakarā ar jau pieminēto runas tehnoloģijas attīstību, kad rodas nepieciešamība pēc mākslīgās runas sintēzes un automātiskas runas atšifrēšanas, t. i., “runājošām” un “dzirdošām” ierīcēm, kas atvieglotu cilvēka dzīvi. Lai papildinātu jau esošo akustisko informāciju par patskaņiem un dotu kompleksai latviešu valodas patskaņu ideālformu izpratnei trūkstošo patskaņu akustisko un auditīvo ideālformu raksturojumu, tika veikts eksperimentāls pētījums, kura rezultāti apkopoti, analizēti un interpretēti promocijas darbā.

# **1. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU AKUSTISKĀS IDEĀLFORMAS**

Valodas skaņu akustiskās ideālfomas ir viens no būtiskiem skaņas ideālfomas komponentiem. Tas saistīts ar to, ka skaniskā saziņa ir iespējama arī bez tiešā saziņas dalībnieku kontakta, kad nav pieejama vizuālā informācija, kas varētu signalizēt par skaņu artikulāciju. Kurliem bērniem runas spēja neattīstās dabiskā ceļā, jo viņiem nav pieejams akustiskais signāls, uz kura pamata uztverē veidojas valodas skaņu auditīvās ideālfomas un ir iespējama savas izrunas rezultātu kontrole. Tas liecina, ka noteiktas kvalitātes akustiskais signāls ir galvenais informācijas nesējs runas saziņā un ietver visu saziņai nepieciešamo informāciju (šīs atziņas ir radio un telefona sakaru pamatā). Sliktos dzirdamības apstākļos (pārāk klusa skaņa, trokšņaina vide, fizioloģiski dzirdes traucējumi utt.) ir tieksme akustiskā signāla nepilnības kompensēt ar vizuālo informāciju par artikulāciju kā arī zināšanām par sarunas tematu un sarunas biedru. Nav noslēpums, ka kurliem cilvēkiem, lai tie spētu sazināties ar tiem, kas nepārzina zīmju valodu, tiek mācīta "lūpu lasīšana" un skaniska runa. Tā kā "lūpu lasīšanā" runas uztvere pamatojas uz vizuālo informāciju, kas visai nepilnīgi atspoguļo artikulāciju, pat labāk trenētie šie cilvēki ne vienmēr spēj adekvāti atšifrēt teikto. Kurliem cilvēkiem runas mācību procesā trūkst auditīvās atgriezeniskās saites, tāpēc skaņu izruna viņiem jāiestrādā mehāniski, apgūstot nepieciešamos runas orgānu stāvokļus un saglabājot tos atmiņā. Var teikt, ka šiem cilvēkiem runas saziņa saistīta tikai ar artikulāro (runājot – arī ar neiromotorisko) skaņu ideālfomu apguvi un lietošanu. Šādu saziņas formu tikai nosacīti varētu dēvēt par runas saziņu, jo bez vizuālā kontakta tā nav iespējama. Pilnvērtīga runas saziņa savukārt nav iespējama bez akustiskā signāla starpniecības starp runātāju un klausītāju. Runātāja artikulācijas mērķis ir iekodēt domu tādu akustisko signālu virknē, kurus klausītāja dzirdes sistēma spētu atkodēt, salīdzinot tos ar atmiņā nostiprinātajām auditīvajām ideālfomām. Ir visai ticams, ka katra runātāja apziņā pastāv katrai valodas skaņai atbilstoša auditīvā ideālfoma, kas veidojusies uz noteiktas kvalitātes akustiskā signāla bāzes. Lai veiktu kādas valodas skaņu klasifikāciju un aprakstītu tajā funkcionējošos fonoloģiskos likumus, ir jānoskaidro, kāds akustiskais signāls (akustiskā ideālfoma) atbilst auditīvajai ideālfomai un kā tas mainās valodā notiekošo fonētisko procesu ietekmē. Tas nosaka akustisko ideālfomu izpētes nepieciešamību.



## 1.1. TEORĒTISKĀS NOSTĀDNES UN HIPOTĒZES

Promocijas darba 1. nodaļā risināti patskaņu akustisko ideālformu noteikšanas un to īpašību aprakstīšanas jautājumi, tādēļ ir jānorobežojas no latviešu valodas patskaņu akustisko īpašību pētīšanas dabiskā vai laboratoriskiem apstākļiem pielāgotā runā, kā arī no pētījumiem īpaši izraudzītu teikumu vai atsevišķu vārdu izrunā, jo šajos gadījumos ideālformas realizāciju ietekmē konkrētā runas situācija, runātāja individuālās īpatnības, runas temps, fonētiskā apkaime un citi faktori. No lielākās daļas minēto ietekmju ir iespējams izvairīties, pētījot izolētu patskaņu izrunu. Gandrīz pilnīga patskaņu akustisko un artikulāro ideālformu realizēšana ir iespējama fonētiskās apkaimes "nulles" gadījumā, t. i. – kad blakus esošās skaņas neietekmē pētījamā patskaņa izrunu. Angļu fonētikas tradīcijās, kas lielā mērā noteikušas akustiskās fonētikas attīstību visā pasaulē, patskaņi atrodas "nulles" fonētiskajā apkaimē, ja tos izrunā vai nu izolētus /#V#, vai tie atrodas to kvalitāti maz ietekmējošās /hVd/ zilbēs. Tā kā latviešu valodā glotālais spraudzenis (dvesmas skaņa) /h/ tikpat kā nav sastopams, bet praksē galvenokārt tiek lietots velārs spraudzenis /x/, /xVd/ zilbju izmantojums "nulles" fonētiskās apkaimes radīšanai nav vēlams. Ir daži iebildumi arī pret izolētu patskaņu īpašību saistību ar ideālformu īpašībām. Runas orgānu stāvokļu noteiktā virsbalsenes balss trakta forma nav nemainīga pat vienas, izolētas skaņas pilnā izrunas laikā  $t$ , jo runas orgāni pārvietojas no neitrālā miera stāvokļa uz attiecīgai skaņai nepieciešamo, bet, pēc skaņai vajadzīgā artikulācijas garuma izturēšanas, atgriežas miera stāvoklī, tādā veidā pakāpeniski mainot virsbalsenes balss trakta formu visā skaņas izrunas laikā. Tāpēc vienas skaņas izrunas dažādos momentos  $t_x$  gan artikulārie, gan akustiskie skaņas parametri var ievērojami atšķirties. Šīs atšķirības ir runas orgānu inertuma jeb fizioloģiski noteiktā to kustīguma un kustības ātruma ierobežojuma rezultāts. Runas orgāni nespēj momentāni ieņemt katras skaņas artikulācijai atbilstošo stāvokli, tāpēc runas procesā notiek plūstoša runas orgānu pāreja no vienas skaņas izrunai nepieciešamā stāvokļa otrā, tā veidojot artikulārās starpformas, kas atšķiras no katras skaņas artikulācijai atbilstošās ideālās formas. Atšķirības pakāpi nosaka skaņai blakus esošo skaņu artikulācijas līdzīgums (vai atšķirīgums), artikulācijai atvēlētais laiks un artikulācijas enerģiskums. Līdz ar to var runāt par apkārt esošo skaņu ietekmi jeb līdzartikulāciju, kā arī par runas tempa un uzsvara ietekmi uz noteiktas skaņas izrunu. Samērā neierobežotais garo izolēto patskaņu izrunas laiks (arī īso patskaņu garums izolētā izrunā ir salīdzinoši liels) tomēr dod iespēju runas orgāniem ieņemt optimālu (artikulārajai ideālformai iespējami

tuvu) attiecīgā izolētā patskaņa artikulācijai nepieciešamo stāvokli un formu, kas tiek sasniegta artikulācijas izturējuma fāzē. Tā rezultātā tiek izrunāta skaņa, kuras akustiskās īpašības artikulācijas izturējuma fāzes laikā ir vistuvākās pētījamā patskaņa akustiskajai ideālformai. Ir arī citi labvēlīgi faktori izolētu patskaņu lietošanai akustisko ideālformu noteikšanā. Pirmkārt, izrunājot patskani izolēti, tā kvalitāti neietekmē ne fonētiskā apkaime, ne vārda vai zilbes uzsvars, ne runas temps, bez tam – intonācija parasti ir krītoša (intonācijas vienvēidība ir īpaši svarīga garo patskaņu kvalitātes aprakstā). Otrkārt, izrunājot kādu skaņu izolēti, runātājs bieži neapzināti cenšas to izrunāt maksimāli “skaidri”, t. i., pēc iespējas tuvu šīs skaņas stereotipam jeb ideālformai, kas valodas apguves procesā ir nostiprinājusies viņa apziņā. Šeit varētu iebilst, ka pat izolētā izrunā nevar izvairīties no atsevišķu runātāju fizioloģisko īpatnību un izrunas ieradumu ietekmes uz patskaņu ideālformu realizāciju un ka šādi iegūts patskaņu ideālformu apraksts atbilst runātāja individuālo un valodas sistēmai piemītošo īpašību summas aprakstam. No tā izriet, ka objektīvu latviešu valodas patskaņu akustisko ideālformu aprakstu varētu iegūt tikai, nosakot visu valodas runātāju individuālo ideālformu īpašības un aprēķinot no tām vidējās statistiskās vērtības. Šāds darbs būtu praktiski nepaveicams tā lielā apjoma dēļ. Statistikas teorija liecina, ka samērā objektīvu informāciju par kādu veselumu var iegūt, pētījot reprezentatīvu šī veseluma daļu. Balstoties uz šo pieņēmumu, var samazināt darba apjomu, tomēr aktuāls paliek jautājums – cik lielā mērā izvēlētajā daļā novērotās īpašības atbilst visā veselumā vērojamajām. Novirzēm no šīm aprēķinātajām ideālformas vērtībām jābūt izskaidrojamām ar atšķirībām dažādu runātāju runas orgānu izmēros un ar individuālajām izrunas īpatnībām. Promocijas darba ievadā pieminētas runātāju atšķirību samazināšanas iespējas. Viena no tām ir aprakstīt patskaņu ideālformas atbilstoši uzlabotā patskaņu ideālformas modeļa prasībām. Lai saprastu šī modeļa pievilcību un priekšrocības, ir nedaudz jāraksturo fonētikas praksē lietotie skaņu apraksta modeļi un to noteiktie skaņu apraksta principi.

Ilgu laiku par galvenajiem skaņu raksturotājiem tika uzskatītas skaņu artikulārās ideālformas, tāpēc patskaņu un līdzskaņu klasifikācija ir lielā mērā balstīta uz tām. Arī mūsdienās pastāv uzskats, ka jebkura skaņa, par spīti runas plūstošajai dabai, var tikt saistīta ar tai raksturīgo stabilo artikulārā mehānisma stāvokli un ka šis stabils stāvoklis (artikulārā ideālforma) ietver visus artikulāros nosacījumus, kas vislabāk raksturo skaņas kvalitāti. Daļa fonētiķu pret to iebilst un, artikulācijas polimorfisma dēļ, kad vairāki runas orgānu stāvokļi var radīt ļoti tuvu vai identisku akustisko signālu, par galveno skaņas kvalitātes raksturotāju uzskata skaņas akustisko ideālformu (Johnson et al. 1993a).

Patskaņu akustisko ideālfomu aprakstam pasaules fonētikas praksē tiek lietoti vairāki atšķirīgi apraksta modeļi (Kent & Read 1992).

Vecākais ir *vienkāršais patskaņa ideālformas modelis* (*Simple Vowel Target Model*). Pēc šā modeļa tiek pieņemts, ka katrs patskanis pastāv vienā kanoniskā, dažādos kontekstos un runas situācijās nemainīgā formā. Tās raksturošanai pietiek aprakstīt statisko (runas orgānu stāvokļu un formu noteikto) virsbalsenes gaisa ceļu jeb balss trakta formu patskaņa artikulācijas laikā, kad tā artikulācija visvairāk tuvinās patskaņa artikulārajai ideālformai jeb prototipam. Tā kā rezonanšu frekvencēm, ko nosaka runas orgānu stāvokļi un formas, atbilst akustiskā signāla formantu frekvences, jebkuru patskani var raksturot arī akustiski, norādot patskaņa formantu centru frekvenču skaitliskās vērtības vai grafiski attēlojot patskanim atbilstošu punktu akustiskajā  $F_1/F_2$  plaknē vai akustiskajā  $F_1/F_2/F_3$  sfērā. Šāda modeļa lietošanai nepieciešama dažādo runātāju izrunas datu normalizēšanas procedūra (*Speaker Normalization*), ar to samazina šo dažādo runātāju fizioloģisko un izrunas īpatnību noteikto akustisko datu atšķirību no patskaņa ideālformas jeb stereotipa akustiskajām īpašībām. Izlīdzinot atšķirības dažādu runātāju izrunāto patskaņu akustiskajās īpašībās ar datu normalizēšanas procedūru, tiek ņemta vērā balss trakta garuma un formas izmaiņu izraisītā ietekme uz patskaņu formantu centru frekvenču skaitliskajām vērtībām (Fant 1966, 1975; Nordström 1975; Sundberg & Nordström 1976).

Līdzīgs iepriekšējam ir *uzlabotais patskaņa ideālformas modelis* (*Elaborated Vowel Target Model*). Izejas pieņēmumu par nemainīgo prototipu un runātāju izrunas datu normalizēšanas procedūru tajā papildina ar izrunas akustisko datu pārveidojumu uztveres psihofizikālajās vienībās, kas raksturo auditīvo skaņas augstumu vai auditīvo filtru īpašību skaitliskās attiecības. Tas tiek panākts, pēc dažādām formulām (Koenig 1949; Fant 1973; Zwicker & Terhardt 1980; Moore & Glasberg 1983; Traunmüller 1988) nelineāri pārrēķinot izrunas pētījumos iegūtās akustiskās formantu frekvenču skaitliskās vērtības (hercos – Hz). Šādu pārveidojumu mērķis ir iegūt vienības, kas ir nozīmīgas skaņu paziņā un fonoloģiskajā klasifikācijā cilvēka uztverē. Arī šajā modelī katru patskani var attēlot kā punktu, taču šoreiz – uztveres psihofizikālajā  $F_1/F_2$  plaknē vai psihofizikālajā  $F_1/F_2/F_3$  sfērā. Katram patskanim atbilstošā punkta koordinātes veido no patskaņa formantu frekvenču skaitliskajām vērtībām izskaitlotās psihofizikālās vienības. Datu interpretācija no uztveres viedokļa ir svarīga tādēļ, ka dabā pats uztveres mehānisms veic nepieciešamo izrunātās skaņas akustiskā signāla datu normalizēšanu, lai panāktu to atbilstību attiecīgā prototipa noteiktajai klišejai. Tādā veidā šajā modelī tiek panākta nozīmīga dažādu runātāju izrunas datu atšķirību samazināšana.

Pilnīgi atšķirīgs no abiem patskaņu ideālformu modeļiem ir *patskaņa dinamiskā apraksta modelis* (*Dynamic Specification Model*). Šai modelī ir izteiktas prasības aprakstīt patskaņa akustiskās īpašības ne tikai artikulācijas izturējuma brīdī, bet arī ekskursijas un rekursijas laikā, lai patskaņa aprakstā ietvertu arī blakus esošo skaņu ietekmi uz patskaņa kvalitāti. Tiek uzskatīts, ka artikulācijas ekskursijas un rekursijas fāzei atbilstošās patskaņa formantu centru skaitlisko vērtību maiņas un šo maiņu ilgums raksturo patskaņa prototipu labāk nekā izturējuma fāzes akustiskās īpašības. Līdz ar to, patskaņu pazīšanai būtu jābūt labākai tajos gadījumos, kad klausītājs dzirdētu patskaņa artikulācijas ekskursijai un rekursijai atbilstošās daļas, nekā dzirdot tikai artikulācijas izturējumam atbilstošo daļu. Eksperimentālie pētījumi šo pieņēmumu apstiprina samērā reti.

No trim pieminētajiem patskaņu akustiskā apraksta modeļiem promocijas darbā lietots uzlabotais patskaņa ideālformas modelis, jo tam ir visplašākais teorētiskais un eksperimentālais pamatojums un tam atbilstošais patskaņu akustisko un auditīvo īpašību apraksts ir viens no ekonomiskākajiem. Šāds apraksts ļauj raksturot patskani tikai ar patskaņa formantu centru frekvenču vai no tām aprēķināto auditīvo psihofizikālo vienību skaitliskajām vērtībām. Šis apraksts nav pretrunā arī ar auditīvā prototipa teorijām (Kuhl 1991). Vairāku eksperimentu rezultāti liecina, ka dinamiskā informācija par patskaņu formantu vērtību maiņām artikulācijas ekskursijas un rekursijas fāzēs tikai papildina izturējuma fāzē gūto informāciju, bet neietekmē patskaņa pazīšanu (Fox 1983; Harrington & Cassidy 1994). Citos eksperimentos gūta atziņa, ka klausītāji vienlīdz labi pazīst patskani, kad tie dzird tikai artikulācijas izturējuma fāzē vai tikai ekskursijas un rekursijas fāzē radītās skaņas (Jenkins et al. 1983). Tātad patskaņa artikulācijas akustisko rezultātu var pietiekami raksturot ar patskaņa formantu centru frekvenču skaitliskajām vērtībām, kas iegūtas, izdarot mērījumus kādā momentā artikulācijas izturējuma fāzes vidū. Uz šādi iegūtām skaitliskām vērtībām ir balstīts arī uzlabotais patskaņa prototipa modelis. Akustisko datu pārveidojums auditīvajos jeb psihoakustiskajos ļauj fokusēt uzmanību uz tām skaņu īpašībām, kas ir būtiskas dzirdes uztverē. Fonētikas praksē ir pazīstamas vairākas psihofizikālās skalas, ko lieto valodas skaņu aprakstam un raksturošanai, taču pēdējās desmitgadēs populārākās ir kļuvušas erbu un barku skala, kurām ir tieša saistība ar iekšējās auss veidotā skaņas analizatora darbību un fizioloģisko uzbūvi. Pārejot uz barku vai erbu skalu, akustiskā frekvences skala tiek pārveidota skalā, kurā ir norādīts auditīvo filtru skaits. Šādu skalu var uzskatīt arī par skalu, kurā norādīta bazilārās membrānas vieta, kuru stimulē atbilstošās frekvences akustiskais signāls (Moore & Glasberg 1987: 217).

Pētījumā lietota *barku* skala, kuras vienība ir viens barks ( $I Z$ ). Barku skala saistīta ar iekšējās auss gliemeža darbību, kad uz noteiktas frekvences skaņas akustiskā signāla izraisītu kairinājumu reaģē noteikts iekšējās auss gliemeža bazilārās membrānas apgabals. Pētījumos ir noteikts, ka pieauguša cilvēka bazilārās membrānas garums ir apmēram 30 mm (Stevens & Davis 1960: 280; sk. arī grafikus Goodhill & Guggenheim 1971: 285 un Zemlin 1998: 472). Tiek uzskatīts, ka bazilārā membrāna, uz kuras novietots Kortija orgāns, darbojas kā skaņu analizējošu filtru kopums. Atbilstoši šim uzskatam auditīvajiem filtriem ar kritiskajiem joslu platumiem atbilst vienāda platumā bazilārās membrānas posmi (0,85–1 mm), kas izkārtoti tās garenvirzienā. Jēdziens “kritiskā josla”, uz kura ir balstīta barku skala, ir saistīts ar auss frekvenču izšķiršanas spēju. Par kritisko tiek uzskatīts tas akustiskā filtra joslas platumš, kurā troksnis var maskēt noteiktas frekvences toni. Ar kritisko joslu tiek saprasts arī trokšņa joslas platumš, kurā uztveramais trokšņa skaļums ir neatkarīgs no tā joslas platumā. Uztveramais skaļums ir nemainīgs arī toņiem, kuru frekvences ir vienas kritiskās joslas robežās. Ja tiek pārsniegts kritiskās joslas platumš, trokšņa skaļums uztverē palielinās, ja tiek palielināts tā joslas platumš. Lai arī bazilārās membrānas veidoto auditīvo filtru platumš ir vienāds, tie reaģē uz dažāda diapazona frekvenču kairinājumu – tie filtri, kas atrodas tuvāk iekšējās auss gliemeža apeksam un reaģē uz zemo frekvenču svārstībām, aptver mazāku frekvenču diapazonu, bet tie, kas atrodas tuvāk pamatnei un reaģē uz augsto frekvenču svārstībām, aptver ievērojami plašāku frekvenču diapazonu (Stevens 1998: 237). Šis atziņas ir pamatā barku skalas izveidei, kurā ir pieņemts, ka filtriem ir taisnstūra forma, t. i., filtra caurlaides spēja ir vienāda visā filtra joslas platumā. Auditīvos filtrus vai bazilārās membrānas posmus numurē sākot no apeksa, lai akustiskā signāla frekvences skaitliskā lieluma pieaugumam atbilstu uz to reaģējošā filtra posma kārtas skaitļa pieaugums. Sākotnēji barku skala tika veidota uz uztveres eksperimentos iegūto datu pamata, nosakot bazilārās membrānas vietām no apeksa līdz pamatnei ar vienmērīgu 1 mm lielu soli atbilstošo kritisko joslu ar tai atbilstošā akustiskā filtra centra frekvenci un filtra joslas platumu. Vēlāk uz eksperimentālo datu pamata tika izveidota formulas akustisko datu izteikšanai psihofizikālajās vienībās un otrādi (Zwicker & Terhardt 1980).

No vairākiem barku skalas modeļiem promocijas darbā izmantots H. Traunmillera izstrādātais. Šis modelis lietots arī A. Ēka un E. Meistera veiktajā igauņu valodas patskaņu pētījumā (Eek & Meister 1994). Šādā veidā abu pētījumu dati kļūst savstarpēji salīdzināmi.

Lai aprēķinātu patskaņu formantiem (raksturoti ar to centru frekvenču skaitliskajiem lielumiem akustiskās vienībās hercos) atbilstošās dzirdes uztverē nozīmīgās

vienības, ko raksturo ar bazilārās membrānas kairinājuma vietu vai auditīvo filtru kritisko joslu lielumiem psihofizikālajās vienībās barkos, ir lietota H. Traunmillera formula (Traunmüller 1988):

$$z = \left( 26,81 \cdot \frac{f}{1960 + f} \right) - 0,53 \quad (1)$$

Šajā formulā  $z$  – kritisko joslu rādītājs barkos, bet  $f$  – frekvence hercos. Ja  $z < 2,0$  barkiem, lietota cita H. Traunmillera formula:

$$z' = z + 0,15 \cdot (2 - z) \quad (2)$$

Šajā formulā  $z$  – kritisko joslu rādītājs barkos, kas iegūts, izmantojot 1. formulu, un ir mazāks par 2 barkiem ( $z < 2,0$ ), bet  $z'$  – galīgais kritisko joslu rādītājs barkos.

Telpisko paraugu teorijas (*Space Pattern Theory*) piekritēji norāda, ka ir iespējams līdz minimumam samazināt runātāju individuālo īpatnību ietekmi uz objektīvu patskaņu ideālformu realizēšanu. Šis apgalvojums ir balstīts telpisko paraugu teorijas pamatnostādņē, ka noteiktas skaņas pazīmes pazīst pēc skaņas izraisītās iedarbības uz iekšējās auss gliemeža bazilārās membrānas dažādām vietām telpisku paraugu jeb klišeju veidā (Traunmüller 1981). Telpiskie paraugi jeb klišejas ir cieši saistīti ar enerģētisko joslu jeb formantu savstarpējo izvietojumu skaņas spektrā. Līdz ar to tonotopiskās distances starp formantu centriem ( $F1-F0$ ;  $F2-F1$ ;  $F3-F2$  utt. – Traunmüller 1981) vai formantu centru skaitlisko vērtību attiecības ( $F1/F0$ ;  $F2/F1$ ;  $F3/F2$  utt. – Miller 1989) sniedz svarīgāku informāciju par patskaņu kvalitāti nekā patskaņu formantu centru absolūtās vērtības. Tā kā pētījumi (Traunmüller 1981; Traunmüller & Lacerda 1987) rāda, ka nevis  $F1$  absolūtā skaitliskā vērtība, bet gan tonotopiskā distance  $F1-F0$  jeb intervāls starp pamattoni  $F0$  un pirmo formantu  $F1$  ir galvenais patskaņa platuma (mēles pacēluma un mutes vērsuma) rādītājs un ka patskaņa artikulācijas vietu labāk par  $F2$  absolūto skaitlisko vērtību izsaka tonotopiskā distance  $F2-F1$ , labāku priekšstatu par patskaņu savstarpējo novietojumu var iegūt, attēlojot tos auditīvajā  $(F1-F0)/(F2-F1)$  plaknē. Atsevišķo patskaņu variantu grupēšana fonēmas robežās un dažādu fonēmu nodalīšana, balstoties uz tonotopiskajām distancēm starp patskaņu formantiem, dod efektīvākos rezultātus, lietojot barku skalu un attēlojot patskaņus kā punktus psihofizikālajā plaknē (Miller 1989: 2119). Lietojot akustiskās mērvienības, labākie rezultāti sasniedzami, logaritmiski izsakot

patskaņa pirmo trīs formantu savstarpējo attiecību skaitliskos lielumus ( $\log_{10}(F2/F1)$ ;  $\log_{10}(F3/F2)$ ). Arī izmantojot psihofizikālās mērvienības, attiecību  $F2/F1$  un  $F3/F2$  lietojums patskaņu plaknes koordinātēm dod labus rezultātus. Šādā gadījumā mērvienību izvēle samērā maz ietekmē iegūto rezultātu (Miller 1989). Dž. Millera izvēle par labu patskaņu aprakstam, izmantojot logaritmiski izteiktas formantu centru frekvenču akustisko vērtību attiecības, ir balstīta uz vairākām svarīgām atziņām:

- 1) cilvēku un dzīvnieku dzirdes uztveres pētījumi (Harris 1960; Greenwood 1961) liecina, ka valodas, muzikālo u. c. skaņu uztvere ir logaritmiska, kamēr intervāli starp uztveramo skaņu augstumiem ir nelieli;
- 2) visu kultūras civilizāciju muzikālo skalu pamatā ir dalījums oktāvās, kas arī ir balstīts skaņu logaritmiskā uztverē;
- 3) logaritmiski izteiktu formantu centru frekvenču akustisko (fizikālo) datu lietošana valodas skaņu aprakstā ļauj tās salīdzināt ar citām dabā sastopamām skaņām.

Tā kā frekvenču joslā no 0 līdz 1000 Hz akustisko datu logaritmisks pārveidojums (tas ir lineārs) atšķiras no dažādiem pārveidojumiem psihofizikālajās vienībās (tie ir nelineāri), ir izteikti iebildumi pret tā lietojumu, jo tas varētu radīt nepareizu priekšstatu par runas saziņā svarīgā diapazona (0 – 1000 Hz) frekvenču uztveri (Rosner & Pickering 1994: 19).

Ja minēto logaritmiskā pārveidojuma trūkumu ignorē un Dž. Millera hipotēze ir universāla, latviešu valodas patskaņu punktiem akustiskajā (precīzāk – akustiski auditīvajā)  $\log_{10}(F2/F1)/\log_{10}(F3/F2)$  plaknē būtu jāgrupējas labāk nekā psihofizikālajā  $(F1-F0)/(F2-F1)$  barku plaknē. Ja tas ir tiesa, Dž. Millera argumentiem papildus pievienojas vēl viens – akustisko ideālformu apraksta vienkāršošana, jo zūd nepieciešamība aprakstīt patskaņus ar psihofizikālās vienībās izteiktiem formantu centru frekvenču lielumiem. Neskatoties uz atsevišķiem formantu attiecību lielumu teorijas (*Formant-ratio theory*) trūkumiem, tā šķiet izdevīga ar jau minētajiem faktoriem un to, ka tā dod pamatu auditīvās uztveres teorijai (*Auditory-perceptual theory*), kura balstīta uz nopietniem dzirdes uztveres pētījumiem un dod visai ticamu skaidrojumu dzirdes uztveres mehānisma darbībai valodas skaņu atpazīšanā (Miller 1989). Promocijas darbā salīdzinātas abas telpisko paraugu teorijas piedāvātās pieejas patskaņu klasifikācijā – tonotopisko distanču un formantu attiecību lielumu lietošana patskaņu grupēšanā un nodalīšanā akustiskajā vai psihofizikālajā plaknē. Darbā arī pārbaudīts, vai runātāju individuālo atšķirību novēršanai pietiek ar izrunas akustisko datu mērījumos iegūto skaitlisko vērtību

pārveidojumu uztveres psihofizikālajās vienībās. Datu normalizēšana, pārejot uz psihofizikālajām vienībām un attēlojot tos atbilstoši telpisko paraugu teorijām, salīdzināta ar datu normalizēšanas procedūru, ko piedāvā vienkāršais patskaņa ideālformas apraksta modelis. Pēdējā gadījumā akustiskos mērījumos iegūtie dati jānormalizē ar attiecīgiem (universāliem vai latviešu valodai specifiskiem) koeficientiem, lai novērstu runātāju kategoriju (dzimuma un vecuma) atšķirību noteikto anatomiski fizioloģisko faktoru ietekmi uz patskaņu akustisko realizāciju.

Promocijas darbā uzmanība veltīta arī patskaņu ilguma ietekmei uz to akustisko kvalitāti. Atbilstoši latviešu fonētikas teorijai un artikulācijas pētījumiem (Laua 1954, 1997; Liepa 1979), garo un īso patskaņu pāri atšķiras tikai kvantitatīvi, t. i., tiem ir atšķirīgs ilgums, bet vienāda kvalitāte. Citu valodu akustiskajos pētījumos novērojama arī kvalitatīva garo un īso patskaņu atšķirība. Teorētiski ilgums var funkcionēt gan kā fonoloģisks rādītājs (*Phonological marker* – Rosner & Pickering 1994: 195–199), gan kā fonoloģiska kvantitāte (*Phonological quantity* – Rosner & Pickering 1994: 199–203). Līdzšinējie latviešu literārās valodas patskaņu pētījumu rezultāti ļauj secināt, ka latviešu valodā ilgums funkcionē kā fonoloģisks rādītājs, t. i., galvenā loma īsā un garā patskaņa nošķiršanā patskaņu pāri ir to ilgumu savstarpējai attiecībai, ko var izteikt ar skaitlisku attiecību, piem., 1:2,5, kas nozīmē, ka garā patskaņa ilgums ir 2,5 reizes lielāks par tās pašas kvalitātes īsā patskaņa ilgumu. Šādā gadījumā spektrālās atšķirības ir nenozīmīgas un funkcionē tikai kā palīgfaktors, kas sekmē garo un īso patskaņu nošķiršanu, bet pats to nenosaka. Citu valodu dati (Rosner & Pickering 1994: 195–199) liecina, ka valodās, kurās ilgums funkcionē kā fonoloģisks rādītājs, salīdzinājumā ar garajiem patskaņiem īsie patskaņi ir nedaudz novirzīti akustiskās F2/F1 plaknes centra virzienā. Novirzījuma apjoms ir atkarīgs no konkrētās valodas. Pēc šīs atziņas var pieņemt hipotēzi, ka arī latviešu valodā atbilstošo garo un īso patskaņu kvalitāte nav pilnīgi identa, bet seko minētajam paraugam. Atbildi uz šo jautājumu sniedz garo un īso patskaņu mērījumos iegūto datu salīdzinājums.



## **1.2. PĒTĪJUMA MATERIĀLS, INFORMANTU IZVĒLE UN IERAKSTA PROCEDŪRA**

Latviešu valodas patskaņu akustisko ideālformu noteikšanai tika izmantoti visi 12 latviešu valodas patskaņi: /i/, /i:/, /e/, /e:/, /æ/, /æ:/, /a/, /a:/, /o/, /o:/, /u/ un /u:/ (sistēmas labad arī /o/ un /o:/, lai gan tie dažkārt tiek uzskatīti par vienas fonēmas variantiem, jo atšķirībā no citiem īsā un garā patskaņa pāriem patskaņa ilgumam šajā pāri nav stabilas nozīmes šķīrējfunkcijas). Patskaņu izrunas ierakstam tika izraudzīti 6 informanti (3 vīrieši – V1, V2, V3 vecumā no 23 līdz 35 gadiem, un 3 sievietes – S1, S2, S3 vecumā no 29 līdz 39 gadiem), kuriem visiem ir augstākā humanitārā izglītība un kuru izruna vērtējama kā skaidra un bez runas defektiem. Visi informanti dzīvo Rīgā un runā literārās valodas normām atbilstošu valodu bez jūtamām dialektālām iezīmēm.

Informantu izvēle tika balstīta uz samērā plašā latviešu valodas patskaņu akustisko īpašību pētījumā (Grigorjevs 1995) iegūtajiem datiem. Pētāmie patskaņi šajā pētījumā atradās fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē reālos vārdos, kas bija iekļauti pētījuma mērķiem īpaši konstruētos teikumos. Pētījumā tika izmantoti 28 informantu (21 vīrieša un 7 sieviešu vecumā no 19 līdz 65 gadiem) izrunas ieraksti, kas tika akustiski analizēti Stokholmas Universitātes Valodniecības institūta Fonētikas laboratorijā. Visu informantu izrunu var raksturot kā atbilstošu vai maksimāli tuvu ar literārās valodas normām noteiktajai izrunai un bez runas defektiem vai jūtamām dialektālām iezīmēm. Vairums informantu dzīvo vai nāk no vietām, kur tiek runāts vidus dialekts (Rīga, Cēsis, Valmiera u.c.). Izvēlētais informantu daudzums (īpaši vīriešu) dod samērā augstu pētījuma rezultātu iespējamo ticamību, arī aprēķinot vidējās statistiskās vērtības no vīriešu un sieviešu informantu grupu datiem. Ņemot vērā minētā pētījuma rezultātus un tajā novērotās tendences, tika izraudzīti 6 pieminētie informanti patskaņu ideālformu pētījumam paredzēto izolēto patskaņu ierakstam. Līdz ar to var apgalvot, ka pētījumā novērotās patskaņu akustiskās īpašības atspoguļo nevis 6 informantu, bet lielākas runātāju grupas izrunu, tā paaugstinot rezultātu iespējamo ticamību un dodot tiesības vispārināt.

Ieraksta laikā katrs informants trīs reizes izrunāja katru no 12 patskaņiem. Tā kā dažādu objektīvu iemeslu dēļ materiāla ierakstu bija grūti veikt bezatbalss skaņu ierakstu studijā, tas tika izdarīts dzīvojamā istabā, kuras grīdu un vienu sienu sedza paklāji, divas sienas – grāmatu plaukti, bet ceturto sienu – biezi aizkari. Tādā veidā telpas atbalss tika ievērojami vājināta, jo audums un grāmatas lielā mērā absorbē skaņas enerģiju. Materiāls

tika ierakstīts kvalitatīvā magnetofona lentē SONY, izmantojot augstas klases stacionāru kasešu magnetofonu SONY TC-FX2 un kondensatoru elektretu mikrofonu MKE-100 ELEKTRET, kura uztveramo frekvenču josla ir 50-20000 Hz. Mikrofons tika novietots 30 cm attālumā no informanta lūpām, lai nodrošinātu maksimāli efektīvu zemo frekvenču uztveršanu un ierakstu. Ierakstot tika kontrolēts, lai visi patskaņi būtu izrunāti ar krītošu intonāciju. Lai pārbaudītu lietotās aparatūras iespējamo ietekmi uz ierakstītā skaņas signāla kvalitāti, salīdzināšanai tika papildus izdarīts informanta V2 izrunāto garo patskaņu ieraksts Igaunijas ZA Kibernētikas institūta Fonētikas un runas tehnoloģijas laboratorijas bezatbalss telpā, ierakstam izmantojot augstas kvalitātes digitālo kasešu magnetofonu CASIO DA-7 un dinamisko mikrofonu SHURE PROLOGUE 14H. Abu ierakstu kvalitāte tika salīdzināta, analizējot ierakstīto skaņas signālu ar profesionālu, akustiskās fonētikas pētījumiem paredzētu iekārtu KAY CSL 4300. Nelielās abu ierakstu kvalitātes atšķirības absolūti neietekmēja pētniekus interesējošo patskaņu analīzes precizitāti, tāpēc tika secināts, ka Rīgā ierakstītā materiāla kvalitāte atbilst pētījuma mērķu noteiktajām prasībām.

### 1.3. MĒRĪJUMU METODES UN TEHNISKAIS NODROŠINĀJUMS

Informantu V1, V2, V3, S1, S2 un S3 izrunāto izolēto patskaņu ieraksti tika analizēti Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūta Mākslīgā intelekta laboratorijā, lietojot personālajiem IBM tipa datoriem paredzētu akustiskās analīzes programmu CSRE 4.5 (*Canadian Speech Research Environment*, versija – 4.5, darbības vide – DOS, ražotājs – *AVAAZ Innovations Inc.*). Programma bija instalēta datorā ar PENTIUM 166 Mhz procesoru. Programmas vadītā skaņas akustiskā signāla pārveidošana no analogā uz digitālo un atpakaļ notiek ar skaņu kartes SOUND BLASTER 16 (ražotājs – *Creative Labs*) starpniecību. Analogā skaņas akustiskā signāla pārveidošana digitālajā tika veikta ar 12,5 kHz diskretizācijas frekvenci (katrs 1s "garš" skaņas viļņa posms tika sadalīts 12500 posmos) un 16 bināro vienību amplitūdas kvantizēšanu. Akustiskā enerģija virs 5000 Hz tika nofiltrēta ar akustisku filtru. Patskaņu akustiskā kvalitāte tika noteikta, novietojot vertikālo kursoru uz monitorā redzamās dinamiskās spektrogrammas kvazinemainīgā posma vidusdaļas un nolasot ar LPC MC metodi (*Linear Predictive Coding Modified Covariance method*) noteiktās formantu centru frekvenču skaitliskās vērtības. Patskaņu ilgumi tika noteikti, mērijot katra patskaņa skaņas viļņa ilgumu no svārstību pirmā cikla sākuma līdz pēdējā cikla beigām. Pamattoņa (F0) līkne tika izskaitļota ar atlasošās filtrēšanas metodi (*Comb Filtering method*, frekvences augšējā robeža – 500 Hz), kas deva iespēju noteikt pamattoņa frekvences augstāko un zemāko, kā arī vidējo skaitlisko vērtību viena patskaņa robežās. No šīm vērtībām mērījumu rezultātos norādītas pamattoņa vidējās vērtības patskaņa robežās.

Lai pārbaudītu lietotās aparatūras ietekmi uz mērījumu rezultātu precizitāti, Stokholmas Universitātes Valodniecības institūta Fonētikas laboratorijā tika veikti salīdzinoši diktora V2 ierunātā materiāla mērījumi. Šiem mērījumiem tika izmantota augstākās klases profesionālā aparatūra – KAY DSP SONA-GRAPH 5500. Izolētu patskaņu analīze tika veikta sonagrāfa režīmā #06, kad vienlaicīgi tiek apstrādātas platjoslu un šaurjoslu spektrogrammas. Platjoslu spektrogrammas tika attēlotas diapazonā no 0 līdz 4000 Hz un izmantotas formantu centru frekvenču mērīšanai, bet šaurjoslu spektrogrammas – diapazonā no 0 līdz 500 Hz un izmantotas pamattoņa frekvences noteikšanai. Patskaņu formantu centru frekvenču vērtības un pamattoņa frekvence tika mērīta patskaņa spektrogrammas kvazinemainīgā posma vidū. Iegūtie dati tika salīdzināti ar Rīgā (ar CSRE 4.5) iegūtajiem patskaņu formantu un pamattoņu frekvenču datiem.

Papildus Igaunijas ZA Kibernētikas institūta Fonētikas un runas tehnoloģijas laboratorijā tika veikta vēl viena pārbaude, analizējot ierakstīto skaņas signālu ar profesionālu, akustiskās fonētikas pētījumiem paredzētu iekārtu Kay CSL 4300. Tādā veidā ar CSRE 4.5 iegūtie dati tika salīdzināti ar datiem, kas iegūti, analizējot skaņas signālu ar divām profesionāļu vidū atzītām iekārtām. Aparatūras atšķirību noteiktās skaitlisko vērtību atšķirības bija minimālas, tāpēc ar CSRE 4.5 iegūtie dati uzskatāmi par precīziem.

## 1.4. MĒRĪJUMU REZULTĀTI UN TO INTERPRETĀCIJA

Mērījumos iegūtie akustiskie dati (katra informanta 3 reizes izrunāto patskaņu formantu centru frekvenču dati norādīti promocijas darba pielikumā) tika apstrādāti ar statistikas programmu SPSS (*SPSS Advanced Statistics*, versija – 7.0 Update, darbības vide – *Windows 95*, ražotājs – *SPSS Inc.*), aprēķinot katra patskaņa ilguma, pamattoņa un pirmo četru formantu (F1, F2, F3 un F4) centru frekvenču vidējās statistiskās vērtības un standartnovirzes vīriešu un sieviešu izrunai atsevišķi. Šādi iegūtie rezultāti redzami 1. un 2. tabulā.

Patsk.	F0		F1		F2		F3		F4		Ilgums	
	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN
[i:]	117	11	286	42	2189	76	2947	155	3734	286	487	156
[i]	128	7	312	52	2182	73	2894	196	3700	275	207	34
[e:]	114	14	426	26	1975	92	2644	117	3469	75	481	159
[e]	118	9	458	37	1921	66	2630	129	3483	127	208	40
[æ:]	113	16	681	58	1532	85	2488	51	3442	125	493	118
[æ]	111	9	675	60	1564	81	2485	44	3475	225	219	33
[a:]	110	12	657	50	1005	52	2668	70	3452	109	501	114
[a]	108	9	690	63	1044	69	2546	144	3458	168	229	40
[o:]	112	11	468	31	731	55	2503	167	3371	116	488	127
[o]	112	10	509	34	787	53	2474	81	3334	102	229	44
[u:]	120	10	325	41	589	51	2239	104	3210	88	436	110
[u]	120	8	323	54	642	79	2350	158	3121	60	192	25

**1. tabula.** *Latviešu valodas garo un īso patskaņu pamattoņa un pirmo četru formantu frekvenču vērtības hercos (Hz) un ilguma vērtības milisekundēs (ms). Katram patskanim norādīta vidējā statistiskā vērtība (VSV) un standartnovirze (SN), kas aprēķināta trīs informantu vīriešu trīs reizes izrunātiem patskaņiem.*

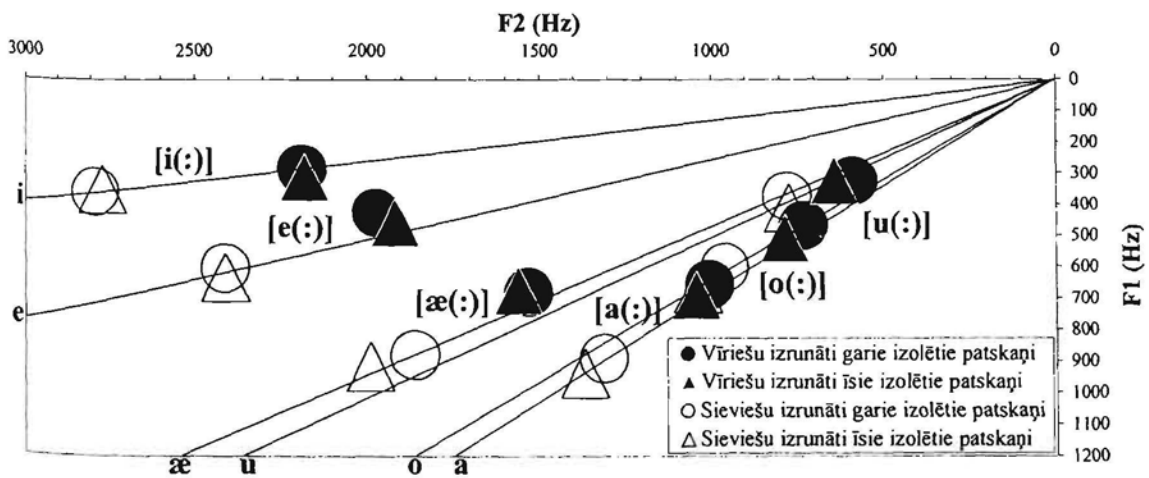
Ja atsevišķi aplūko vīriešu (sk. 1. tab.) vai sieviešu (sk. 2. tab.) izrunāto patskaņu formantu centru frekvenču skaitliskās vērtības, var secināt, ka garo un īso patskaņu vērtības ir ļoti tuvas gan vīriešu vai sieviešu informantu grupai kopumā, gan katram informantam atsevišķi (sk. tabulas pielikumā!). Vēl skaidrāk tas redzams, ja vīriešu un sieviešu izrunātos garos un īsos patskaņus attēlo kā punktus akustiskajā F2/F1 koordinātu plaknē. Patskaņu punktu koordinātēm F2/F1 plaknē 1. attēlā izmantotas 1. un 2. tabulā norādītās katra patskaņa pirmā (F1) un otrā (F2) formanta centra frekvences vidējās statistiskās vērtības, kas aprēķinātas no sešu informantu trīs reizes izrunātu patskaņu formantu datiem. Koordinātu asu virziens šajā un turpmākajos grafikos ir tāds, lai patskaņu novietojums akustiskajā plaknē tuvinātos to novietojumam patskaņu četrstūrī, ko izmanto tradicionālajā fonoloģiskajā klasifikācijā, un vieglāk būtu saskatāma līdzība ar “artikulāro

šķērsgriezumu”, kurā patskaņus pieņemts raksturot pēc mēles pacēluma augstākā punkta novietojuma.

Patsk.	F0		F1		F2		F3		F4		Ilgums	
	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN
[i:]	223	29	360	30	2788	107	3336	182	4367	236	458	88
[i]	226	25	352	41	2767	54	3287	147	4353	208	224	68
[e:]	217	26	604	42	2411	75	3038	159	4359	173	492	74
[e]	221	27	634	33	2411	58	3054	184	4329	186	254	59
[æ:]	215	27	881	109	1863	206	2986	218	4299	117	473	71
[æ]	218	32	916	90	1993	137	3000	265	4299	150	245	64
[a:]	211	25	892	103	1313	91	2924	167	3993	168	486	54
[a]	218	30	938	120	1369	141	2951	253	4071	151	250	68
[o:]	214	26	602	91	960	52	2780	254	3884	86	490	75
[o]	216	33	670	44	1038	60	2897	219	3960	109	253	63
[u:]	213	28	374	44	778	40	3073	279	4014	118	428	83
[u]	215	27	412	38	773	47	3000	267	4066	146	197	37

**2. tabula.** Latviešu valodas garo un īso patskaņu pamattoņa un pirmo četru formantu frekvenču vērtības hercos (Hz) un ilguma vērtības milisekundēs (ms). Katram patskaņim norādīta vidējā statistiskā vērtība (VSV) un standartnovirze (SN), kas aprēķināta trīs informantu sieviešu trīs reizes izrunātiem patskaņiem.

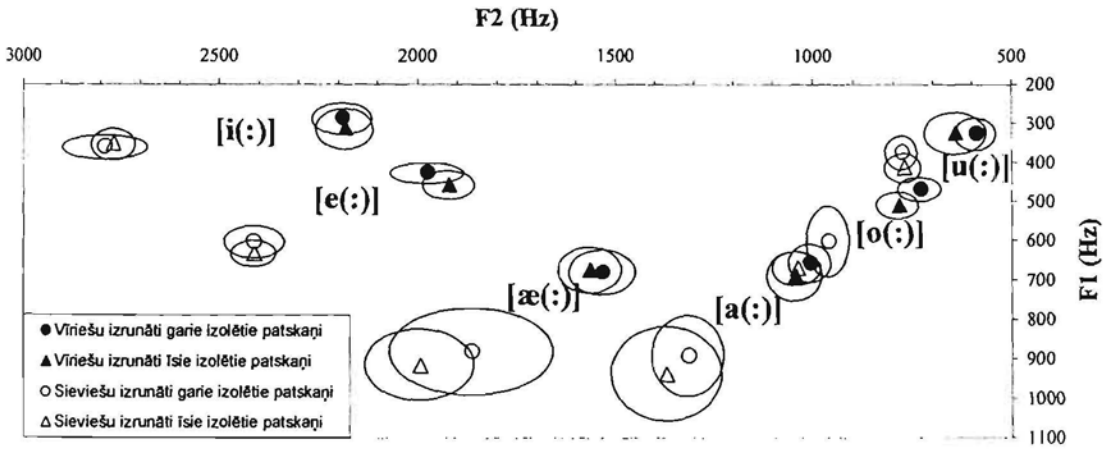
1. attēlā un turpmāk promocijas darbā vīriešu izrunāto garo patskaņu punkti attēloti ar melniem, bet sieviešu izrunāto – ar baltiem aplīšiem, turpretim īso patskaņu punkti vīriešu izrunā – ar melniem, bet sieviešu – ar baltiem trīsstūriem.



**1. attēls.** Latviešu valodas patskaņu attēlojums akustiskajā F2/F1 plaknē: patskaņu punktu koordinātes atbilst 1. un 2. tabulā norādītajām F1 un F2 VSV.

No koordinātu plaknes asu nulles krustpunkta pa vidu sieviešu izrunāto patskaņu punktiem (baltu aplīti un baltu trīsstūri) novilkta taisnes, uz vai ap kurām būtu jānovietojas arī vīriešu izrunāto patskaņu punktiem, ja formantu vērtību atšķirības noteiktu lineārs rezonatora pagarinājums (Mol 1970). Attēlā redzams (sk. 1. att.), ka vīriešu izrunāto patskaņu punkti pilnībā neatrodas uz šīm taisnēm, lai arī novirze no tām ir samērā

neliela un tās virzienu nosaka katrs atsevišķais patskanis. Tas saskan ar fonētikas teorijā nostiprinājušos atziņu, ka vīriešiem pubertātes vecumā, pieaugot runas orgānu veidotajam balsis traktam, mainās faringa un mutes dobuma tilpņu lielumu savstarpējā attiecība, līdz ar to izmainot arī katra patskaņa formantu vērtību attiecību (Chiba & Kajiyama 1941; Fant 1966, 1975; Nordström 1975; Traunmüller 1984).

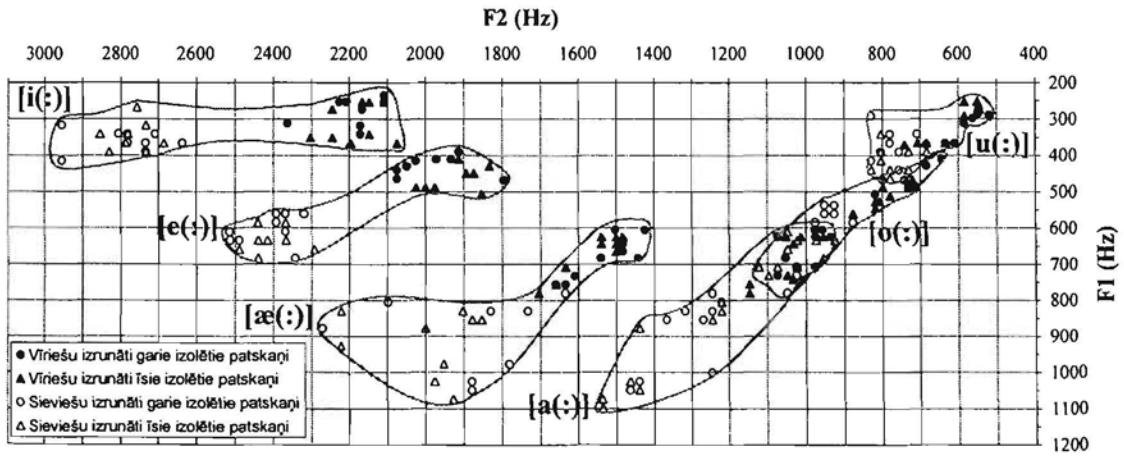


**2. attēls.** *Latviešu valodas patskaņu izplatījuma zonas akustiskajā F2/F1 plaknē: zonu centru koordinātes atbilst 1. un 2. tabulā norādītajām VSV, bet zonas apzīmējošo elipsu lielumu nosaka šajās tabulās norādītās SN.*

Atsevišķi aplūkojot vīriešu izrunāto patskaņu izvietojumu akustiskajā F2/F1 plaknē (2. att. – melnie aplīši un melnie trīsstūri), var secināt, ka garo un īso patskaņu aizņemtās zonas (ja ņem vērā ne tikai vidējās statistiskās vērtības, bet arī standartnovirzes, kuras nosaka 2. att. redzamo elipsu lielumu) lielā mērā savstarpēji pārklājas, tā demonstrējot garo un īso patskaņu kvalitatīvu līdzību. Mazāks zonu pārklāšanās apjoms vērojams tikai patskaņiem [o] un [o:], ko varētu skaidrot ar šo patskaņu fonēmu mazo izplatību un relatīvo nestabilitāti literārajā valodā. Tas pats secināms arī no sievietes izrunāto garo un īso patskaņu (2. att. – baltie aplīši un baltie trīsstūri) zonu savstarpējā izvietojuma šajā plaknē. Tā kā garo un īso patskaņu zonas savstarpēji pārklājas, var izteikt hipotēzi, ka to kvalitatīvās atšķirības ir nebūtiskas, t. i., šie patskaņi tiek uztverti kā kvalitatīvi vienādi, un to diferencēšana notiek uz kvantitatīvo atšķirību pamata.

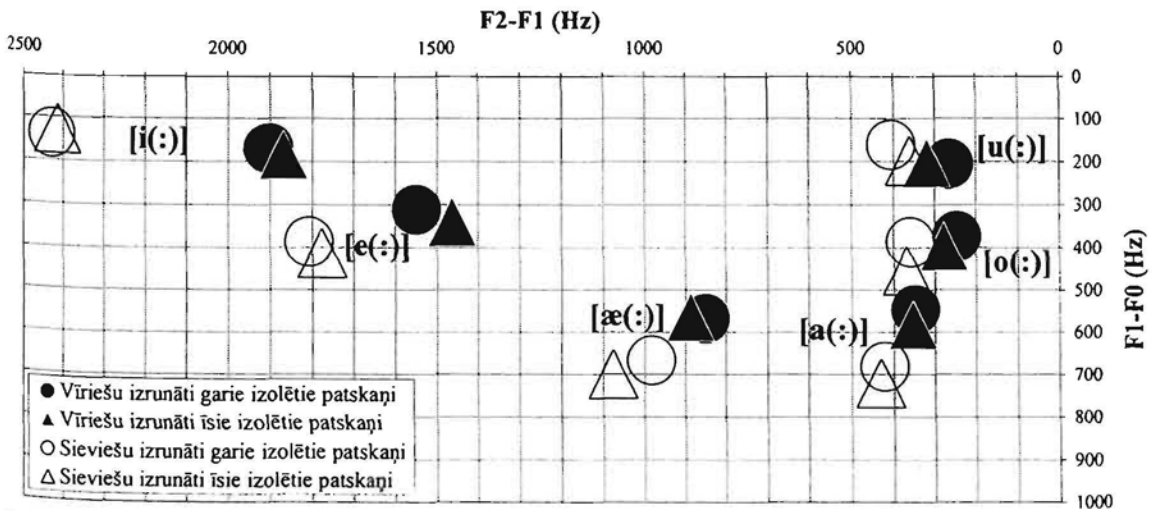
Lai pārbaudītu, cik lielā mērā statistikas dati atspoguļo informantu izrunas tendences, tika izveidots 3. attēls, kur par patskaņu punktu koordinātēm kalpo pielikumā norādītās visu sešu informantu (V1, V2, V3, S1, S2 un S3) trīs reizes izrunāto patskaņu pirmā (F1) un otrā (F2) formanta frekvences skaitliskās vērtības. Šajā attēlā (3. att.) skaidri redzama ar aplīšiem apzīmēto garo un ar trīsstūriem apzīmēto īso patskaņu zonu

pārklāšanās, kas patskaņiem [o] un [o:] gan vīriešu, gan sieviešu izrunā ir pat izteiktāka nekā patskaņiem [e] un [e:] vīriešu izrunā.



3. attēls. Latviešu valodas patskaņu attēlojums akustiskajā  $F2/F1$  plaknē: patskaņu punktu koordinātes atbilst pielikumā norādītajām mērījumu noteiktajām  $F1$  un  $F2$  frekvenču vērtībām. Ar pelēku līniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sieviešu, gan vīriešu izrunātu patskaņu datu punktus.

Lai samazinātu vīriešu un sieviešu izrunāto patskaņu formantu datu savstarpējās atšķirības, jāņem vērā, kāda ir runātāju fizioloģisko atšķirību ietekme uz akustisko signālu. Zinot, ka sieviešu runas orgānu veidotie rezonatora dobumi ir mazāki nekā vīriešu, sieviešu izrunā var prognozēt augstākas visu patskaņu formantu frekvenču vērtības, t. i., datu punktu attālāku novietojumu no koordinātu asu 0 krustpunkta aksustiskajā plaknē.



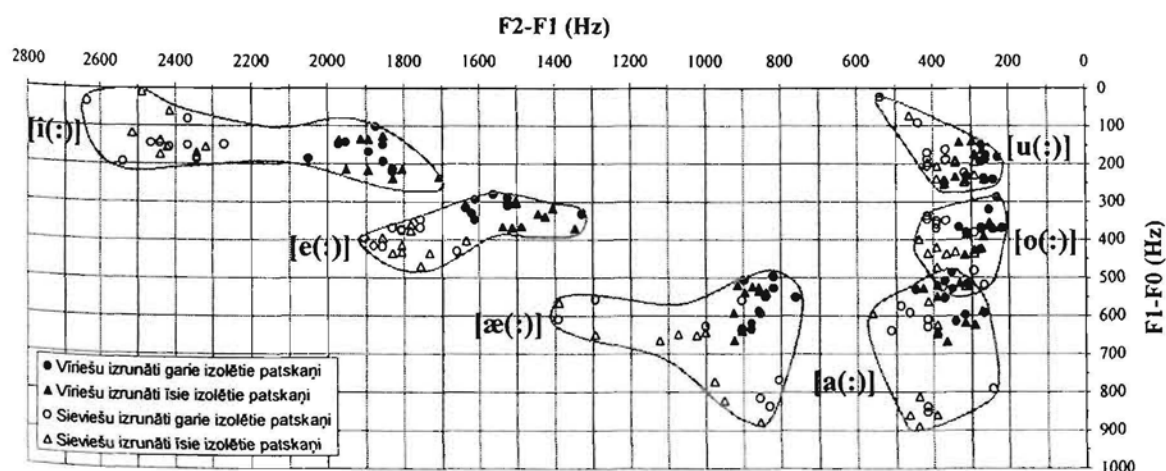
4. attēls. Latviešu valodas patskaņu attēlojums akustiskajā plaknē formantu centru frekvenču VSV (1. un 2. tab.) vietā izmantojot distances  $F1-F0$  un  $F2-F1$ .

Tā kā cilvēkam nekādas grūtības nesagādā vienu un to pašu patskaņu pazīšana sieviešu un vīriešu (arī mazu bērnu) izrunā, jāsecina, ka absolūtās formantu frekvenču



vērtības dzirdes uztverē nav noteicošās vai arī cilvēka dzirdes mehānisms tās normalizē, samazinot runātāju datu savstarpējās atšķirības.

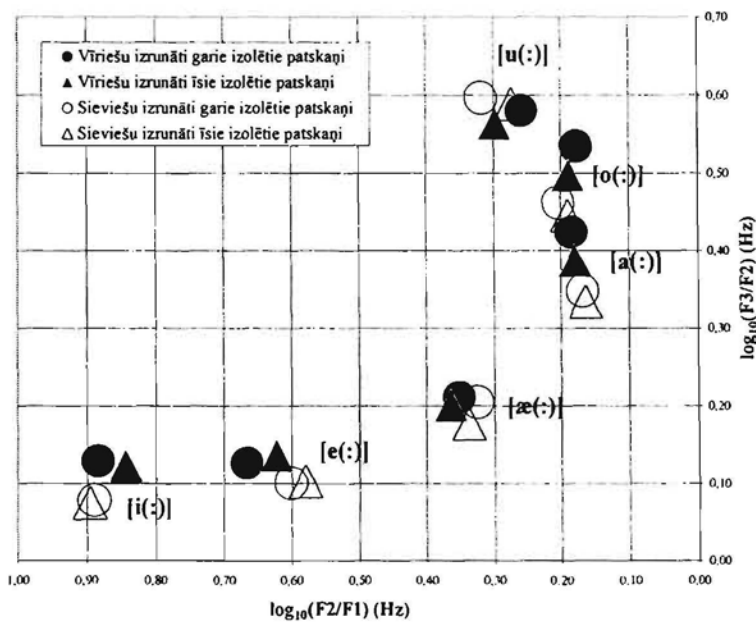
Telpisko paraugu teorijā valodas skaņu uztveres fenomens skaidrots ar to, ka uztverē svarīgs ir formantu savstarpējais novietojums, kas nemainās, mainoties rezonatora lielumam. Līdz ar to var pieņemt, ka “attālumi” starp formantiem, ko izsaka blakus esošo formantu centru frekvenču starpība, vīriešu un sievietes izrunā ir vienādi. Patskaņu attēlojumam akustiskajā plaknē (sk. 4. att.) tika izraudzīti divi lielumi: 1) artikulācijas rindas noteikšanai izmantota pirmo divu formantu centru frekvenču skaitlisko lielumu starpība ( $F_2-F_1$ ), ko ieteicis P. Ladefogeds (Ladefoged 1975a), lai akustisko datu attēls būtu tuvāks patskaņu novietojumam fonoloģiskās klasifikācijas četrstūrī; 2) mēles pacēluma un mutes vēruma noteikšanai izmantota pirmā formanta centra frekvences un pamattoņa frekvences skaitliskā lieluma starpība ( $F_1-F_0$ ), ko H. Traunmüllers ir ieteicis tradicionāli lietotās  $F_1$  vērtības vietā (Traunmüller 1981; Traunmüller & Lacerda 1987). Aplūkojot 4. attēlu, ir redzams, ka atšķirības starp sievietes un vīriešu izrunāto patskaņu novietojumu akustiskajā plaknē ievērojami samazinātas vertikālajā dimensijā ( $F_1-F_0$ ), ko saista ar mēles pacēlumu un mutes vērumu, t. i., patskaņa atvērtumu vai slēgtumu. Horizontālajā dimensijā ( $F_2-F_1$ ), ko saista ar patskaņu artikulācijas rindu, atšķirības visvairāk samazinātas pakaļējās rindas (sk. 4. att. – [u(:)] un [o(:)]) un zema mēles pacēluma patskaņiem (sk. 4. att. – [æ(:)] un [a(:)]).



**5. attēls.** *Latviešu valodas patskaņu attēlojums akustiskajā plaknē formantu centru frekvenču vērtību (sk. pielikumā) vietā izmantojot distances  $F_1-F_0$  un  $F_2-F_1$ . Ar pelēku līniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sievietes, gan vīriešu izrunātu patskaņu datu punktus.*

Lai pārbaudītu šāda attēlojuma veida efektivitāti, akustiskajā ( $F_2-F_1$ )/( $F_1-F_0$ ) plaknē (sk. 5. att.) tika attēloti mērījumos iegūtie visu sešu informantu izrunāto patskaņu

dati (sk. tab. pielikumā). Gan 4., gan 5. attēlā vērojams, ka vīriešu un sieviešu izrunāto patskaņu novietojums akustiskajā plaknē kļuvis savstarpēji tuvāks nekā 1. un 3. attēlā, kuros par koordinātēm tika izmantotas pirmo divu formantu centru frekvenču vērtības. Apvienojot vīriešu un sieviešu izrunāto patskaņu datus vienotā, katram patskaņam atbilstošā zonā, patskaņu zonas ir kļuvušas salīdzinoši kompaktākas (sal. 3. un 5. att.). Attēlošanai akustiskajā plaknē formantu centru frekvenču vietā izmantotot pirmo divu formantu un pamattoņa starpību skaitliskos lielumus, tiek panākts patskaņu [u(:)] un [o(:)] zonu pilnīgs nošķirums (sk. 5. att.). Attēlojot patskaņu punktus akustiskajā F2/F1 plaknē, savstarpēji gandrīz pilnīgi pārklājas sieviešu izrunātu patskaņu [o(:)] un vīriešu izrunātu patskaņu [a(:)] zonas (sk. 3. att.). Attēlojot patskaņu punktus akustiskajā (F2–F1)/(F1–F0) plaknē, šī [o(:)] un [a(:)] zonu pārklāšanās tiek ievērojami samazināta (sk. 5. att.). Var teikt, ka pakāpējās rindas patskaņiem tiek ievērojami samazinātas atšķirības starp vīriešu un sieviešu izrunas datiem, bet priekšējās rindas patskaņiem tās samazinās mazākā mērā. Tas skaidrojams ar to, ka tonotopisko distanču teorija pamatojas uz uztveres nevis izrunas datiem, tāpēc nepieciešams izrunas datu pārveidojums atbilstoši dzirdes uztveres īpatnībām, kas pats par sevi jau kalpo kā zināms normalizēšanas faktors.



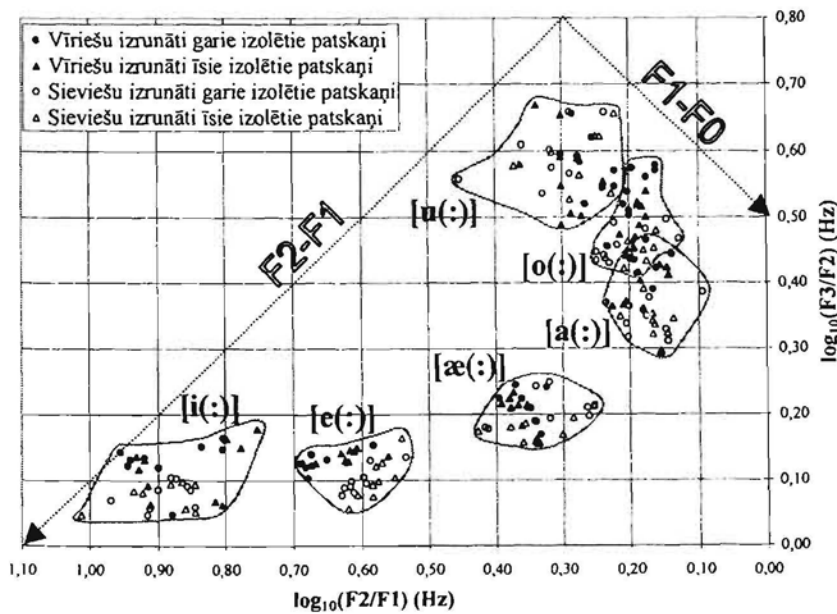
6. attēls. Latviešu valodas patskaņu attēlojums akustiskajā plaknē, izmantojot logaritmiski izteiktus pirmo trīs formantu VSV (1. un 2. tab.) attiecību lielumus.

Zinot, ka dzirdei ir logaritmiska daba<sup>3</sup>, kas skaidri parādās, salīdzinot objektīvo skaņas spiedienu ar subjektīvo skaļuma sajūtu, var prognozēt, ka, logaritmiski izsakot

<sup>3</sup> Dzirdes logaritmisko dabu un valodas skaņu uztveres īpatnības ir pētījis Dž. Millers.

formantu frekvenču vērtības, arī patskaņu punktu izvietojums plaknē būs vienmērīgāks un tiks samazinātas atšķirības starp sieviešu un vīriešu izrunas datiem.

Atbilstoši Dž. Millera teorijai (Miller 1989), labus rezultātus runātāju atšķirību novēršanā var panākt, logaritmiski izsakot katra patskaņa pirmo trīs formantu savstarpējo attiecību skaitliskos lielumus ( $\log_{10}(F2/F1)$ ;  $\log_{10}(F3/F2)$ ). Šajā gadījumā patskaņu formantu frekvenču VSV (sk. 1. un 2. tab.) noteiktie punkti tiek attēloti akustiskajā  $\log_{10}(F2/F1)/\log_{10}(F3/F2)$  plaknē (sk. 6. att.). Aplūkojot 6. attēlu, var konstatēt, ka, salīdzinot ar 4. attēlu, ievērojami ir samazinātas vīriešu un sieviešu izrunāto priekšējās rindas patskaņu punktu izvietojuma atšķirības – tie savstarpēji novietojas ļoti tuvu vai pat daļēji pārklājas, bet dažādas kvalitātes patskaņu savstarpējais novietojums saglabājas apmēram tāds kā 4. attēlā, kur patskaņu punktu koordinātes noteica pirmo divu formantu un pamattoņa frekvenču starpību skaitliskie lielumi. Salīdzinājumā ar iepriekšējiem attēliem visu patskaņu punktu veidotā latviešu valodas patskaņu sistēmas zona 6. attēlā ir sagriezta gandrīz par  $-45^\circ$  attiecībā pret koordinātu planki. Lai šo parādību pārbaudītu, tika izveidots grafiks (sk. 7. att.), kurā vidējo statistisko vērtību vietā izmantotas mērījumos noteiktās patskaņu formantu vērtības (sk. tab. pielikumā).

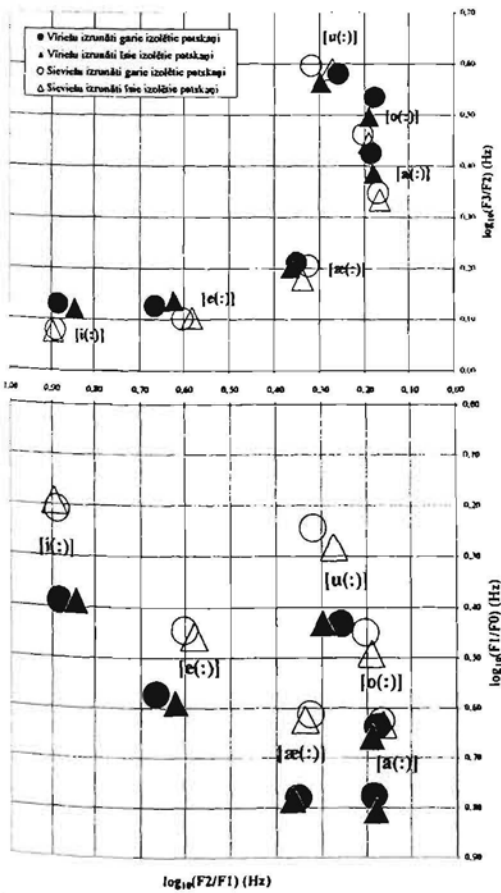


7. attēls. Latviešu valodas patskaņu attēlojums akustiskajā  $\log_{10}(F2/F1) / \log_{10}(F3/F2)$  plaknē: patskaņu punktu koordinātes atbilst pielikumā norādītajām mērījumos noteiktajām F1, F2 un F3 frekvenču vērtībām. Ar pelēku līniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sieviešu, gan vīriešu izrunātu patskaņu datus.

Aplūkojot patskaņu punktu izplatību 7. attēlā, ir saskatāma zināma līdzība ar 5. attēlu. Lai šos attēlus būtu vieglāk salīdzināt, akustiskajā  $\log_{10}(F2/F1)/\log_{10}(F3/F2)$  plaknē iezīmēta arī par  $-45^\circ$  sagriezta  $(F2-F1)/(F1-F0)$  koordinātu sistēma un patskaņu zonas

apvilktas ar pelēku līniju. Salīdzinot 5. un 7. attēlu, ir redzams, ka visu patskaņu, izņemot [u(:)], zonas akustiskajā  $\log_{10}(F2/F1)/\log_{10}(F3/F2)$  plaknē ir kļuvušas kompaktākas, ievērojami tuvinot sieviešu un vīriešu izrunas datu punktu novietojumu. Šāda attēlojuma trūkums ir tas, ka netiek novērsta patskaņa [o(:)] un patskaņa [a(:)] zonas daļējā pārklāšanās un ka patskaņa [u(:)] zona attiecībā pret pārējo patskaņu zonām 7. attēlā ir kļuvusi plašāka un ir grūtāk nodalāma no patskaņa [o(:)] zonas nekā 5. attēlā.

Dž. Millera piedāvātais modelis, kas atbilst formantu attiecību teorijai, ir izdevīgs ar to, ka ļauj samazināt vai pat novērst runātāju savstarpējās atšķirības, izmantojot mērījumos iegūtos akustiskos formantu frekvenču datus tieši<sup>4</sup> un koordinātu plaknē saglabājot fizikālo frekvences mērvienību hercs (Hz). Tas skaidrojams ar to, ka vienlaikus tiek ņemtas vērā divas svarīgas valodas skaņu iezīmes – gan vienas kvalitātes kategorijai piederošas skaņas formantu attiecības relatīvais nemainīgums dažādu runātāju izrunā, gan



8. attēls. Formantu attiecību grafiks, papildināts ar trešo dimensiju.

dzirdes uztveres logaritmiskā daba (īpaši – augstajās frekvencēs), uz kuru vairāk vai mazāk pamatojas lielākā daļa akustisko datu pārveidojumu uztveres psihofizikālajās vienībās. Vienīgais šāda attēlojuma trūkums ir tas, ka divdimensiju akustiskajā plaknē ar koordinātu asīm  $\log_{10}(F2/F1)$  un  $\log_{10}(F3/F2)$  nepalātālie patskaņi nav savstarpēji tikpat skaidri nošķirti kā palātālie, proti – grūti novilkt robežu starp [u(:)] un [o(:)] zonām, bet [o(:)] un [a(:)] zonas pat daļēji pārklājas (sk. 7. att.). Šo trūkumu var viegli novērst, papildinot attēlu ar trešo dimensiju (sk. 8. att.) un pārejot uz patskaņu punktu attēlojumu akustiskajā sfērā (sk. – Miller 1989), tomēr vēlāmāk būtu iegūt skaidri nodalītu un kompaktu patskaņu zonu attēlojumu divdimensiju plaknē, jo šāds attēlojums atbilstu fonētikas praksē pieņemtajam patskaņu sistēmu

<sup>4</sup> Datu logaritmiskais pārveidojums ir samērā tuvs dažādiem pārveidojumiem uztveres psihofizikālajās mērvienībās, tāpēc tikai nosacīti var runāt par tiešu akustisko datu izmantojumu - bez papildu apstrādes ar īpašiem normalizēšanas koeficientiem vai to pārveidojuma uztveres psihofizikālajās mērvienībās ar īpašām formulām.

apraksta veidam no artikulāri auditīvo (mazāk – akustisko) īpašību viedokļa, kas atspoguļots tradicionālajā patskaņu četrstūrī.

Jau sen ir zināms (Chiba & Kajiyama 1941 u.c.), ka sieviešu un bērnu virs balsenes esošo gaisa dobumu (rīkles, mutes un deguna dobuma) veidotā rezonatora garums ir mazāks par vīriešu fizioloģiskā rezonatora garumu. Elementāri akustiski aprēķini rāda, ka, palielinoties rezonatora garumam, formantu frekvences samazinās.

$$F_n = \frac{(2 \cdot n - 1) \cdot c}{4 \cdot l} \quad (3)$$

Šajā formulā  $F$  – formanta centra frekvences vērtība hercos (Hz),  $n$  – formanta numurs (numerāciju sāk no zemākās frekvences formanta – F1, F2 utt.),  $c$  – skaņas kustības ātrums gaisā (aptuveni 35000 cm/s),  $l$  – rezonatora garums centimetros (cm).

Ir veikti dažādi pētījumi (Mol 1970; Rosner & Pickering 1994; Chiba & Kajiyama 1941; Fant 1966, 1975; Nordström 1975; Stevens 1998; Traunmüller 1984 u.c.), kuros pētīta cilvēka runas aparāta veidotā rezonatora garuma un formas izmaiņu ietekme uz akustisko signālu. Pēc šo pētījumu rezultātiem ir aprēķināti atšķirīgu runātāju datu normalizēšanas koeficienti. Pamatā ir atziņa, ka balss trakta veidoto rezonatoru garumu skaitliskā attiecība ir apgriezti proporcionāla patskaņu formantu frekvenču vērtību skaitliskajai attiecībai.

$$\frac{l_v}{l_s} = \frac{F_{ns}}{F_{nv}} \quad (4)$$

Šajā formulā ar  $v$  apzīmēts vīriešu, bet ar  $s$  – sieviešu rezonatora garums vai formanta frekvences vērtība, ar  $l$  – rezonatora garums, bet ar  $F$  – formanta ar kārtas numuru  $n$  frekvences vērtība.

Izmantojot formantu frekvenču datu normalizēšanas koeficientus, jāšķir divas datu normalizēšanas metodes: 1) *vienmērīga datu normalizēšana*, kad visu patskaņu formantu frekvenču vērtības pārveido ar vienotu universālu koeficientu, kas atspoguļo rezonatoru garumu skaitlisko attiecību; 2) *nevienmērīga datu normalizēšana*, kad ņem vērā rezonatoru veidojošo daļu (faringa un mutes dobuma) izmēru attiecību ietekmi uz katra patskaņa izrunu un akustiskajiem parametriem, aprēķinot normalizēšanas koeficientu katra patskaņa katram formantam atsevišķi.

### 1.4.1. VIENMĒRĪGA DATU NORMALIZĒŠANA

H. Mols (Mol 1970) savas teorijas aprakstam lieto vienmērīgu datu normalizēšanu. Tās rezultātā tiek panākta vienmērīga visu patskaņu formantu frekvenču maiņa, izmantojot vienotu normalizēšanas koeficientu, kas iegūts, aprēķinot vīriešu un sievietes balss traktu garumu skaitliskās attiecības neitrāla patskaņa /ə/ izrunas laikā. Tādā veidā H. Mols nonāk pie hipotēzes, ka patskaņu punktiem F2/F1 koordinātu plaknē būtu jānovietojas uz taisnēm, kas novilkta no koordinātu asu "0" krustpunkta. Šī hipotēze gan praksē neapstiprinās, jo vīriešu balss trakts neatbilst, vienmērīgi palielinātam sievietes balss traktam. Tā kā mainās balss trakta tilpņu lielumu attiecības, mainās arī dažādu patskaņu atšķirīgu formantu frekvenču skaitlisko lielumu savstarpējās attiecības. Līdz ar to patskaņu punkti F2/F1 plaknē tiek novirzīti no minētajām taisnēm. Tomēr vienmērīga datu normalizēšana ievērojami samazina atšķirības starp sievietes un vīriešu izrunāto patskaņu novietojumu akustiskajā F2/F1 plaknē. P. E. Nūrdstrēms un B. Lindblums ir izmantojuši un savā darbā aizstāvējuši (Nordström & Lindblom 1975) vienmērīgu datu normalizēšanu ar koeficientu, kas iegūts, aprēķinot vīriešu un sievietes balss traktu garumu attiecības zema mēles pacēluma patskaņu (kuriem F1 > 600 Hz) izrunas laikā (sk. 5. formulu). Tieši šo patskaņu izvēli P. E. Nūrdstrēms un B. Lindblums pamato ar to, ka zema mēles pacēluma patskaņu trešo formantu skaitliskās attiecības vistuvāk atbilst rezonatoru garumu skaitliskajai attiecībai.

$$k = \frac{l_{av}}{l_{ref}} \quad (5)$$

Šajā formulā ar  $l_{av}$  ir apzīmēts vidējais rezonatora garums tam subjektam vai tai subjektu grupai, kā izrunas akustiskie dati tiek pakļauti normalizēšanai. Rezonatora garums ir tieši saistīts ar trešā formanta vidējo skaitlisko lielumu zema mēles pacēluma patskaņu izrunas laikā. Ar  $l_{ref}$  šajā formulā ir apzīmēts vidējais vīrieša balss trakta veidotā rezonatora garums zema mēles pacēluma patskaņu izrunas laikā, kas tiek izmantots par atskaites punktu.

G. Fants iesaka aprēķinos izmantot nevis fizikālo rezonatora garumu, bet kopējo rezonatora garumu (Fant 1975: 6–7), kurā ietverta rezonatora atvēruma noteiktā garuma korekcija, kas atkarīga no lūpu stāvokļa. Zema mēles pacēluma patskaņiem šī korekcija palielina fizikālo rezonatora garumu par 1 cm. Kopējā rezonatora garuma ( $I + I$ ) lietošana

zema mēles pacēluma patskaņu trešā formanta frekvences aprēķinos pēc 3. formulas dod skaitlisko rezultātu, kas ir samērā tuvs akustiskajos mērījumos noteiktajam. Tā, piemēram, izmantojot kopējo rezonatora garumu 17,5 cm, F3 skaitliskā vērtība ir 2521 Hz (G. Fants ir izmantojis skaņas ātruma lielumu  $c = 35300$  cm/s). G. Fants secinājis, ka zema mēles pacēluma patskaņiem rezonatoru garumu skaitliskā attiecība ir apgriezti proporcionāla to F3 frekvenču skaitliskajai attiecībai (sk. 6. formulu):

$$\frac{F_{3ref}}{F_{3av}} = \frac{l_{av} + 1}{l_{ref} + 1} \quad (6)$$

Uz šo secinājumu pamata patskaņu formantu datu normalizēšanas koeficienta aprēķināšanai P. E. Nürdstrēma un B. Lindbluma piedāvātās rezonatora garumu skaitliskās attiecības vietā G. Fants iesaka lietot zema mēles pacēluma patskaņu trešo formantu frekvenču skaitlisko attiecību (sk. 7. formulu), jo tā dod līdzvērtīgu skaitlisko rezultātu, taču prasa mazāku laika patēriņu un ir tehniski vienkāršāka. Promocijas darbā 7. formula atbilst 4. formulai aplūkojamajā G. Fanta darbā (Fant 1975: 7).

$$\left(1 + \frac{k}{100}\right) = \frac{F_{3av}}{F_{3ref}} = \frac{l_{ref} + 1}{l_{av} + 1} \quad (7)$$

7. formulā ar  $k$  apzīmēts normalizēšanas koeficients, ar  $F_3$  – trešā formanta frekvences skaitliskā vērtība, ar  $l$  – rezonatora garums, ar  $av$  – normalizējamā subjekta vai subjektu grupas vidējā F3 vērtība vai rezonatora garums, bet ar  $ref$  – atskaites F3 vērtība vai rezonatora garums. Pārveidojot 7. formulu normalizēšanas koeficienta aprēķināšanai no F3 vērtībām un precizējot, ka normalizējami ir sieviešu izrunas dati, bet vīriešu izrunas dati veido atskaites sistēmu, tika iegūta 8. formula, pēc kuras aprēķinātais koeficients būtu izmantojams patskaņu formantu datu vienmērīgā normalizēšanā.

$$k = \left(\frac{F_{3s}}{F_{3v}} - 1\right) \cdot 100\% \quad (8)$$

Šajā formulā ar  $v$  apzīmēta vīriešu, bet ar  $s$  – sieviešu izruna. Pēc būtības 8. formula atbilst G. Fanta agrākos pētījumos lietotajai normalizēšanas koeficientu aprēķināšanas formulai (Fant 1966: 23).

Lai normalizētu latviešu valodas patskaņu datus, no zema mēles pacēluma patskaņu [a(:)] un [æ(:)] trešo formantu (F3) vidējām statistiskajām vērtībām (sk. 1. un 2. tab.) pēc 8.

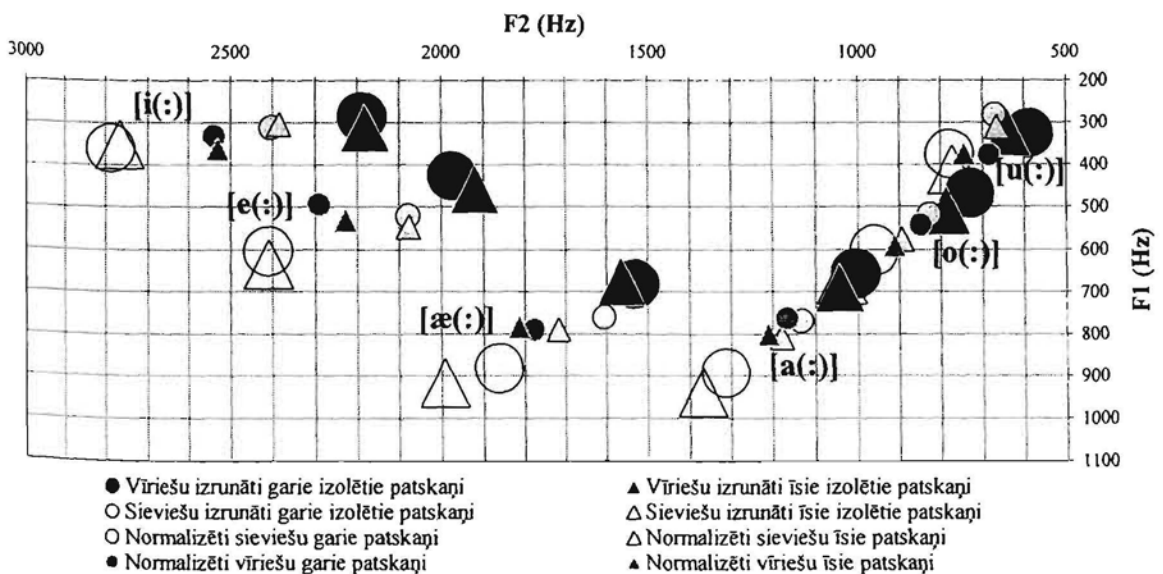
formulas tika aprēķināts normalizēšanas koeficients  $k = 16\%$  (kopējs garajiem un īsajiem patskaņiem). Precīza koeficienta skaitliskā vērtība pirms noapaļošanas bija 16,4%. Izmantojot iegūto koeficientu ( $k = 16\%$ ), tika veikta 1. un 2. tabulā norādīto akustisko datu vidējo statistisko vērtību (VSV) vienmērīga normalizēšana, kuras grafiskais rezultāts redzams 9. attēlā.

Lai samazinātu sieviešu izrunas datu atšķirību no vīriešu izrunas datiem, 2. tabulā norādītās sieviešu izrunāto patskaņu formantu VSV tika pārveidotas pēc formulas:

$$F_{ns}^* = \frac{F_{ns}}{\frac{k}{100\%} + 1} \quad (9)$$

Ar  $n$  9. formulā apzīmēts patskaņa formanta kārtas numurs (1., 2. utt.),  $s$  norāda uz sieviešu izrunu, bet ar  $k$  ir apzīmēts lietotais normalizēšanas koeficients. Lai samazinātu vīriešu izrunas datu atšķirību no sieviešu izrunas datiem, 1. tabulā norādītās vīriešu izrunāto patskaņu formantu VSV tika pārveidotas pēc formulas ( $v$  10. formulā norāda uz vīriešu izrunu):

$$F_{nv}^* = F_{nv} \cdot \left( \frac{k}{100\%} + 1 \right) \quad (10)$$



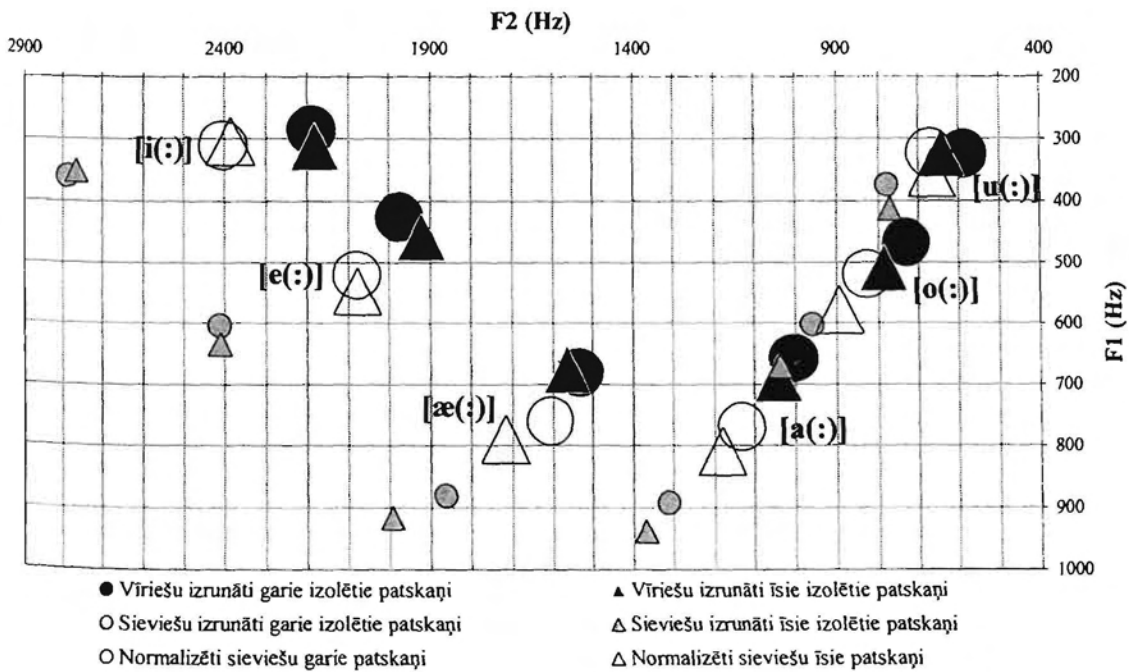
9. attēls. Latviešu valodas patskaņu vienmērīga normalizēšana ar koeficientu  $k=16\%$ .

Mērījumos iegūto vīriešu izrunas datu VSV noteiktie patskaņu punkti 9. attēlā akustiskajā F2/F1 plaknē apzīmēti tāpat kā iepriekš – ar melniem aplīšiem (garie patskaņi)



un melniem trīsstūriem (īsie patskaņi), bet sieviešu izrunas datu VSV noteiktie patskaņu punkti – ar baltiem aplīšiem (garie patskaņi) un baltiem trīsstūriem (īsie patskaņi).

Normalizēšanas procesā iegūtās  $F_{1v}^*$  un  $F_{2v}^*$  formantu vērtības veido koordinātes mazajiem tumši pelēkās krāsas simboliem, bet  $F_{1s}^*$  un  $F_{2s}^*$  formantu vērtības – mazajiem gaiši pelēkās krāsas simboliem (garie patskaņi apzīmēti ar aplīšiem, bet īsie – ar trīsstūriem). Attēlā vērojams, ka formantu datu normalizēšanas rezultātā par aptuveni 2/3 samazināta gan sieviešu izrunas datu atšķirība no vīriešu izrunas datiem, gan arī vīriešu izrunas datu atšķirība no sieviešu izrunas datiem. Tā kā būtiski ir noteikt izmantotā normalizēšanas koeficienta efektivitāti, attēls tika pārveidots tā, lai normalizēšanas rezultāts būtu uzskatāmāks (sk. 10. att.). Lai detalizētāk atklātu normalizēšanas rezultātu ietekmi uz patskaņu punktu vertikālo novietojumu, kas saistāms ar žokļa atvērumu un mēles pacēluma apjomu, F1 ass tika palielināta 1,5 reizes. Fonētikas literatūrā atrodamajos grafiskajos attēlos F1 ass dažkārt palielināta pat 2,5 un vairāk reizes, lai panāktu akustisko datu attēla tuvāku atbilstmi artikulācijas pētījumu shematiskajiem attēliem (Ladefoged & Maddieson 1998: 282–286).



10. attēls. Vienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu VSV normalizēšana ar koeficientu  $k=16\%$ .

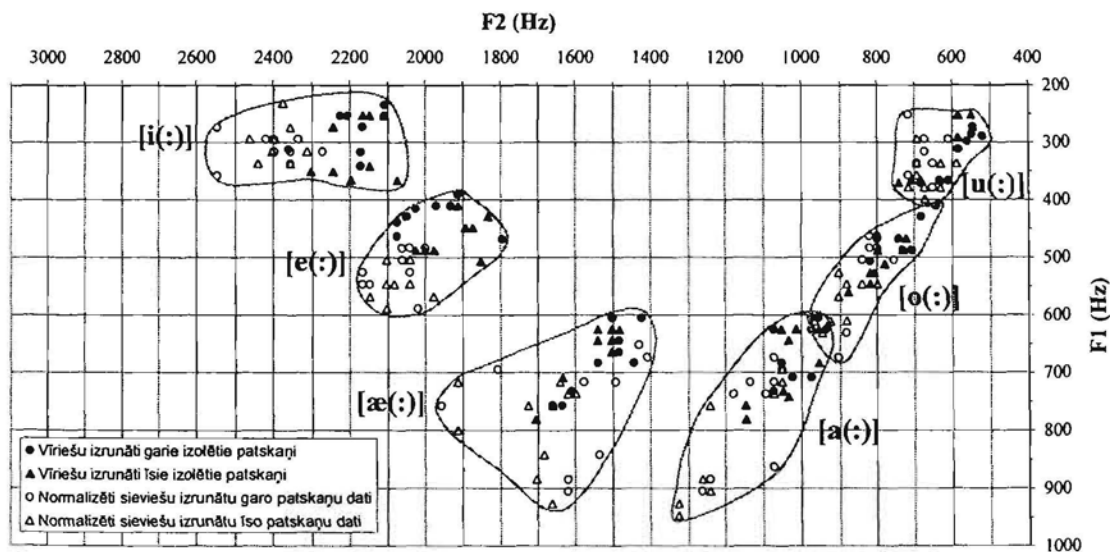
Tā kā praksē dominē vīriešu izrunas pētījumu apraksts, un vīriešu izrunas dati bieži tiek izmantoti par atskaites sistēmām salīdzinājumam ar sieviešu un bērnu izrunu, šajā (10. att.) un turpmākajos normalizēšanas rezultātus ilustrējošos attēlos parādīts, kā dažādu normalizēšanas koeficientu lietojums ietekmē sieviešu patskaņu punktu novietojumu

attiecībā pret vīriešu patskaņu punktiem. Vīriešu izrunas datu pārveidojuma rezultāts grafikā nav attēlots, jo normalizēšana ar vienotu koeficientu vienādā apjomā ietekmē gan vīriešu, gan sievietes patskaņu punktu novietojumu akustiskajā plaknē. Tāpat kā iepriekšējos attēlos, ar trīsstūriem apzīmēti īso patskaņu punkti, bet ar aplīšiem – garo. Šajā (sk. 10. att.) un turpmākajos attēlos, kas ilustrē sievietes izrunas datu VSV normalizēšanas rezultātus, mērījumos iegūto F1 un F2 frekvenču vērtību VSV (sk. 2. tab.) nosaka koordinātes ar maziem pelēkas krāsas simboliem apzīmētajiem patskaņu punktiem, bet ar attiecīgajiem normalizēšanas koeficientiem pēc 9. formulas pārveidotās vērtības – ar baltas krāsas simboliem apzīmētajiem punktiem. Vīriešu izrunātu patskaņu mērījumos iegūto F1 un F2 frekvenču vērtību VSV (sk. 1. tab.) nosaka koordinātes ar melnas krāsas simboliem apzīmētajiem patskaņu punktiem, kas kalpo par atskaites sistēmu normalizēšanas koeficientu efektivitātes noteikšanai. Jo tuvāk atrodas, pārklājas vai pat sakrīt ar baltajiem un melnajiem simboliem apzīmētie vienas kvalitātes kategorijas patskaņu punkti, jo efektīvāks ir normalizēšanas koeficients.

Aplūkojot 10. attēlu, var secināt, ka pēc normalizēšanas ar koeficientu  $k = 16\%$ , sievietes datu punkti akustiskajā F2/F1 plaknē ir par divām trešdaļām tuvināti vīriešu datu punktiem, tomēr vienas kvalitātes un kvantitātes patskaņu punktu pārklāšanās vērojama tikai patskaņiem [u] un [u:]. Neskatoties uz to, ka vīriešu un sievietes izrunātu patskaņu datu punkti akustiskajā plaknē vairākumā gadījumu nesakrīt, ir novērsta sievietes izrunāto patskaņu [u(:)] un [o(:)] punktu pārklāšanās vīriešu izrunāto patskaņu [o(:)] un [a(:)] punktiem (sal. 10. un 1. att.).

Lai sīkāk izvērtētu normalizēšanas devumu, pielikumā norādītās visu sešu informantu (V1, V2, V3, S1, S2 un S3) trīs reizes izrunāto patskaņu pirmā (F1) un otrā (F2) formanta frekvences skaitliskās vērtības arī tika pārveidotas pēc 9. formulas, izmantojot vienmērīgas datu normalizēšanas koeficientu  $k = 16\%$ . Mērījumos iegūto vīriešu izrunas datu attēlojums (melnie simboli) akustiskajā F2/F1 plaknē salīdzinājumā ar normalizēšanas rezultātā tiem tuvināto sievietes izrunas datu punktiem (baltie simboli) redzams 11. attēlā. Salīdzinot šo attēlu (sk. 11. att.) ar 3. attēlu, kurā sievietes izrunāto patskaņu datu punkti attēloti bez normalizēšanas, var secināt, ka vīriešu un sievietes izrunāto patskaņu zonas ir kļuvušas kompaktākas, neskatoties pat uz to, ka F1 ass 11. attēlā ir paplašināta 1,5 reizes. Katra patskaņa zonas ietvaros 11. attēlā vērojama vīriešu (melno) un sievietes (balto) datu punktu pārklāšanās, kas ir vislielākā patskaņa [u(:)] un patskaņa [o(:)] zonā. Vērojot normalizēto sievietes izrunas datu zonas atsevišķi (baltie simboli), redzams, ka ir saglabāts patskaņu savstarpējais izvietojums vienas zonas robežās, ko

nosaka normalizēšanas procesa linearitāte. Ievērojami ir samazināta dažādas kvalitātes patskaņu zonu savstarpējā pārklāšanās (sk. ar pelēku līniju apvilktu [a(:)], [o(:)] un [u(:)] zonu savstarpējo novietojumu 11. att.).



**11. attēls.** Vienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu normalizēšana ar koeficientu  $k=16\%$ . Ar pelēku līniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sieviešu, gan vīriešu izrunātu patskaņu datu punktus.

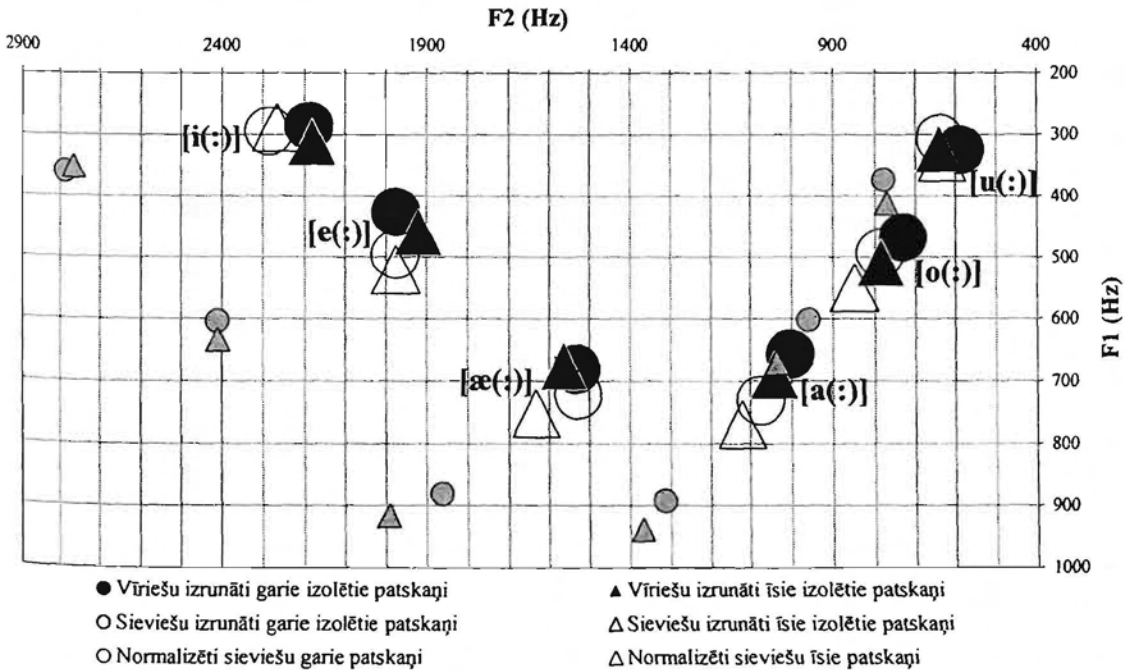
Savos darbos G. Fants ir aprakstījis arī vairākas citas normalizēšanas koeficienta aprēķināšanas metodes, dodot tām attiecīgu teorētisku pamatojumu. Izmantojot šīs metodes, promocijas darbā tiks aprēķināti iespējamie vienmērīgas normalizēšanas koeficienti un pārbaudīta to efektivitāte latviešu valodas patskaņu datu normalizēšanā.

G. Fants ir norādījis uz patskaņa [i] otrā un trešā formanta frekvenču vērtību saistību ar puses viļņa garuma rezonansēm faringa un mutes dobumā, kas sniedz informāciju par kopējo rezonatora garumu un ir atkarīgas no runas orgānu stāvokļa. No tā izriet, ka universālās normalizēšanas koeficienta  $k$  aprēķinos ir iespējams izmantot ne tikai zema mēles pacēluma patskaņu F3 datus, bet arī patskaņa [i] formantu frekvenču datus. Viens no G. Fanta ieteiktajiem (Fant 1975: 8) normalizēšanas koeficienta aprēķināšanas veidiem ir izmantot normalizējamās subjektu grupas (šajā pētījumā – sieviešu) un atskaites grupas (šajā pētījumā – vīriešu) izrunātu patskaņu [i] F2 frekvenču lielumu skaitlisko attiecību. Izmantojot 1. un 2. tabulā norādītās patskaņa [i] un patskaņa [i:] otrā formanta frekvenču VSV, tika aprēķināts to attiecības koeficients  $k_{2i}$  promocijas darbā pētītajai latviešu valodas runātāju grupai. Koeficients  $k_{2i}$  tika aprēķināts pēc 8. formulas, F3 skaitlisko vērtību vietā liekot F2 vērtības. No patskaņa [i(:)] F2 attiecību koeficienta  $k_{2i}$ , optimizējot to pēc G. Fanta ieteikuma ar viņa aprēķinātajiem (universālajiem dažādām

valodām) atvērto patskaņu un patskaņu [i(:)] otro formantu attiecību koeficientiem ( $k_{op\_ref}=17\%$  un  $k_{2i\_ref}=21\%$ ), pēc 11. formulas tika aprēķināts universālais normalizēšanas koeficients  $k = 22\%$ . Precīza koeficienta skaitliskā vērtība pirms noapaļošanas bija 21,9%, aprēķinot to no garajiem un īsajiem patskaņiem kopā (sk. [i:] un [i] 1. un 2. tab.), un 22,2%, aprēķinot to tikai no garajiem patskaņiem (sk. [i:] 1. un 2. tab.).

$$k = \left( \frac{k_{op\_ref}}{k_{2i\_ref}} \right) \cdot k_{2i} = \left( \frac{17}{21} \right) \cdot k_{2i} \quad (11)$$

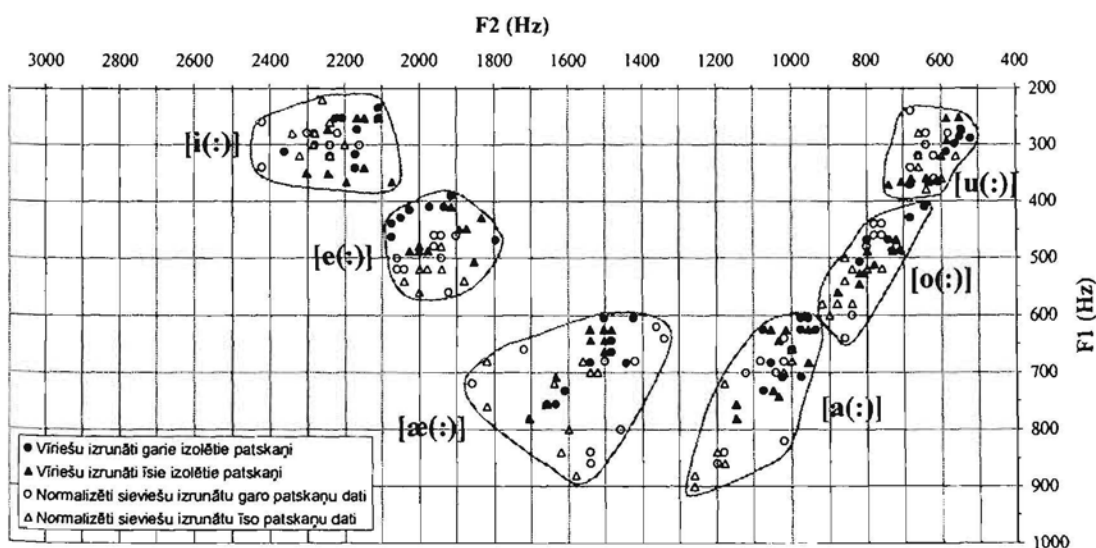
Lai pārbaudītu iegūtā normalizēšanas koeficienta efektivitāti, ar to pēc 9. formulas tika normalizētas 2. tabulā norādītās sieviešu izrunas datu VSV. Šīs normalizēšanas rezultāts grafiski parādīts 12. attēlā.



12. attēls. Vienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu VSV normalizēšana ar optimizētu no patskaņa [i] F2 attiecības iegūtu koeficientu  $k=22\%$ .

Attēlā redzams (sk. 12. att.), ka sieviešu un vīriešu izrunāto patskaņu punktu novietojuma atšķirības pēc normalizēšanas ir ievērojami samazinātas un vienas kvalitātes patskaņi veido kompaktas, skaidri nodalītas patskaņu zonas. Iegūtie normalizēšanas rezultāti norāda, ka normalizēšana ar koeficientu, kura aprēķinos papildus ņemti vērā arī patskaņa [i(:)] dati, ir efektīvāka par normalizēšanu ar koeficientu, kas aprēķināts vienīgi no zema mēles pacēluma patskaņu datiem (sal. 10. un 12. att.). Attēlos, kuros VSV vietā patskaņu punktu koordinātēm tika izmantotas mērījumos noteiktās formantu frekvenču

vērtības (sk. 3., 5., 7. un 11. att.), tika novērotas plašākas patskaņu zonas salīdzinājumā ar VSV grafiskajiem attēliem. Patskaņu punktu izklīde šajos grafikos pamatā saistāma ar informantu fizioloģiskajām atšķirībām. Normalizējot mērījumos iegūtos sieviešu izrunas datus ar koeficientu  $k = 16\%$  (sk. 11. att.) tika samazināta patskaņu [a(:)] un [o(:)] zonu pārklāšanās, kas tomēr pilnībā netika novērsta, kā to varētu domāt, vadoties pēc VSV datu grafiskā attēla (sal. 10. un 11. att.). Lai pārbaudītu normalizēšanas koeficienta  $k = 22\%$  efektivitāti mērījumu datu normalizēšanā, izmantojot šo koeficientu pēc 9. formulas tika pārveidotas arī pielikumā norādītās visu sešu informantu trīs reizes izrunāto patskaņu F1 un F2 frekvences skaitliskās vērtības.



13. attēls. Vienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu normalizēšana ar koeficientu  $k=22\%$ . Ar pelēku līniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sieviešu, gan vīriešu izrunātu patskaņu datu punktus.

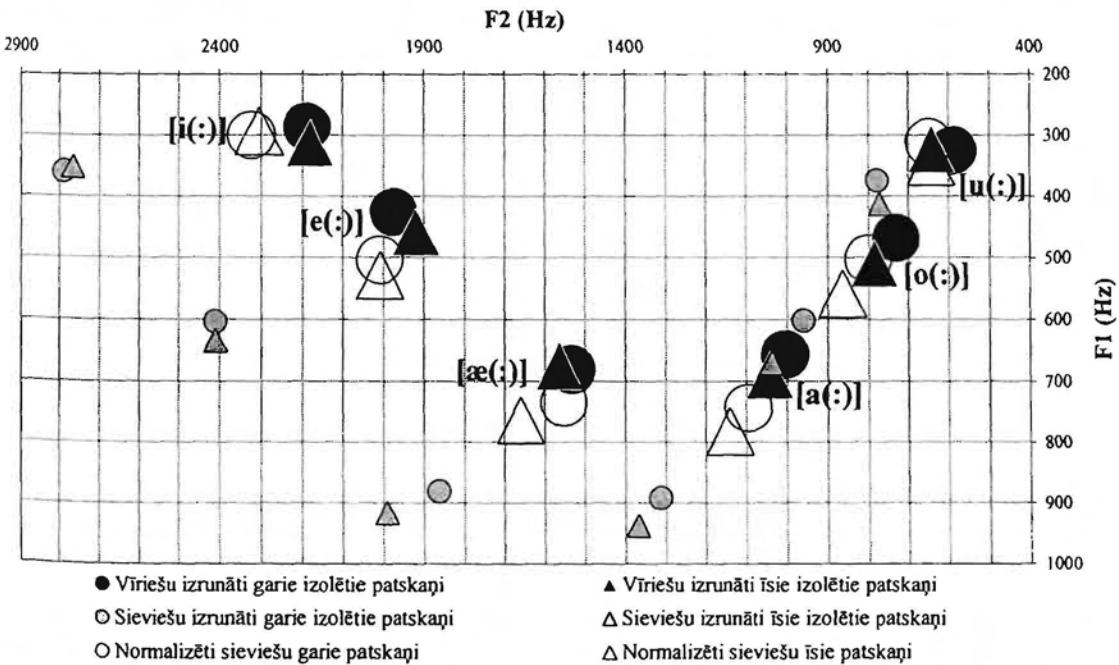
Mērījumos iegūto vīriešu izrunas datu attēlojums (melnie simboli) akustiskajā F2/F1 plaknē salīdzinājumā ar normalizēšanas rezultātā tiem tuvināto sieviešu izrunas datu punktiem (baltie simboli) redzams 13. attēlā. Salīdzinot šo attēlu (sk. 13. att.) ar 11. attēlu, kurā sieviešu izrunāto patskaņu datu punkti attēloti pēc vienmērīgas normalizēšanas ar koeficientu  $k = 16\%$ , var secināt, ka vīriešu un sieviešu izrunāto patskaņu zonas ir kļuvušas vēl kompaktākas. Normalizējot sieviešu izrunas datus ar koeficientu  $k = 22\%$ , pilnībā ir novērsta dažādas kvalitātes patskaņu zonu savstarpējā pārklāšanās (sk. ar pelēku līniju apvilktu [a(:)], [o(:)] un [u(:)] zonu savstarpējo novietojumu 13. att.).

Savā pētījumā G. Fants ir norādījis (Fant 1975: 8–10), ka normalizēšanas koeficientu var aprēķināt arī no viena paša patskaņa [i(:)] fomantu frekvenču datiem, izmantojot šī patskaņa F2 un F3 skaitliskās vērtības. Šim nolūkam vispirms ir jāaprēķina

normalizējamās subjektu grupas (sieviešu) un atskaites grupas (vīriešu) izrunātu patskaņu [i(:)] F2 frekvenču lielumu skaitliskās attiecības koeficients  $k_{2i}$  un F3 frekvenču lielumu skaitliskās attiecības koeficients  $k_{3i}$ . Koeficientu aprēķiniem tika izmantotas 1. un 2. tab. norādītās patskaņa [i(:)] F2 un F3 vērtības. No iegūtajiem koeficientiem  $k_{2i}$  un  $k_{3i}$  pēc 12. formulas (Fant 1975: 8) tika aprēķināts universālais normalizēšanas koeficients  $k = 20\%$ . Precīza koeficienta skaitliskā vērtība pirms noapaļošanas bija 20,3%, aprēķinot to gan no garajiem un īsajiem patskaņiem kopā, gan tikai no garajiem patskaņiem [i:] (1. un 2. tab.).

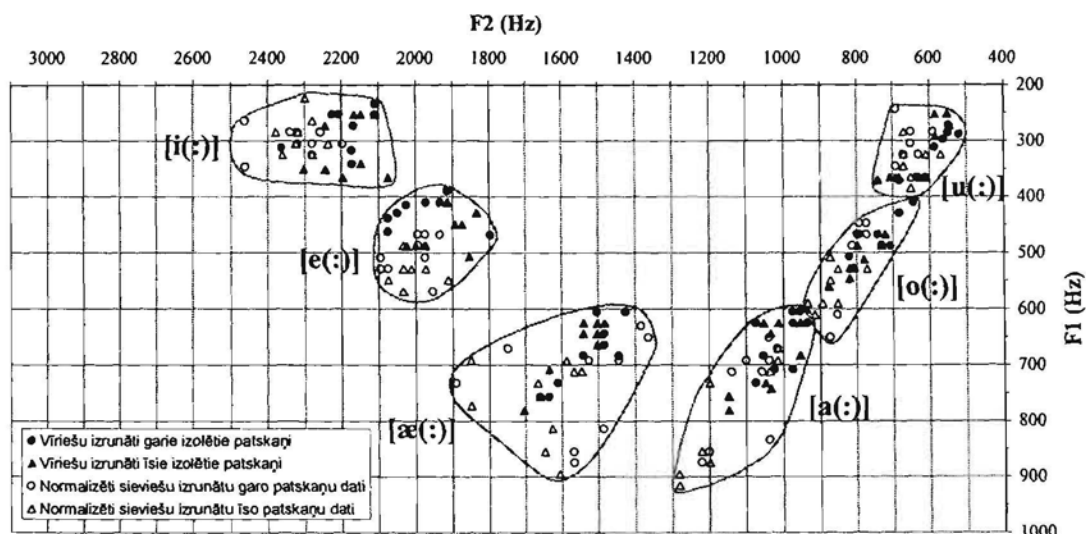
$$k = \frac{1}{2}(k_{2i} + k_{3i}) \quad (12)$$

Tāpat kā iepriekš, lai pārbaudītu iegūtā normalizēšanas koeficienta  $k = 20\%$  efektivitāti, ar to pēc 9. formulas tika normalizētas 2. tabulā norādītās sieviešu izrunas datu VSV. Šīs normalizēšanas rezultāts grafiski parādīts 14. attēlā.



**14. attēls.** Vienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu VSV normalizēšana ar koeficientu  $k=20\%$ , kas aprēķināts, izmantojot patskaņa [i] otrā un trešā formanta attiecību koeficientus.

Salīdzinot iegūto attēlu ar 12. attēlu, kurā ilustrēta vienmērīga normalizēšana ar koeficientu  $k = 22\%$ , ir redzams, ka 2% atšķirība nedaudz samazina vienas kvalitātes patskaņu punktu savstarpējo pārklāšanos (sk. 14. att.), bet priekšējās rindas patskaņiem [i(:)] un [e(:)] šo punktu pārklāšanās zūd. Lai noteiktu, kā šī 2% atšķirība ietekmē mērījumos noteikto sieviešu izrunas datu punktu novietojumu akustiskajā plaknē, tika veikta normalizēšana ar koeficientu  $k = 20\%$  un izveidots 15. attēls, kurā balto simbolu koordinātes nosaka normalizētie sieviešu izrunas dati.



15. attēls. Vienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu normalizēšana ar koeficientu  $k=20\%$ . Ar pelėku lėniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sieviešu, gan vīriešu izrunātu patskaņu datu punktus.

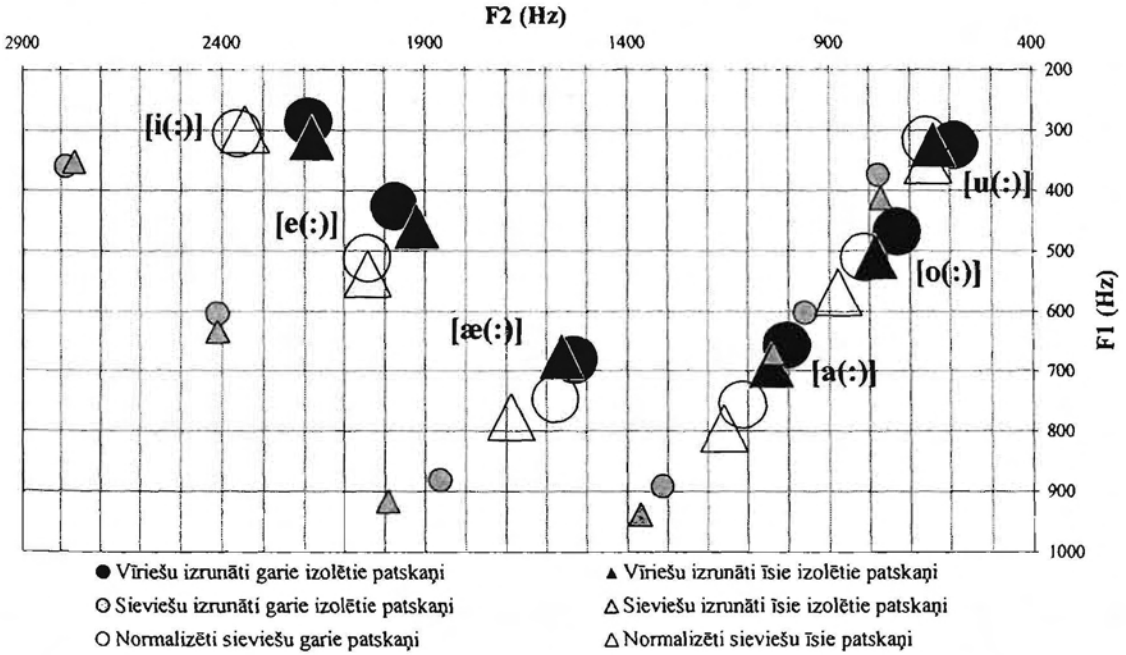
Iegūtajā attēlā (sk. 15. att.) ir vērojams, ka, salīdzinot ar 13. attēlu, pakāpējās rindas un zema mēles pacēluma patskaņu zonas (apvilktas ar pelėko lėniju) nav ievērojami mainījušās. Nedaudz mazāka ir kļuvusi atstarpe starp patskaņa [a(:)] un patskaņa [o(:)] zonu, tāpēc tās ir grūtāk savstarpēji nodalīt. Priekšējās rindas patskaņiem [i(:)] un [e(:)] zonas ir kļuvušas plašākas, kas norāda, ka normalizēšana ar koeficientu  $k = 20\%$  ir bijusi mazāk efektīva nekā normalizēšana ar koeficientu  $k = 22\%$ .

Tā kā G. Fanta aprēķinos tika konstatēta sakarība starp no zema mēles pacēluma patskaņu datiem un no patskaņa [i] datiem aprēķināto koeficientu vērtībām, G. Fants izveidoja formulu (sk. 13. formulu), kurā universālā normalizēšanas koeficienta aprēķināšanai izmantoti gan no zema mēles pacēluma patskaņu, gan patskaņa [i] datiem aprēķinātie normalizēšanas koeficienti, līdzsvarojot to ietekmi (Fant 1975: 9).

$$k = \frac{2k_{zp} + \frac{1}{2}(k_{2i} + k_{3i})}{3} \quad (13)$$

Universālais normalizēšanas koeficients  $k = 18\%$ , kas, izmantojot promocijas darbā iepriekš aprēķinātos normalizēšanas koeficientus, pēc 13. formulas aprēķināts no nenopaļotiem zema pacēluma patskaņu F3 ( $k = 16,4\%$ ) un patskaņu [i(:)] F2 un F3 attiecību ( $k = 20,3\%$ ) koeficientiem. Precīza koeficienta skaitliskā vērtība pirms noapaļošanas bija 17,7%.

Izmantojot koeficientu  $k = 18\%$ , tika normalizētas 2. tabulā dotās sieviešu patskaņu VSV un izveidots 16. attēls.

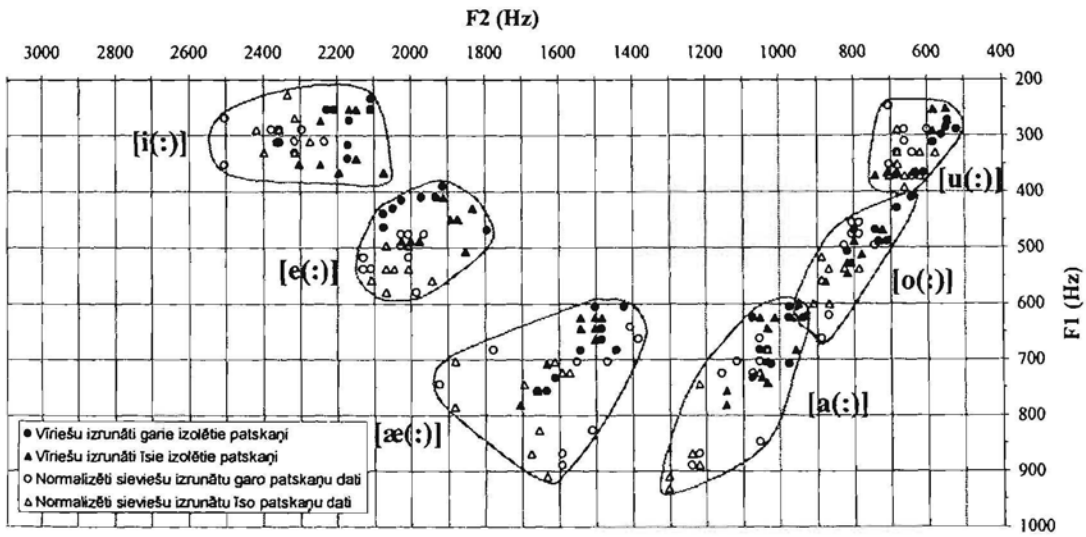


**16. attēls.** Vienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu VSV normalizēšana ar universālo koeficientu  $k=18\%$ , kas aprēķināts, izmantojot zema pacēluma patskaņu un patskaņa [i]otrā un trešā formanta attiecību koeficientus.

Salīdzinot 16. attēlā redzamos normalizēšanas rezultātus ar 10., 12. un 14. attēlā redzamajiem, var konstatēt, ka šāda līdzsvarota koeficienta efektivitāte latviešu valodas datu normalizēšanā ir nedaudz lielāka par tikai no zema mēles pacēluma patskaņu datiem aprēķinātā koeficienta efektivitāti (sk. 10. att.), bet mazāka par no patskaņa [i] datiem aprēķināto koeficientu efektivitāti (sk. 12. un 14. att.). Salīdzinājumam normalizējot ar līdzsvaroto koeficientu  $k = 18\%$  mērījumos iegūtos sieviešu patskaņu F1 un F2 datus un attēlojot šīs normalizēšanas rezultātu grafiski (sk. 17. att.), ir iespējams konstatēt, ka universālā normalizēšanas koeficienta ietekme ir nepietiekama, tāpēc ir vērojama patskaņu [a(:)] un [o(:)] zonu pārklāšanās un 17. attēls minimāli atšķiras no 11. attēla, kurā vērojams rezultāts normalizēšanai ar koeficientu  $k = 16\%$ , kas aprēķināts no nenoapaļotu zema mēles pacēluma patskaņu datiem. Šiem koeficientiem ir tikai 2% starpība, kas nedaudz palielina līdzsvarotā koeficienta  $k = 18\%$  efektivitāti priekšējās rindas un zema mēles pacēluma patskaņu normalizēšanā, bet īpaši neietekmē pakaļējās rindas vidēja un augsta pacēluma patskaņu zonu lielumu un novietojumu, tāpēc ir apgrūtināta patskaņu [u(:)] un [o(:)] zonu nodalīšana, bet patskaņu [a(:)] un [o(:)] zonas savstarpēji nedaudz pārklājas. Tā kā labāki rezultāti tika novēroti (sk. 12.-13. att.), lietojot ar G. Fanta universālajiem

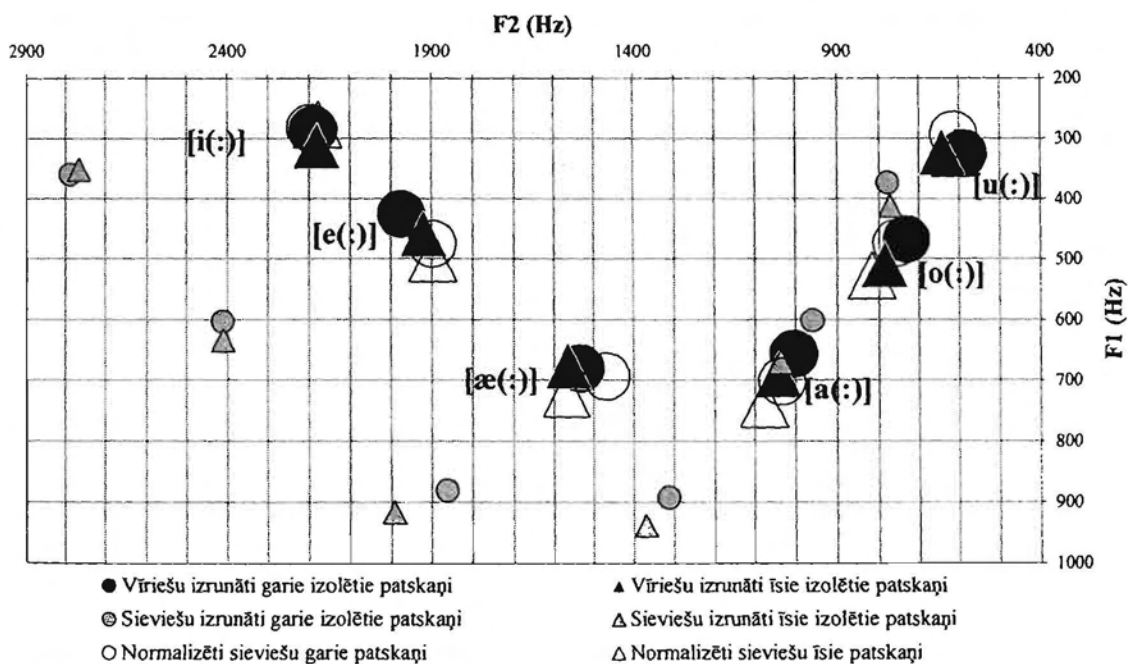


koeficientiem optimizētu  $k_{2i}$  koeficientu (sk. 11. formulu), līdzsvarotā koeficienta  $k = 18\%$  lietošana latviešu valodas patskaņu datu normalizēšanai nav ieteicama.



17. attēls. Vienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu normalizēšana ar koeficientu  $k=18\%$ . Ar pelēku līniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sieviešu, gan vīriešu izrunātu patskaņu datu punktus.

Salīdzinot šajā nodaļā aprakstītos normalizēšanas rezultātus un to grafiskos attēlus (sk. 10.-17. att.) var secināt, ka normalizēšanas koeficienta skaitliskās vērtības samazināšana samazina arī normalizēšanas efektivitāti. Normalizēšana ar optimizētu  $k_{2i}$  koeficientu deva efektīvāko rezultātu (sk. 12. un 13. att.), jo šādi aprēķināts koeficients ir skaitliski vislielākais, tomēr tās rezultātā akustiskajā plaknē pilnībā nesakrita ne VSV noteiktie vīriešu un sieviešu izrunāto patskaņu punkti (sk. 12. att.), ne mērījumos iegūto datu punktu zonas (sk. 13. att.). Attēlos redzams, ka koeficients  $k = 22\%$  optimāla rezultāta iegūšanai ir par mazu. Lai vienmērīga normalizēšana maksimāli samazinātu sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu akustisko datu atšķirību no vīriešu izrunāto patskaņu datiem, eksperimentāli tika meklēts cits normalizēšanas koeficienta aprēķināšanas veids. Efektīvākais rezultāts latviešu valodas patskaņu datu normalizēšanā tika panākts ar koeficientu  $k = 27\%$  ( $k = k_{2i}$ ), kas tika aprēķināts no patskaņa [i(:)] F2 datiem (bez optimizēšanas ar G. Fanta universālajiem koeficientiem). Tādu pašu koeficienta skaitlisko lielumu iespējams iegūt, ja normalizēšanas koeficientu aprēķina no visu garo un īso patskaņu F2 datiem kopā, tomēr koeficienta aprēķināšanai no patskaņa [i(:)] F2 datiem ir dodama priekšroka, jo šāds aprēķins ir teorētiski pamatojams ar rezonatoru faringa daļu garumu attiecību sievietēm un vīriešiem (Fant 1966: 25-28).

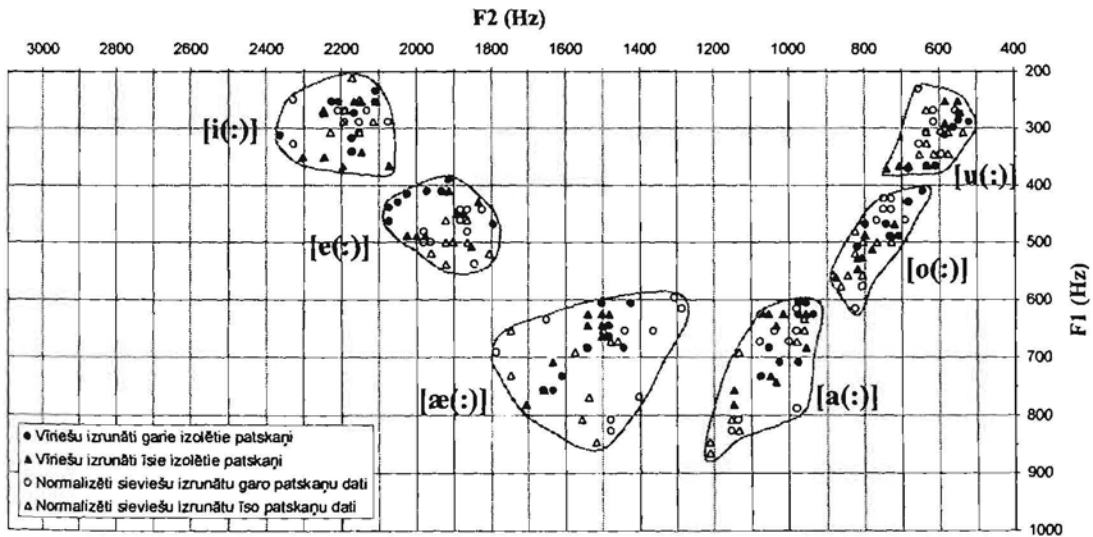


18. attēls. Vienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu VSV normalizēšana ar koeficientu  $k=27\%$ , kas aprēķināts no patskaņa [i(:)] vai visu latviešu valodas patskaņu F2 VSV attiecības.

G. Fants savā publikācijā “A note on vocal tract size factors and non-uniform F-pattern scalings” (Fant 1966) pamato patskaņa [i] otrā un trešā formanta frekvences lieluma saistību ar faringa un mutes dobuma garumu ne tikai ar vienkāršota divu cauruļu modeļa datiem, bet arī ar radioloģiskos pētījumos iegūtiem reālu runas orgānu datiem, salīdzinot tos ar ģenerētā akustiskā signāla īpašībām. Radioloģiskos pētījumos noteiktā vīrieša faringa dobuma garuma attiecība pret sievietes faringa dobuma garumu ir 1,30. Tā samērā precīzi atbilst gan izrunas mērījumos iegūto zviedru valodas patskaņa [i] F2 frekvenču attiecībai (1,26), gan divu cauruļu modeļa parametru noteikto kalkulēto patskaņa [i] F2 frekvenču attiecībai (1,28<sup>5</sup>). Šiem skaitliskajiem lielumiem tuva ir arī latviešu valodas patskaņa [i] F2 frekvenču lielumu attiecība (1,27), no kuras ir iegūts normalizēšanas koeficients  $k=27\%$ . Lai pārbaudītu šī normalizēšanas koeficienta efektivitāti, izmantojot to ( $k=27\%$ ), tika normalizētas 2. tabulā dotās sieviešu izrunāto patskaņu F1 un F2 VSV un izveidots 18. attēls. Attēlā ir redzams, ka vīriešu izrunāto patskaņu datu punkti un normalizēto sieviešu izrunāto patskaņu datu punkti lielā mērā pārklājas, veidojot kompaktas katra patskaņa kvalitātei atbilstošas zonas. Analizējot attēlu, var secināt, ka lielāka koeficienta vērtība kopējo normalizēšanas rezultātu neuzlabotu, jo samazinātos priekšējās rindas patskaņu kā arī patskaņu [u(:)] punktu pārklāšanās apjoms.

<sup>5</sup> Lielums 1,28 G. Fanta rakstā nav precīzs, jo atbilstoši norādītajiem kalkulēto F2 frekvenču datiem attiecībai pēc noapaļošanas būtu jābūt 1,29 ( $2650/2060=1,286$ ).

Lai pārlicinātos, ka koeficienta  $k = 27\%$  lietojums tiešām palielina vīriešu un sieviešu izrunāto patskaņu zonu pārklāšanās apjomu un atvieglo dažādas kvalitātes patskaņu zonu nošķiršanu, ar šo koeficientu tika normalizētas mērījumos iegūtās sieviešu izrunāto patskaņu F1 un F2 vērtības un izveidots 19. attēls.



19. attēls. Vienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu normalizēšana ar koeficientu  $k = 27\%$ . Ar pelēku līniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sieviešu, gan vīriešu izrunātu patskaņu datu punktus.

Ar pelēku līniju 19. attēlā apzīmētas vienas kvalitātes patskaņu zonas, kuras veido vīriešu izrunāto un normalizēto sieviešu izrunāto patskaņu datu punkti. Salīdzinot 19. attēlu ar 13. attēlu, kurā bija ilustrēta līdz šim efektīvākā koeficienta  $k = 22\%$  ietekme, ir redzams, ka lielāka normalizēšanas koeficienta izmantošana (sk. 19. att.) uzlabo pakaļējās rindas patskaņu zonu nošķiršanu. Izmantojot koeficientu  $k = 27\%$ , katra patskaņu zonas ietvaros samazinās atsevišķo patskaņu punktu izkliede gan F1, gan F2 dimensijā.

Secinājumi:

- 1) vienmērīgai runātāju dzimuma noteikto patskaņu akustisko datu normalizēšanai latviešu valodā ieteicams lietot koeficientu, kas aprēķināts no patskaņa [i(:)] F2 centra frekvenču lielumu skaitliskās attiecības;
- 2) koeficienta  $k = 27\%$  lietošana samazina dzimuma noteiktās patskaņu akustisko datu atšķirības tik lielā mērā, ka patskaņus var iedalīt noteiktās akustiskās kvalitātes zonās, kas atbilst to artikulārajai klasifikācijai;
- 3) lai patskaņu zonas padarītu vēl kompaktākas, pirms runātāju dzimuma noteikto atšķirību normalizēšanas viena dzimuma ietvaros būtu jānormalizē katra runātāja dati attiecībā pret noteikta vīrieša vai sievietes prototipa datiem.

## 1.4.2. NEVIENMĒRĪGA DATU NORMALIZĒŠANA

G. Fanta darbos (Fant 1966, 1975) aprakstīta nevienmērīga datu normalizēšana, kurā ņemta vērā faringa un mutes dobuma nevienmērīga palielināšanās, pubertātes vecumā veidojoties vīrieša balss traktam. Normalizēšanai lietojamie koeficienti (izteikti procentos – %) tiek iegūti atsevišķi katra patskaņa katram formantam, lietojot šādu formulu (Fant 1966: 23):

$$k_n = \left( \frac{F_{ns}}{F_{nv}} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (14)$$

Šajā formulā ar *v* apzīmēta vīriešu izruna, bet ar *s* – sievieti; ar *n* apzīmēts formanta *F* un tam atbilstošā normalizēšanas koeficienta *k* kārtas numurs.

Izmantojot 14. formulu un 1. un 2. tabulā norādītās izolētu patskaņu formantu centru frekvenču vidējās statistiskās vērtības (VSV), tika aprēķināti normalizēšanas koeficienti katra latviešu valodas patskaņa katram no pirmajiem četriem formantiem. Aprēķinu rezultāti redzami 3. tabulā. Skaidrs, ka, lietojot 3. tabulā redzamos koeficientus 1. un 2. tabulā norādīto izolēto patskaņu VSV normalizēšanai, tiktu iegūts ideāls rezultāts, t. i., normalizētās sievieti izrunas datu vērtības sakristu ar vīriešu izrunas datu vērtībām un normalizētās vīriešu datu vērtības – ar sievieti izrunas datu vērtībām.

Patsk.	k1	k2	k3	k4	Patsk.	k1	k2	k3	k4
[i:]	26%	27%	13%	17%	[i]	13%	27%	14%	18%
[e:]	42%	22%	15%	26%	[e]	38%	26%	16%	24%
[æ:]	29%	22%	20%	25%	[æ]	36%	27%	21%	24%
[a:]	36%	31%	10%	16%	[a]	36%	31%	16%	18%
[o:]	29%	31%	11%	15%	[o]	32%	32%	17%	19%
[u:]	15%	32%	37%	25%	[u]	28%	20%	28%	30%

3. tabula. Normalizēšanas koeficienti izteikti %, kas aprēķināti atsevišķi katra patskaņa katram formantam no 1. un 2. tabulā norādītajām izolētu patskaņu VSV, izmantojot 14. formulu.

Var izteikt hipotēzi, ka, arī normalizējot promocijas darba pielikumā norādītos visu sešu informantu trīs reizes izrunāto latviešu valodas patskaņu datus, rezultātiem vajadzētu būt ļoti labiem. Tā kā akustiskās plaknes koordinātes parasti nosaka pirmie divi formanti (F1 un F2), lai atvieglotu šīs hipotēzes pārbaudīšanas procesu, no 3. tabulā norādītajiem koeficientiem tika aprēķināti tikai koeficienti *k1* un *k2*, kas ir kopīgi īsajiem un garajiem latviešu valodas patskaņiem (sk. 4. tab.).

Patsk.	k1	k2
[i]	20%	27%
[e]	40%	24%
[æ]	33%	25%
[a]	36%	31%
[o]	31%	32%
[u]	22%	26%

4. tabula. Garajiem un īsajiem patskaņiem kopīgi normalizēšanas koeficienti k1 un k2 (izteikti %), kas aprēķināti atsevišķi katra patskaņa 1. un 2. formantam no 3. tabulā norādītajiem garo un īso izolēto patskaņu normalizēšanas koeficientiem.

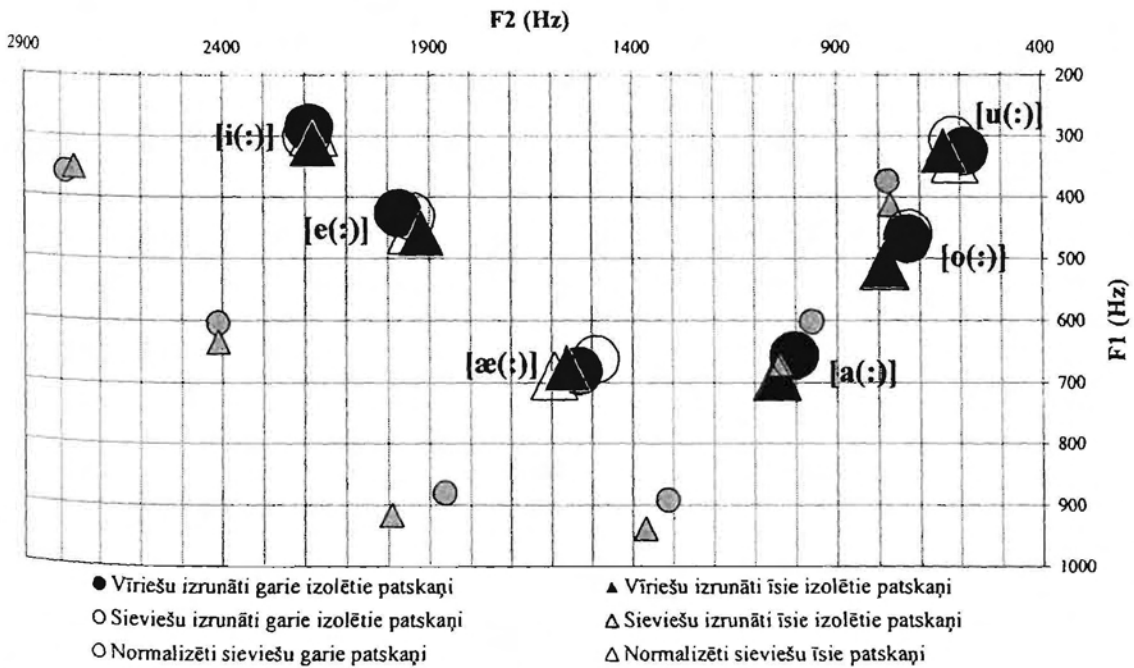
Sieviešu izrunas datu normalizēšanai lietota formula:

$$F_{ns}^* = \frac{F_{ns}}{\frac{k_n}{100\%} + 1} \quad (15)$$

Vīriešu izrunas datu tuvināšanai sievietes datiem lietota formula:

$$F_{nv}^* = F_{nv} \cdot \left( \frac{k_n}{100\%} + 1 \right) \quad (16)$$

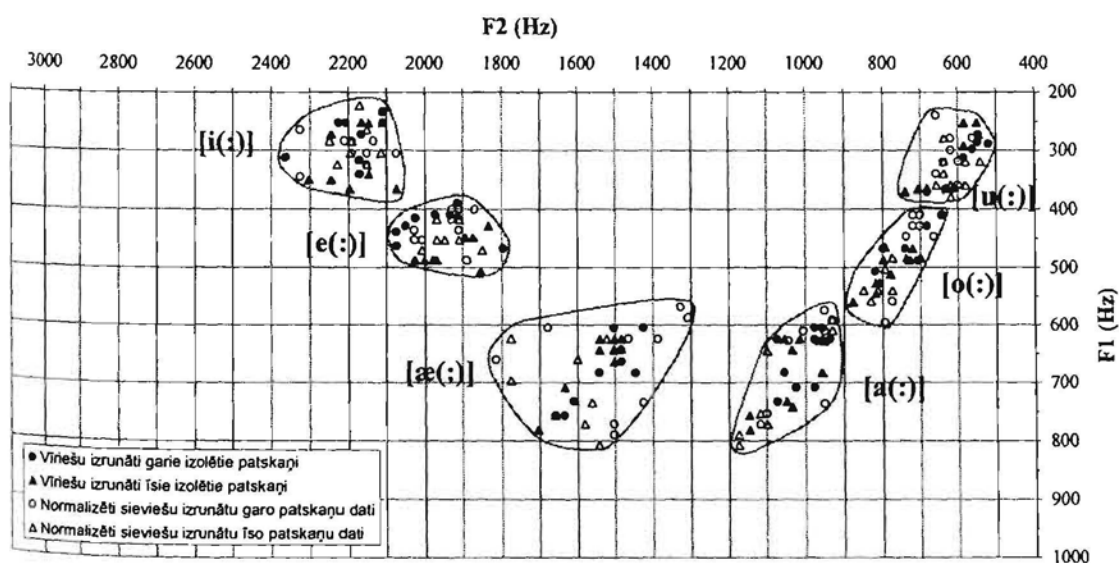
Pēc 15. formulas, izmantojot 4. tabulā norādītos koeficientus, vispirms tika normalizētas 2. tabulā norādītās sievietes izrunas datu VSV.



20. attēls. Sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu nevienmērīga normalizēšana ar koeficientiem (4. tab.), kas aprēķināti no izolētu patskaņu VSV (1. un 2. tab.).

Lai normalizēšanas rezultāts būtu uzskatāmāks, tika izveidots 20. attēls, kurā vīriešu izrunas datu (sk. 1. tab.) punkti apzīmēti ar melniem simboliem, sievietes izrunas datu (sk. 2. tab.) punkti – ar maziem pelēkiem simboliem, bet normalizēto sievietes izrunas datu punkti – ar lieliem baltiem simboliem. Tādā veidā attēlā iespējams salīdzināt sievietes izrunāto patskaņu datu punktu novietojumu akustiskajā plaknē pirms un pēc šādas nevienmērīgas normalizēšanas. Attēlā redzams (sk. 20. att.), ka vīriešu un sievietes izrunātie atbilstošo patskaņu punkti pēc normalizēšanas gandrīz pilnībā sakrīt. Nelielās atšķirības ir skaidrojamas ar to, ka sievietes izrunas dati tika normalizēti ar vidējiem koeficientiem (sk. 4. tab.), kas tika aprēķināti no garo un īso patskaņu koeficientiem kopā, bet k1 un k2 dažiem garajiem patskaņiem atšķirās par vairāk nekā 5% no īso patskaņu k1 un k2 (sk. 3. tab.).

Tādā pašā veidā ar 4. tabulā norādītajiem koeficientiem tika normalizēti arī mērījumos iegūtie sievietes izrunas dati. Izmantojot pielikumā norādītos vīriešu izrunas datus un no sievietes datiem normalizēšanas procesā iegūtās  $F_{1s}^*$  un  $F_{2s}^*$  vērtības, tika izveidots 21. attēls.

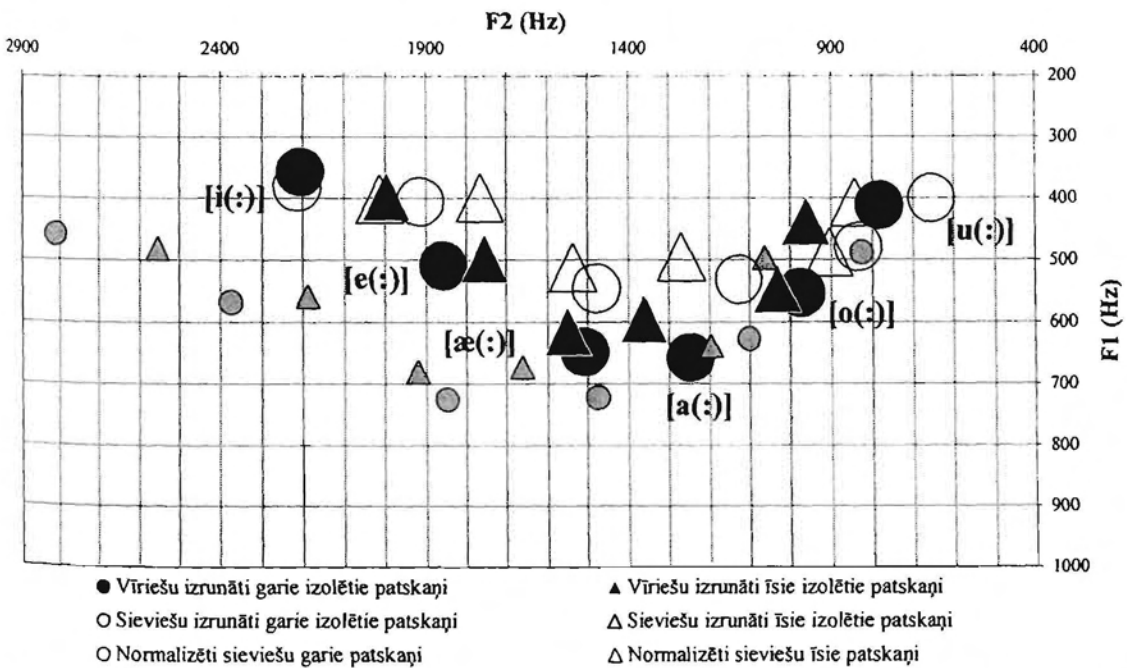


21. attēls. Nevienmērīga sievietes izrunātu latviešu valodas patskaņu datu normalizēšana ar koeficientiem no 4. tabulas. Ar pelēku līniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sievietes, gan vīriešu izrunātu patskaņu datu punktus.

Ar melniem simboliem 21. attēlā apzīmēti vīriešu izrunāto patskaņu datu punkti, bet ar baltiem – sievietes izrunāto patskaņu datu punkti pēc normalizēšanas ar 4. tabulā norādītajiem koeficientiem, izmantojot 15. formulu. Attēlā redzams (sk. 21. att.), ka ar melniem un baltiem simboliem apzīmētās patskaņu zonas pilnībā pārklājas, līdz minimumam samazinot atšķirības starp vīriešu un sievietes izrunas datiem. Tādējādi var

secināt, ka koeficienti, kas aprēķināti, izmantojot VSV, ir efektīvi arī atsevišķo izrunas datu normalizēšanā, lai arī tie nesamazina atšķirības viena dzimuma runātāju izrunas datu ietvaros. Tas, ka patskaņu zonas akustiskajā F2/F1 plaknē pēc normalizēšanas ir skaidri nodalītas (sk. ar pelēko līniju apvilktās zonas 21. att.), varētu kalpot par pamatu fonoloģiskai patskaņu klasifikācijai, ja šie koeficienti izrādītos universāli un vienlīdz labi normalizētu dažādās runas situācijās iegūtos datus.

Lai pārbaudītu 4. tabulā norādīto normalizēšanas koeficientu universālumu, ar tiem, izmantojot 15. un 16. formulu, tika normalizēti fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē teikumos izrunātu patskaņu dati (Grigorjevs 1995: 82). Mērījumos iegūto vīriešu un sieviešu izrunas datu VSV un normalizētās sieviešu izrunāto patskaņu vērtības attēlotas 22. attēlā, saglabājot iepriekš pieņemtus (sk. 20. att.) apzīmējumus.



**22. attēls.** Nevienmērīga teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu VSV normalizēšana ar koeficientiem (sk. 4. tab.), kas iegūti no izolēti izrunātu patskaņu VSV.

Analizējot normalizēšanas rezultātus, tika konstatēts, ka no izolētu patskaņu datiem aprēķinātie normalizēšanas koeficienti pārāk lielā apjomā ietekmē vidēja un zema mēles pacēluma patskaņu pirmā formanta ( $F_{1v}^*$  un  $F_{1s}^*$ ) vērtības, kā arī vidējās un pakaļējās rindas patskaņu otrā formanta ( $F_{2v}^*$  un  $F_{2s}^*$ ) vērtības. Tas rosina hipotēzi, ka no fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē teikumos izrunātu patskaņu datiem aprēķinātie koeficienti izolēti izrunātu vidēja un zema mēles pacēluma patskaņu pirmā formanta vērtības, kā arī vidējās un pakaļējās rindas patskaņu otrā formanta vērtības normalizētu nepietiekamā apjomā.

Patsk.	k1	k2	k3	k4	Patsk.	k1	k2	k3	k4
[i:]	28%	27%	22%	19%	[i]	21%	28%	20%	21%
[e:]	12%	28%	21%	21%	[e]	12%	25%	18%	20%
[æ:]	12%	23%	17%	18%	[æ]	11%	24%	17%	19%
[a:]	10%	18%	16%	13%	[a]	13%	22%	16%	17%
[o:]	13%	13%	22%	17%	[o]	17%	16%	20%	16%
[u:]	19%	5%	23%	18%	[u]	14%	10%	18%	17%

**5. tabula.** Normalizēšanas koeficienti izteikti %, kas aprēķināti atsevišķi katra patskaņa katram formantam no fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē teikumos izrunātu patskaņu datiem (Grigorjevs 1995: 82), izmantojot 14. formulu.

Lai pārbaudītu šo hipotēzi, no fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē teikumos izrunātu patskaņu datiem tika aprēķināti normalizēšanas koeficienti (sk. 5. tab.).

Lai normalizēšanas rezultāts būtu salīdzināms ar iepriekš aprakstīto, no 5. tabulā norādītajiem koeficientiem tika aprēķināti garajiem un īsajiem patskaņiem kopīgi vidējie koeficienti k1 un k2 (sk. 6. tab.).

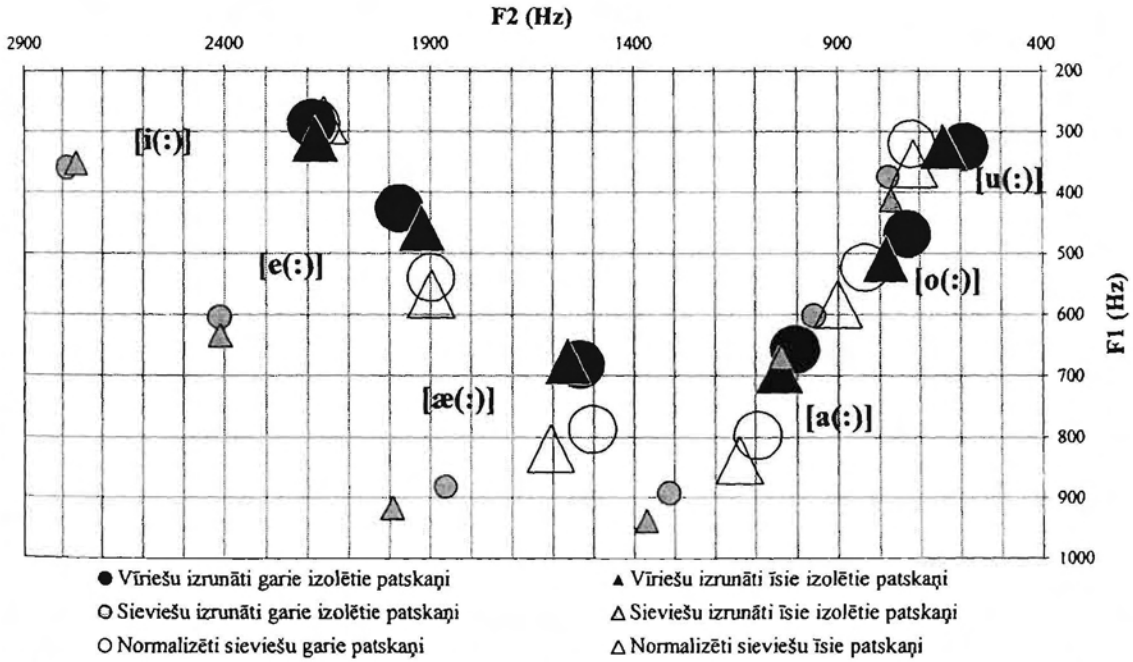
Patsk.	k1	k2
[i]	25%	28%
[e]	12%	27%
[æ]	12%	24%
[a]	12%	20%
[o]	15%	15%
[u]	17%	8%

**6. tabula.** Garajiem un īsajiem patskaņiem kopīgi normalizēšanas koeficienti k1 un k2 (izteikti %), kas aprēķināti atsevišķi katra patskaņa 1. un 2. formantam no 5. tabulā norādītajiem fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē teikumos izrunātu garo un īso patskaņu normalizēšanas koeficientiem.

Ievietojot 6. tabulā norādītos vidējos koeficientus 15. formulā, tika normalizēti sieviešu izrunāto izolēto patskaņu vidējo statistisko vērtību dati (sk. 2. tab.). Izmantojot vīriešu un sieviešu izrunāto izolēto patskaņu VSV datus (sk. 1. un 2. tab.) un no sieviešu izrunas datu VSV normalizēšanas procesā iegūtās  $F_{1s}^*$  un  $F_{2s}^*$  vērtības, tika izveidots 23. attēls (simboli lietoti tāpat kā 20. attēlā). Aplūkojot 23. attēlu, redzams, ka hipotēzē izteiktie paredzējumi ir piepildījušies. Normalizēšana ir bijusi efektīva augsta mēles pacēluma patskaņu [i], [i:], [u] un [u:] pirmā formanta vērtībām un priekšējās rindas patskaņu [i], [i:], [e], [e:], [æ] un [æ:] otrā formanta vērtībām, bet vidēja un zema mēles pacēluma patskaņu [e], [e:], [æ], [æ:], [a], [a:], [o] un [o:] pirmā formanta vērtības un vidējās un pakalējās rindas patskaņu [a], [a:], [o], [o:], [u] un [u:] otrā formanta vērtības šādi koeficienti (sk. 6. tab.) nesamazina vajadzīgajā apjomā. Tā kā koeficientu iedarbība uz

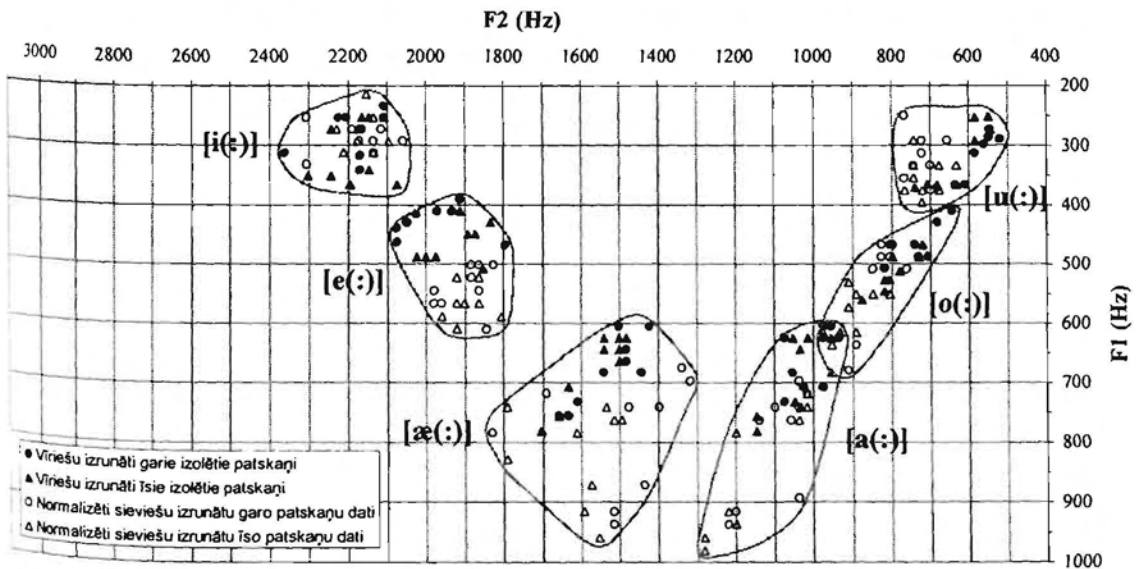


VSV atspoguļo tās pašas tendences, kas vērojamas, normalizējot atsevišķos izrunas datus, varētu iztikt bez mērījumos iegūto datu normalizēšanas.



23. attēls. Latviešu valodas patskaņu nevienmērīga normalizēšana ar garajiem un īsajiem patskaņiem kopīgiem koeficientiem (6. tab.), kas aprēķināti no fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē teikumos izrunātu patskaņu VSV.

Tomēr, lai patskaņu zonu novietojums akustiskajā F2/F1 plaknē būtu uzskatāmāks, tika izveidots 24. attēls, kurā attēlota normalizēšanas ietekme uz mērījumos iegūtajām patskaņu formantu vērtībām.



24. attēls. Nevienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu normalizēšana ar koeficientiem no 6. tabulas. Ar pelēku līniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sieviešu, gan vīriešu izrunātu patskaņu datu punktus.

Attēlā (sk. 24. att.) ar melniem simboliem attēloti pielikumā norādīto triju vīriešu izrunas datu punkti, bet pēc 15. formulas ar koeficientiem  $k_1$  un  $k_2$  (sk. 6. tab.) normalizēto sieviešu datu punkti attēloti ar baltiem simboliem. Salīdzinot 24. attēlu ar 21. attēlu, redzams, ka ar pelēku līniju apvilktās patskaņu zonas ir kļuvušas plašākas. Par efektīvu var uzskatīt vienīgi sieviešu datu normalizēšanu patskaīm [i(:)], kuram vērojama sieviešu un vīriešu datu pārklāšanās un mazs kopējās patskaņa zonas izmērs. Pārējiem patskaņiem, sieviešu izrunas datu normalizēšanai lietojot koeficientus, kas iegūti no fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē teikumos izrunātu patskaņu datiem (sk. 24. att.), sieviešu un vīriešu izrunāto patskaņu zonas sakrīt ievērojami mazākā apjomā nekā normalizējot šos datus ar koeficientiem, kas aprēķināti no izolēti izrunātu patskaņu datiem (sk. 21. att.). Bez tam ir apgrūtināta patskaņu [a(:)] un [o(:)] zonu nodalīšana, jo sieviešu izrunāto [o(:)] datu punkti daļēji pārklājas vīriešu izrunāto [a(:)] datu punktiem. Jāsecina, ka šāds grafiskais attēls nevar kalpot par pamatu patskaņu zonu fonoloģisko robežu noteikšanai. No tā var izdarīt secinājumu, ka koeficienti, kas aprēķināti no izolēti izrunātu patskaņu datiem, nav efektīvi fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu patskaņu datu normalizēšanai, tāpat kā koeficienti, kas aprēķināti no fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu patskaņu datiem, nav efektīvi izolēti izrunātu patskaņu datu normalizēšanai. Tas norāda uz šo koeficientu lietojuma ierobežotību un liecina, ka ne 4., ne 6. tabulā norādītos normalizēšanas koeficientus nevar uzskatīt par universāliem.

Patsk.	k1	k2	k3	k4	Patsk.	k1	k2	k3	k4
[i:]	27%	27%	18%	18%	[i]	17%	28%	17%	20%
[e:]	27%	25%	18%	24%	[e]	25%	26%	17%	22%
[æ:]	21%	23%	19%	22%	[æ]	24%	26%	19%	22%
[a:]	23%	25%	13%	15%	[a]	25%	27%	16%	18%
[o:]	21%	22%	17%	16%	[o]	25%	24%	19%	18%
[u:]	17%	19%	30%	22%	[u]	21%	15%	23%	24%

**7. tabula.** *Vispārējie normalizēšanas koeficienti izteikti %, kas aprēķināti atsevišķi katra patskaņa katram formantam no fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē teikumos izrunātu patskaņu datiem (Grigorjevs 1995: 82) un izolētu patskaņu VSV (1. un 2. tab.), izmantojot 14. formulu.*

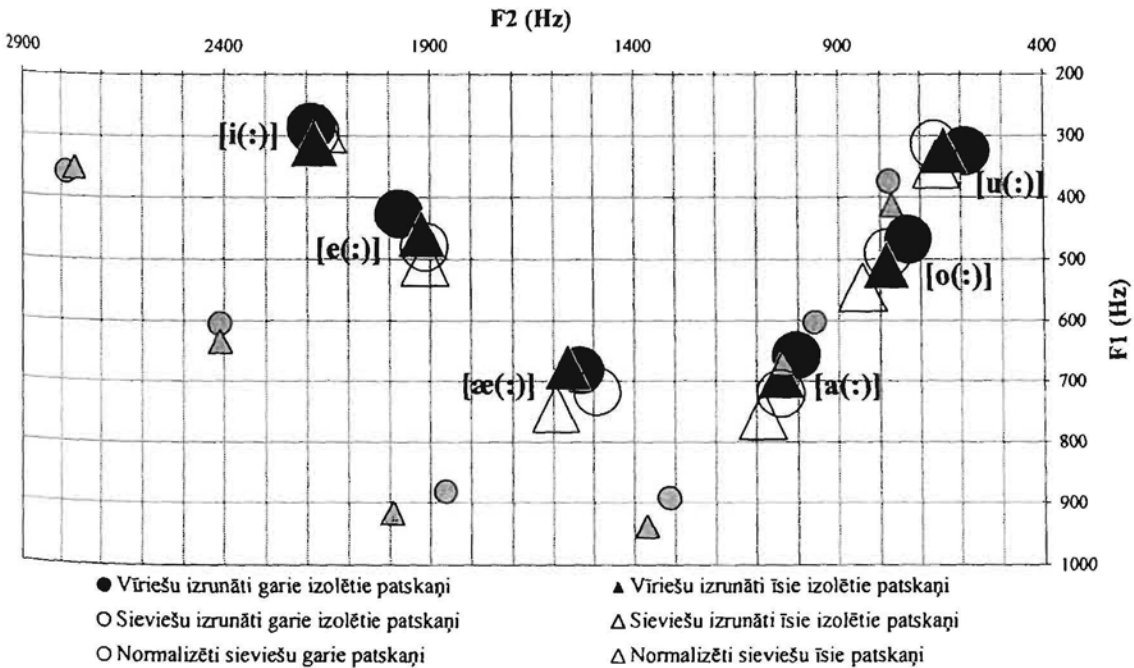
Tā kā gan izolētu patskaņu pētījumā, gan teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu patskaņu pētījumā ir piedalījušies vieni un tie paši informanti, patskaņu akustiskās kvalitātes atšķirībām jābūt atkarīgām galvenokārt no fonētiskās apkaimes un runas tempa. Tātad dažādas fonētiskās apkaimes un runas situācijas dažādi ietekmē izrunājamo patskaņu kvalitāti. Tā kā izolēto patskaņu īpašības tiek ietekmētas vismazāk un ir vistuvākās patskaņu ideālformu īpašībām, optimāla normalizēšana būtu panākama ar koeficientiem,

kuru aprēķināšanā tiktu ņemti vērā izolētu patskaņu dati un vidējās statistiskās vērtības aprēķinātas no dažādās iespējamās runas situācijās sastopamu patskaņu formantu datiem.

Patsk.	k1	k2
[j]	22%	28%
[e]	26%	26%
[æ]	23%	25%
[a]	24%	26%
[o]	23%	23%
[u]	19%	17%

8. tabula. Garajiem un īsajiem patskaņiem kopīgi normalizēšanas koeficienti k1 un k2 (izteikti %), kas aprēķināti atsevišķi katra patskaņa 1. un 2. formantam no 7. tabulā norādītajiem garo un īso patskaņu normalizēšanas koeficientiem.

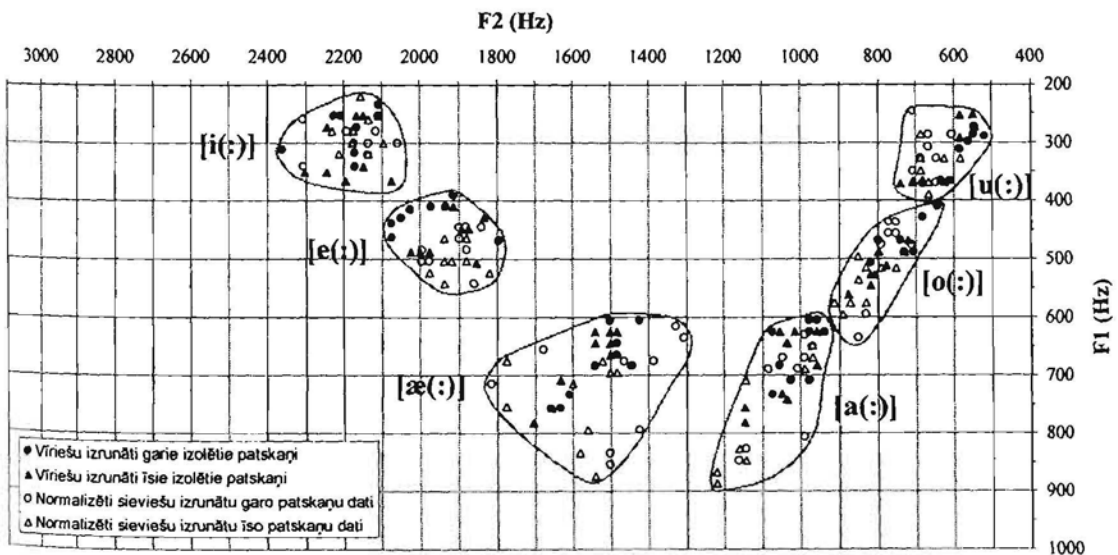
Ņemot vērā, ka latviešu valodas patskaņu akustiskās īpašības ir pētītas samērā maz un ka promocijas darba autoram bija pieejami tikai teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē 25 informantu izrunātu patskaņu un 6 informantu izolēti izrunātu patskaņu formantu dati, uz šo datu pamata aprēķinātie vispārējie normalizēšanas koeficienti (sk. 7. tab.) uzskatāmi nevis par absolūtiem, bet par orientējošiem. Šie koeficienti (sk. 7. tab.) būtu uzskatāmi par vispārējiem, ja to lietošana dotu labus rezultātus tiklab izolētu, kā teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu patskaņu formantu datu normalizēšanā.



25. attēls. Latviešu valodas patskaņu nevienmērīga normalizēšana ar vispārējiem garajiem un īsajiem patskaņiem kopīgiem koeficientiem (8. tab.), kas aprēķināti no fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē teikumos izrunātu un izolēti izrunātu patskaņu VSV.

Lai veiktu normalizēšanu, kuras rezultāts būtu salīdzināms ar iepriekš aprakstīto nevienmērīgo normalizēšanu rezultātiem, izmantojot 7. tabulā norādītos koeficientus, tika aprēķināti garajiem un īsajiem patskaņiem kopīgi vispārējie normalizēšanas koeficienti (sk. 8. tab.).

Ar šiem kopīgajiem koeficientiem tika veikta 1. un 2. tabulā norādīto izolēto patskaņu VSV normalizēšana. Pēc analogijas ar 20. attēlu tika izveidots 25. attēls, kurā redzams, ka vispārējo normalizēšanas koeficientu lietošana dod ļoti labus rezultātus izolētu patskaņu datu normalizēšanā. Īpaši labi tiek normalizēti priekšējās rindas patskaņu dati. Tas varētu būt skaidrojams ar to, ka šiem patskaņiem bija vērojama mazāka datu atšķirība starp izolētajiem un fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē teikumos izrunātajiem patskaņiem.

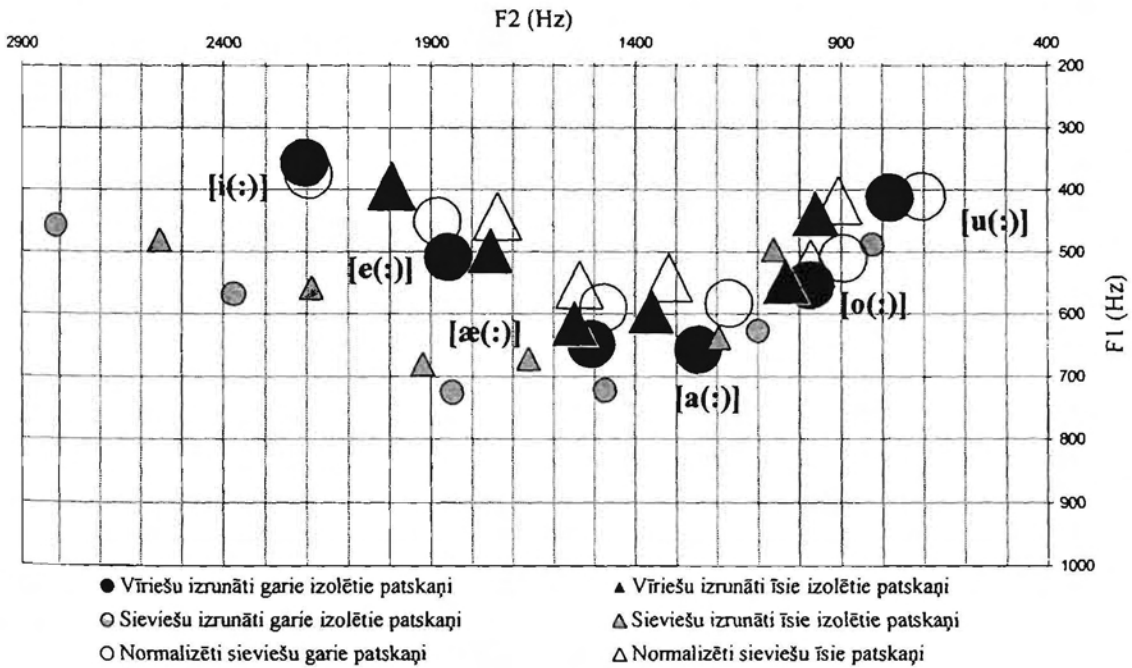


26. attēls. Nevienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu normalizēšana ar koeficientiem no 8. tabulas. Ar pelēku līniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sieviešu, gan vīriešu izrunātu patskaņu datu punktus.

Lai pārbaudītu šo vispārējo normalizēšanas koeficientu lietošanas ietekmi uz patskaņu zonu novietojumu akustiskajā F2/F1 plaknē un padarītu iespējamu normalizēšanas rezultātu salīdzināšanu ar rezultātiem, kas iegūti, sieviešu izrunāto patskaņu datus normalizējot ar citiem koeficientiem (sk. 21. un 24. att.), tika konstruēts 26. attēls, kurā, tāpat kā iepriekš, ar melniem simboliem attēloti pielikumā norādīto triju vīriešu izrunas datu punkti, bet sieviešu izrunas dati, kas tika normalizēti ar garajiem un īsajiem patskaņiem kopīgiem vispārējiem koeficientiem  $k1$  un  $k2$  (sk. 8. tab.), attēloti ar baltiem simboliem.

Salīdzinot 21., 24. un 26. attēlu, redzams, ka labākie izolētu patskaņu datu normalizēšanas rezultāti gūstami, lietojot koeficientus, kas iegūti no izolētu patskaņu

datiem (sk. 21. att.) vai no izolētu un teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu patskaņu datiem kopā (sk. 26. att.). Lietojot šos koeficientus, tiek panākta ievērojama sieviešu un vīriešu izrunāto patskaņu datu noteikto zonu pārklāšanās un dažādām fonēmām atbilstošo patskaņu zonu savstarpējā nošķirtība. Ja savstarpēji salīdzina 21. un 26. attēlu, redzams, ka labāki izolēto patskaņu izrunas datu normalizēšanas rezultāti panākami, lietojot no izolētu patskaņu datiem iegūtos koeficientus.



27. attēls. Nevienmērīga teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu VSV normalizēšana ar koeficientiem (sk. 8. tab.), kas aprēķināti no fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē teikumos izrunātu un izolēti izrunātu patskaņu VSV.

Lai pilnīgāk pārlicinātos par iegūto normalizēšanas koeficientu (sk. 8. tab.) efektivitāti, ar tiem tika normalizēti arī teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu patskaņu dati (Grigorjevs 1995: 82). Sieviešu izrunas datu normalizēšanas rezultāti, analogiski 22. attēlam, līdz ar vīriešu izrunas datiem grafiski attēloti 27. attēlā. Šajā attēlā vērojams, ka vispārējo normalizēšanas koeficientu lietošana dod daudz tuvākas paredzamās formantu vērtības (sk. 27. att.) nekā no izolētiem patskaņiem aprēķinātu normalizēšanas koeficientu lietošana (sk. 22. att.). Iespējams, ka normalizēšanas rezultāti būtu vēl labāki par 27. attēlā redzamajiem, ja tiktu lietoti vispārējie normalizēšanas koeficienti, kas būtu aprēķināti no izolētu patskaņu un visās iespējamās fonētiskās apkaimēs pētītu patskaņu vidējiem statistiskajiem datiem. Bez tam, iespējams, ka labākus

normalizēšanas rezultātus varētu panākt, ja lietotu modificētas normalizēšanas koeficientu aprēķināšanas formulas.

Ja salīdzina no izolētu patskaņu datiem aprēķināto (sk. 4. tab.) un vispārējo (sk. 8. tab.) normalizēšanas koeficientu efektivitāti teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunāto patskaņu datu normalizēšanā (sal. 22. un 27. att.), redzams, ka, lietojot vispārējos normalizēšanas koeficientus (sk. 27. att.), vidējās un pakalējās rindas patskaņiem ir samazinājies pārspīlētais normalizēšanas apjoms F2 dimensijā, bet F1 dimensijā tas ir samazinājies vidēja un zema mēles pacēluma patskaņiem. Gandrīz pilnībā ir novērsta dažādas kvalitātes patskaņu VSV datu punktu saskare (sk. 27. att.), kas ļauj izteikt pieņēmumu, ka, attēlojot akustiskajā plaknē nevis VSV, bet visu mērījumos iegūto datu punktus, būtu mazāka arī dažādas kvalitātes patskaņu zonu pārklāšanās. Tas liecina, ka vispārējo normalizēšanas koeficientu (sk. 8. tab.) lietojums ir samērā efektīvs, tāpēc šos koeficientus varētu atzīt par universāliem.

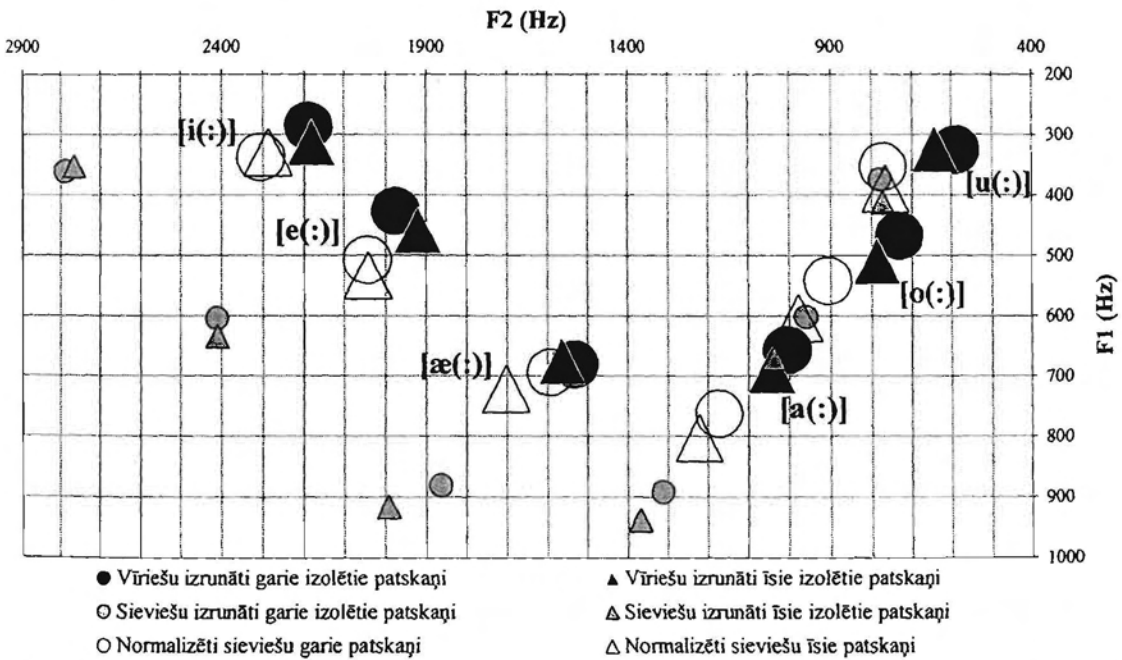
Līdz šim patskaņu datu normalizēšanai tika lietotas formulas, kas bija atvasinātas no G. Fanta (Fant 1966: 23) formulas. Pats G. Fants lietojis pēc šīs formulas iegūtus koeficientus (aprēķinātus kā vidējos normalizēšanas koeficientus no 8 valodu patskaņu formantu frekvenču datiem – sk. Fant 1975) un secinājis, ka tie visai efektīvi normalizē dažādu valodu datus. Izmantojot šos koeficientus (sk. 9. tab.), tika normalizēti izolētu latviešu valodas patskaņu dati (1. un 2. tab.).

<b>Patsk.</b>	<b>k1</b>	<b>k2</b>	<b>k3</b>
<b>[i:]</b>	7%	21%	13%
<b>[e:]</b>	19%	18%	20%
<b>[æ:]</b>	27%	17%	18%
<b>[a:]</b>	17%	12%	15%
<b>[o:]</b>	11%	6%	13%
<b>[u:]</b>	6%	1%	23%

*9. tabula. Latviešu valodas patskaņiem atbilstoši procentos (%) izteikti universālie normalizēšanas koeficienti (Fant 1975: 5), kas aprēķināti atsevišķi katra patskaņa katram formantam no 8 valodu (zviedru, amerikāņu angļu, dāņu, igauņu, holandiešu, serbu-horvātu, japāņu un itāļu) patskaņu formantu frekvenču datiem.*

Normalizēšanas rezultāta uzskatāmībai, izmantojot vīriešu un sievietes izrunas datu VSV (sk. 1. un 2. tab.) un normalizēto sievietes izrunas datu  $F_{1s}^*$  un  $F_{2s}^*$  vērtības, tika izveidots 28. attēls. Attēlā redzams (sk. 28. att.), ka normalizēšana ar G. Fanta ieteiktajiem koeficientiem nav sevišķi efektīva, tāpēc to var salīdzināt tikai ar normalizēšanu ar 6. tabulā norādītajiem no teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu patskaņu datiem aprēķinātajiem koeficientiem (sk. 23. att.). Zema mēles pacēluma patskaņiem un patskaņim

[e(:)] universālo normalizēšanas koeficientu izmantojuma rezultātā ir samazinātas atšķirības F1 dimensijā, bet augsta pacēluma patskaņiem un patskaņim [o(:)] tās vienlaicīgi ir palielinājušās (sal. 28. un 23. att.).

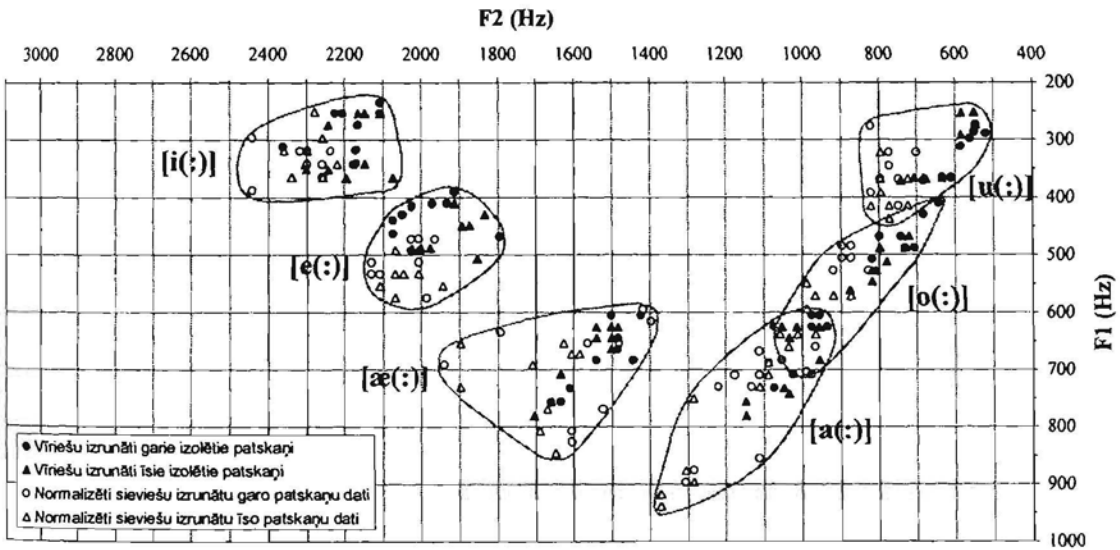


28. attēls. Sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu nevienmērīga normalizēšana ar universālajiem koeficientiem (9. tab.), kuras G. Fants (Fant 1975: 5) aprēķinājis no 8 valodu (zviedru, amerikāņu angļu, dāņu, igauņu, holandiešu, serbu-horvātu, japāņu un itāļu) patskaņu formantu frekvenču datiem.

Universālo normalizēšanas koeficientu lietošana (sk. 28. att.) vīriešu un sieviešu izrunas datu F2 atšķirību samazināšanā visiem patskaņiem ir mazāk efektīva par normalizēšanu ar koeficientiem, kas bija aprēķināti no teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu patskaņu datiem (sk. 23. att.).

Ir skaidri redzams (sk. 28. att.), ka pēc normalizēšanas ar G. Fanta universālajiem koeficientiem ir apgrūtināta robežas noteikšana starp patskaņa [u(:)] zonu un patskaņa [o(:)] zonu, kas savukārt daļēji pārklājas patskaņa [a(:)] zonai. Lai pārliecinātos, kāda ir šo koeficientu ietekme uz mērījumos iegūtajiem datiem kopumā, tika izveidots 29. attēls. Vīriešu izolēti izrunātu patskaņu mērījumos iegūtās vērtības attēlā (sk. 29. att.) nosaka koordinātes melnas krāsas datu punktiem, bet ar G. Fanta universālajiem koeficientiem (sk. 9. tab.) normalizētie sieviešu izrunas dati – baltas krāsas punktiem. Vienas kvalitātes patskaņu zonas apvilktas ar pelēku līniju. Salīdzinot 29. attēlā redzamās patskaņu zonas ar 21., 24. un 26. attēlā redzamajām, var secināt, ka tās ir kļuvušas plašākas, kas norāda uz mazāku normalizēšanas efektivitāti. Bez tam ir vērojama patskaņu [u(:)], [o(:)] un [a(:)] zonu daļēja pārklāšanās, kuras rezultātā ir apgrūtināta šo zonu nošķiršana un patskaņu

fonoloģiskā klasifikācija, balstoties uz to akustiskajām pazīmēm. Minēto patskaņu zonu pārklšanās apjoms ir lielāks nekā pēc sieviešu izrunas datu normalizēšanas ar kādu no promocijas darbā iepriekš aprakstītajiem vienmērīgas normalizēšanas (sk. 11., 13. 15., 17. un 19. att.) un nevienmērīgas normalizēšanas (sk. 21., 24. un 26. att.) koeficientiem.



29. attēls. Nevienmērīga sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu normalizēšana ar koeficientiem no 9. tabulas. Ar pelēku līniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sieviešu, gan vīriešu izrunātu patskaņu datu punktus.

No visa teiktā izriet, ka G. Fanta universālo normalizēšanas koeficientu lietošana latviešu valodas datu normalizēšanai nav ieteicama, jo dod sliktākus rezultātus par vienmērīgu normalizēšanu ar kādu no koeficientiem, kas izsaka sieviešu un vīriešu runas orgānu veidoto rezonatoru tilpņu lielumu skaitlisko attiecību.

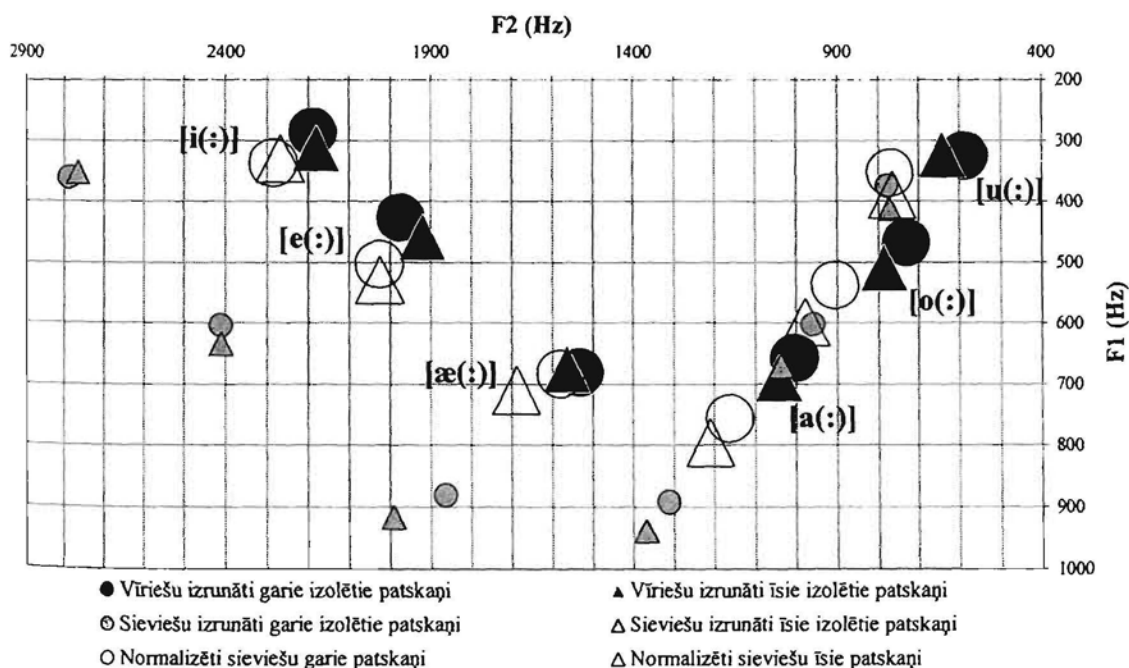
Lai iegūtu labākus datu normalizēšanas rezultātus, pats G. Fants ieteicis optimizēt universālos koeficientus (sk. 9. tab.) atbilstoši normalizējamās runātāju grupas īpatnībām pēc formulas (Fant 1975: 8):

$$k_n = k_{nf} \cdot \frac{k}{17} \tag{17}$$

Šajā formulā  $n$  – formanta kārtas numuram atbilstošais koeficienta numurs,  $k_{nf}$  – katra patskaņa noteiktam formantam atbilstošais universālais normalizēšanas koeficients (sk. 9. tab.), bet  $k$  – koeficients, kas norāda sieviešu izrunātu patskaņu formantu datu skaitlisko attiecību pret vīriešu datiem un tiek aprēķināts vai nu no zema mēles pacēluma patskaņu F3 frekvenču datiem, vai no patskaņa [i(:)] F2 un F3 frekvenču datiem, vai arī no zema mēles pacēluma un patskaņa [i(:)] datiem kopā. G. Fants no šiem koeficienta  $k$



aprēķināšanas variantiem iesaka pēdējo (Fant 1975: 9), kas atbilst  $k$  aprēķināšanai pēc 13. formulas ( $k = 18\%$ ). Optimizēšanai izmantojot iepriekš aprēķināto lielumu  $k = 18\%$ , 9. tabulā norādītie universālie koeficienti jāreizina ar 1,06. Šādas optimizēšanas rezultātā nemainās tie 9. tabulā norādītie koeficienti, kuru skaitliskā vērtība ir mazāka par 10%, bet pārējo koeficientu skaitliskā vērtība palielinās tikai par 1% (izņemot patskani [æ:], kuram  $k_1$  vērtība palielinās par 2%). No tā var secināt, ka šādas optimizēšanas rezultātā G. Fanta ieteikto universālo koeficientu efektivitāte latviešu valodas patskaņu normalizēšanā būtiski nepaaugstinās.



30. attēls. Sieviešu izrunātu latviešu valodas izolētu patskaņu datu VSV nevienmērīga normalizēšana ar pēc 17. formulas optimizētiem G. Fanta universālajiem koeficientiem (9. tab.).

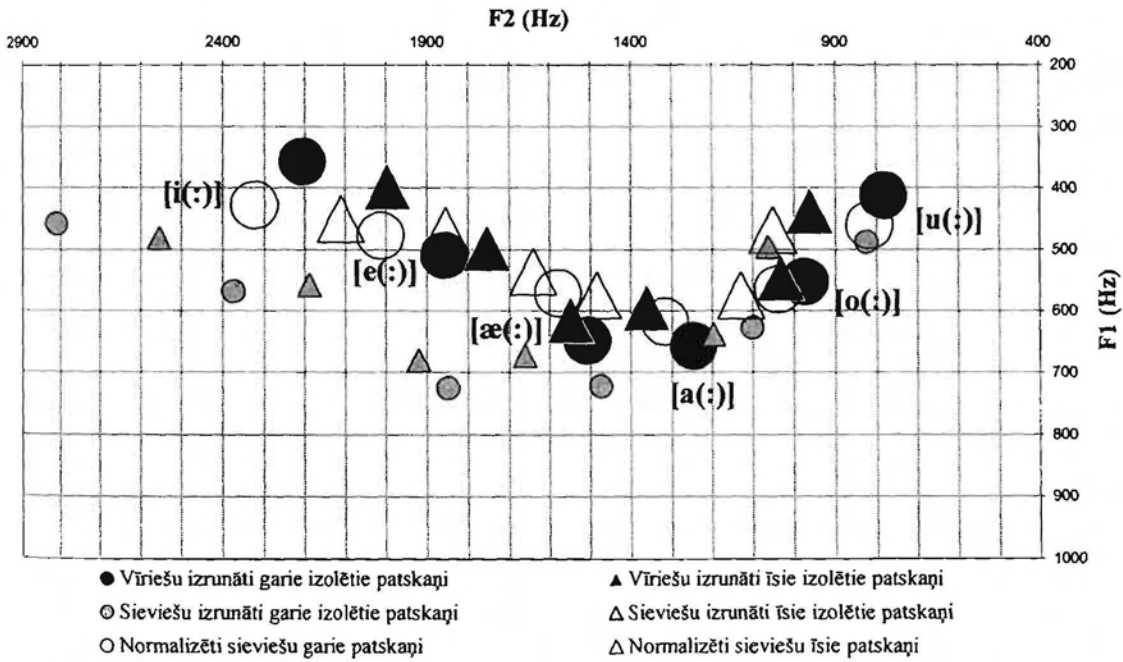
Lai pārbaudītu koeficientu optimizēšanas ietekmi uz latviešu valodas patskaņu datu normalizēšanu, tika izveidots 30. attēls, kurā lieli baltie simboli ilustrē ar šādiem koeficientiem veiktas sieviešu izrunas datu normalizēšanas rezultātu. Salīdzinot koeficientu efektivitāti pirms (sk. 28. att.) un pēc (sk. 30. att.) optimizēšanas, var secināt, ka pēc optimizēšanas ir nebūtiski uzlabojusies priekšējās rindas patskaņu datu normalizēšana, bet pakalējās rindas patskaņiem pat šāds uzlabojums nav manāms.

Tā kā izolētu latviešu valodas patskaņu formantu datu normalizēšana ar G. Fanta aprēķinātajiem universālajiem koeficientiem (sk. 9. tab.) pat pēc to optimizēšanas nedeļa rezultātus, kādus G. Fants bija novērojis citu valodu datu normalizēšanā (Fant 1975), bija jānoskaidro šīs parādības cēlonis. G. Fanta publikācijā nebija dots sīkāks izmantoto dažādu

valodu patskaņu datu apraksts, bet bija dotas norādes uz publikācijām, no kurām šie dati iegūti. Tā kā, salīdzinot izolēti un fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē teikumos vīriešu izrunātu patskaņu punktu novietojumu akustiskajā plaknē (sk. 20. un 22. att.), pat latviešu valodas VSV datos redzamas ievērojamas atšķirības, kas skaidrojamas ar fonētiskās apkaimes un runas tempa atšķirībām, var pieņemt, ka G. Fanta ieteiktie universālie nevienmērīgas normalizēšanas koeficienti ir aprēķināti no patskaņu formantu datiem, kas iegūti atšķirīga materiāla mērījumos. Piemēram, amerikāņu angļu valodas patskaņu dati (Peterson & Barney 1952) iegūti, analizējot patskaņus ierakstītus “nulles” apkaimē atbilstoši angļu tradīcijai, t. i., izolētos vārdos /hVd/ fonētiskajā apkaimē. Patskaņu pamattoņa un formantu vērtības tika noteiktas patskaņa spektrogrammas stabilajā posmā, pēc FFT spektra. Tabulā (Peterson & Barney 1952: 183) norādītās vīriešu, sievietes un bērnu izrunāto patskaņu frekvenču vērtības ir VSV no 36 vīriešu, 28 sievietes un 15 bērnu izrunas analizē iegūtajiem datiem. Šī promocijas darba autora vadītajos studentu kursa un bakalaura darbos tika noskaidrots, ka dažādu līdzskaņu ietekmē formantu vērtības mainās arī starp tiem esošā patskaņa artikulārā izturējuma fāzei atbilstošajā spektrogrammas stabilajā posmā, tāpēc ir pamats apgalvot, ka koeficientu atšķirību cēlonis ir dažādās apkaimēs izrunāto patskaņu datu izmantojums koeficientu aprēķinos. Pēc šāda secinājuma radās hipotēze, ka G. Fanta ieteiktie universālie normalizēšanas koeficienti varētu būt efektīvi teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu latviešu valodas patskaņu datu normalizēšanā, jo līdzskaņa /d/ ietekme /hVd/ fonētiskajā apkaimē ir līdzīga līdzskaņa /t/ fonētiskās apkaimes ietekmei.

Lai pārbaudītu šo hipotēzi, teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu latviešu valodas patskaņu dati (Grigorjevs 1995: 82) tika normalizēti ar 9. tabulā norādītajiem koeficientiem. Sievietes izrunas datu normalizēšanas rezultāti, analogiski 22. un 27. attēlam, līdz ar vīriešu izrunas datiem grafiski attēloti 31. attēlā. Šajā attēlā vērojams, ka universālo koeficientu lietošana arī teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu latviešu valodas patskaņu datu normalizēšanai nedod tik labus rezultātus kā koeficienti, kas aprēķināti no pieejamajiem latviešu valodas datiem (sal. 31. un 27. att.). Pēc 31. attēla var prognozēt, ka šādas sievietes izrunas datu normalizēšanas rezultātā būtu apgrūtināta patskaņu [i(:)] un [e(:)], kā arī [æ(:)] un [a(:)] zonu savstarpējā norobežošana. No tā var secināt, ka universālie normalizēšanas koeficienti (sk. 9. tab.) nav efektīvi teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu latviešu valodas patskaņu datu normalizēšanā. Iespējams, ka efektivitātes trūkums ir skaidrojams ar to, ka latviešu valodas materiāls (gan izvēlētie vārdi, gan teikumi) satur daudzveidīgāku fonētisko apkaimi ar

kompleksāku ietekmi uz analizējamo patskani, nekā G. Fanta izmantoto datu avoti, taču šāda jautājuma noskaidrošana nav šī promocijas darba mērķis.



31. attēls. Teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē sieviešu izrunātu latviešu valodas patskaņu datu VSV nevienmērīga normalizēšana ar G. Fanta universālajiem koeficientiem (9. tab.).

Novērtējot nevienmērīgas normalizēšanas procesā iegūtos rezultātus, var secināt, ka jebkāda veida normalizēšanas koeficientu lietošana pilnībā nenovērš vīriešu un sieviešu izrunāto patskaņu formantu datu savstarpējās atšķirības. Labāki normalizēšanas rezultāti panākami, lietojot atšķirīgus datu normalizēšanas koeficientus īsajiem un garajiem patskaņiem. Izmantojot vienus un tos pašus koeficientus gan garo, gan īso patskaņu datu normalizēšanai, efektīvākie rezultāti tika panākti, normalizējot datus ar vispārīgajiem normalizēšanas koeficientiem (sk. 8. tab.), kuri aprēķināti pēc 14. formulas, izmantojot gan izolētu, gan teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu latviešu valodas patskaņu datus (sk. 25., 26. un 27. att.). Ja atsevišķi vērtē tikai izolētu patskaņu datu normalizēšanas rezultātus, ir redzams, ka vienmērīga normalizēšana ar koeficientu  $k = 27\%$  ir pat efektīvāka par nevienmērīgu normalizēšanu ar vispārīgajiem normalizēšanas koeficientiem (sal. 18. ar 25. att. un 19. ar 26. att.). Tā kā vērtība  $27\%$  ir skaitliski lielāka par visām 8. tabulā norādītajām  $k_1$  un  $k_2$  vērtībām, izņemot patskaņa [i]  $k_2$  vērtību, var secināt, ka teikumos fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu patskaņu datu vienmērīga normalizēšana ar koeficientu  $k = 27\%$  būtu mazāk efektīva par nevienmērīgu normalizēšanu ar vispārīgajiem normalizēšanas koeficientiem, jo patskaņu dati, izņemot

patskani [i(:)], tiktu mainīti pārāk lielā apjomā. Tātad, ja ir nepieciešams universāls normalizēšanas līdzeklis, kas dotu pieņemamus rezultātus dažādās situācijās iegūtu patskaņu datu normalizēšanai, priekšroka ir dodama nevienmērīgai normalizēšanai. G. Fants savā publikācijā (Fant 1975: 13) norāda, ka pēc vienmērīgas normalizēšanas atšķirības starp sieviešu un vīriešu izrunāto patskaņu datiem tiek ievērojami samazinātas, tomēr paliek noteikta apjoma datu izkliede, kuru iespējams samazināt uz pusi, ja tiek lietota nevienmērīgas normalizēšanas metode. Nevienmērīgas normalizēšanas priekšrocība tiek skaidrota ar to, ka, aprēķinot normalizēšanas koeficientus atsevišķi katra patskaņa katram formantam, tiek ņemta vērā ne tikai sieviešu un vīriešu runas orgānu veidoto rezonatoru garumu savstarpējā attiecība, bet arī šo rezonatoru mutes dobuma attiecība pret faringa (rīkles) dobumu. Mutes dobuma un faringa dobuma tilpņu savstarpējās attiecības relatīvais nemainīgums nodrošina patskaņu perceptīvo invariantumu un kontrastu (Fant 1975: 17). Šāda tilpņu attiecība tiek panākta, viena dzimuma runātāju grupai nepieciešamības gadījumā modificējot noteiktu skaņu artikulāciju. G. Fants ir secinājis, ka nevienmērīga normalizēšana, salīdzinot to ar vienmērīgu normalizēšanu, lielākā mērā samazina datu atšķirības, ko nosaka valodas universālās tendences, atstājot pētnieka uzmanībai tās atšķirības, kas skaidrojamas kā dialektāli noteiktas.

#### Secinājumi:

- 1) nevienmērīgai runātāju dzimuma noteikto patskaņu akustisko datu normalizēšanai latviešu valodā ir dodama priekšroka, jo tās rezultātā iespējams samazināt ne tikai runātāju dzimuma, bet arī valodas universālo tendenču noteiktās datu atšķirības;
- 2) nevienmērīgai latviešu valodas patskaņu datu normalizēšanai ieteicams lietot koeficientus, kas aprēķināti no vienādā vai pēc iespējas tuvā fonētiskā apkaimē izrunātu patskaņu datiem;
- 3) ja ir jāatrod normalizēšanas koeficientu kopums, kas pēc iespējas efektīvi normalizētu patskaņu datus, neatkarīgi no to izrunas nosacījumiem, šie koeficienti jāaprēķina no izolēti izrunātu un dažādās iespējamās fonētiskās apkaimēs izrunātu patskaņu datiem kopā.

### 1.4.3. NORMALIZĒŠANA, PĀREJOT UZ PSIHOFIZIKĀLAJĀM VIENĪBĀM

Lai patskaņu apraksts atbilstu uzlabotā patskaņu ideālformas modeļa prasībām, patskaņu formantu centru frekvenču mērījumos iegūtie akustiskie dati ir jāpārveido psihofizikālajos, lai tādā veidā panāktu dažādu runātāju individuālo īpašību ietekmes samazināšanu uz patskaņu objektīvajām akustiskajām īpašībām. Lietojot H. Traunmillera 1988. gada formulas (sk. 1. un 2. formulu), mērījumos iegūtie latviešu valodas patskaņu dati tika pārrēķināti barkos un statistiski apstrādāti. Pārveidoto datu statistiskās apstrādes rezultāti ir redzami 10. un 11. tabulā.

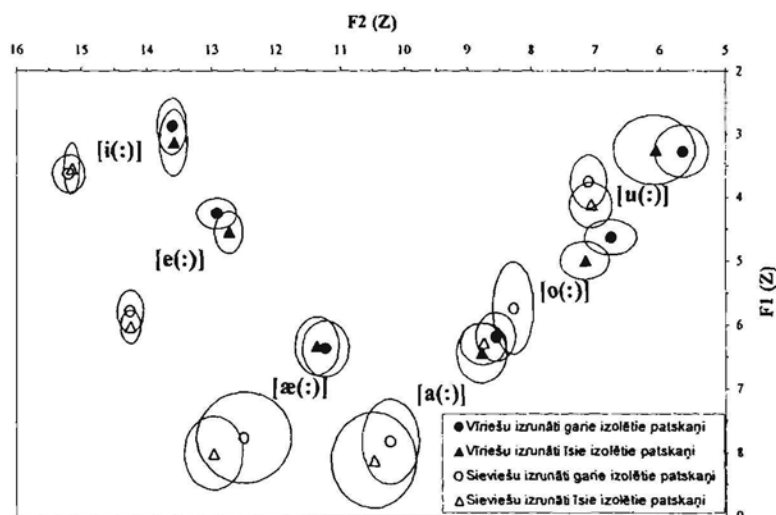
Patsk.	F0		F1		F2		F3		F4	
	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN
[i:]	1,14	0,12	2,88	0,43	13,61	0,23	15,56	0,35	17,03	0,46
[i]	1,25	0,10	3,14	0,53	13,59	0,22	15,44	0,44	16,98	0,44
[e:]	1,11	0,14	4,25	0,24	12,92	0,32	14,86	0,28	16,60	0,14
[e]	1,14	0,10	4,54	0,33	12,74	0,23	14,82	0,32	16,62	0,23
[æ:]	1,09	0,16	6,37	0,44	11,23	0,36	14,46	0,14	16,55	0,22
[æ]	1,07	0,10	6,33	0,44	11,36	0,34	14,46	0,12	16,60	0,41
[a:]	1,06	0,13	6,20	0,38	8,56	0,31	14,92	0,17	16,57	0,20
[a]	1,04	0,10	6,44	0,47	8,78	0,40	14,61	0,37	16,57	0,31
[o:]	1,08	0,11	4,64	0,28	6,75	0,40	14,49	0,44	16,42	0,22
[o]	1,09	0,10	5,00	0,29	7,15	0,37	14,42	0,22	16,35	0,19
[u:]	1,17	0,11	3,28	0,41	5,66	0,41	13,76	0,30	16,11	0,18
[u]	1,16	0,11	3,26	0,55	6,07	0,61	14,08	0,44	15,94	0,12

**10. tabula.** Latviešu valodas garo un īso patskaņu pamattoņa un pirmo četrus formantu frekvenču psihofizikālās vērtības barkos (Z). Vērtības aprēķinātas pēc H. Traunmillera 1988. gada formulas. Katram patskanim norādīta vidējā statistiskā vērtība (VSV) un standartnovirze (SN), aprēķināta trīs informantu vīriešu trīs reizes izrunātiem patskaņiem.

Patsk.	F0		F1		F2		F3		F4	
	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN	VSV	SN
[i:]	2,17	0,27	3,63	0,29	15,21	0,25	16,35	0,34	17,96	0,31
[i]	2,20	0,23	3,55	0,41	15,16	0,13	16,26	0,28	17,95	0,27
[e:]	2,11	0,25	5,78	0,33	14,26	0,21	15,76	0,34	17,96	0,23
[e]	2,16	0,26	6,02	0,26	14,26	0,16	15,79	0,39	17,92	0,24
[æ:]	2,10	0,25	7,76	0,70	12,50	0,71	15,64	0,46	17,88	0,16
[æ]	2,12	0,30	8,00	0,56	12,97	0,45	15,66	0,57	17,88	0,20
[a:]	2,06	0,23	7,83	0,65	10,21	0,44	15,51	0,38	17,45	0,25
[a]	2,13	0,27	8,12	0,75	10,47	0,67	15,55	0,56	17,56	0,22
[o:]	2,09	0,24	5,75	0,70	8,28	0,32	15,17	0,58	17,29	0,13
[o]	2,11	0,31	6,29	0,34	8,75	0,36	15,44	0,50	17,40	0,17
[u:]	2,08	0,27	3,76	0,43	7,09	0,28	15,81	0,58	17,48	0,17
[u]	2,10	0,25	4,12	0,35	7,05	0,34	15,66	0,58	17,56	0,21

**11. tabula.** Latviešu valodas garo un īso patskaņu pamattoņa un pirmo četrus formantu frekvenču psihofizikālās vērtības barkos (Z). Vērtības aprēķinātas pēc H. Traunmillera 1988. gada formulas. Katram patskanim norādīta vidējā statistiskā vērtība (VSV) un standartnovirze (SN), aprēķināta trīs informantu sievietes trīs reizes izrunātiem patskaņiem.

Izmantojot 10. un 11. tabulā norādītās patskaņu formantu vidējās statistiskās vērtības, patskaņus var attēlot psihofizikālajā F2/F1 plaknē (sk. 32. att.). Attēlojot patskaņus psihofizikālajā F2/F1 plaknē, promocijas darbā saglabāti iepriekšējie simbolu lietojuma principi – ar aplīšiem apzīmēti garie patskaņi, ar trīsstūriem – īsie, ar melnu krāsu – vīriešu izrunātie patskaņi, bet ar baltu krāsu – sievietes izrunātie patskaņi. Patskaņu zonas šajā attēlā apzīmētas ar elipsēm, kuru izmērus nosaka 10. un 11. tabulā norādītās katra patskaņa F1 un F2 standartnoviržu vērtības.

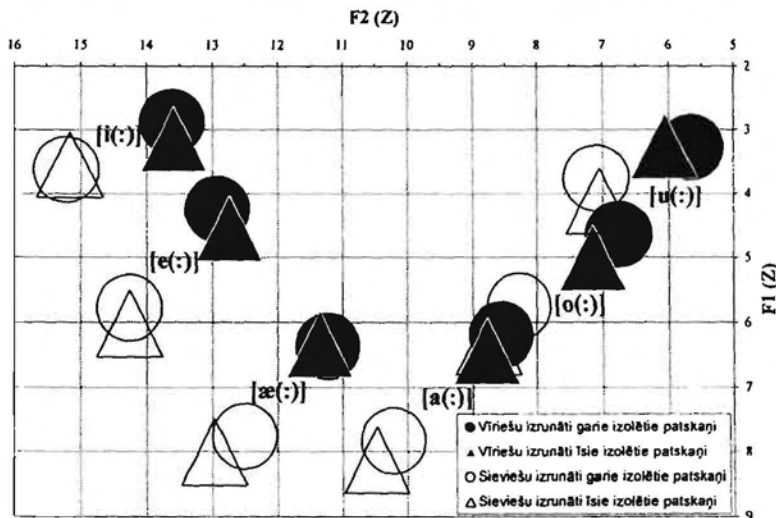


32. attēls. Latviešu valodas patskaņu izplatījuma zonas psihofizikālajā F2/F1 plaknē: zonu centru koordinātes atbilst 10. un 11. tabulā norādītajām VSV, bet zonas apzīmējošo elipsu lielumu nosaka šajās tabulās norādītās SN.

Salīdzinot 32. attēlu ar 2. attēlu, kurā ar elipsēm attēlotas patskaņu zonas akustiskajā F2/F1 plaknē, redzams, ka akustisko datu pārveidojums psihofizikālajos dod vienmērīgāku, fonoloģijas teorijai pierastāku patskaņu novietojumu F2/F1 plaknē, t. i., tas vairāk atgādina patskaņu novietojumu fonoloģiskās klasifikācijas četrstūrī. Analizējot patskaņu punktu novietojumu psihofizikālajā F2/F1 plaknē (sk. 32. att.), vērojams, ka patskaņu akustisko datu izteikšana psihofizikālajās uztveres vienībās padara grafiku kompaktāku F2 dimensijā (īpaši priekšējās rindas patskaņiem, kuriem ir augstas F2 vērtības), un nedaudz ietekmē arī patskaņu [æ(:)] un [a(:)] punktu novietojumu F1 dimensijā. Tas saistīts ar to, ka visi veidi akustisko datu pārveidošanai psihofizikālajās vienībās (arī šajā darbā lietotais pārveidojums barkos) zināmā mērā atgādina logaritmisku pārveidojumu, tātad galvenokārt ietekmē augstāko frekvenču datus. Patskaņu zonu attēlojums psihofizikālajā plaknē kļūst kompaktāks, taču saglabā tendences, kas vērojamas akustiskajā F2/F1 plaknē – sievietes un vīriešu izrunāto patskaņu zonu novietojuma atšķirības viena patskaņa robežās (tās tiek nedaudz samazinātas priekšējās rindas

patskaņiem) un dažādu patskaņu zonu pārklāšanos (sieviešu izrunātie [o(:)] un vīriešu izrunātie [a(:)]).

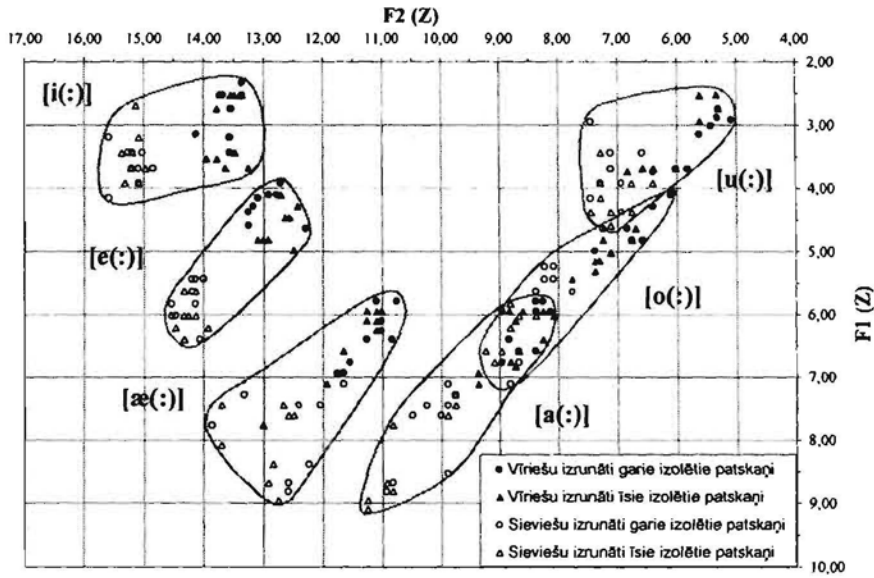
Aplūkojot vīriešu un sieviešu izrunas datus atsevišķi (sk. 32. att.), redzams, ka īso un garo patskaņu zonas lielā mērā pārklājas un ka īso un garo patskaņu zonu centri atrodas mazāk nekā 1 Z attālumā. Abas šīs pazīmes norāda, ka garie un īsie latviešu valodas patskaņi pieder vienai kvalitātes kategorijai (Iivonen 1987). Tas, ka katras patskaņa zonas diametrs caurmērā nepārsniedz 1 Z (nedaudz lielāks vienā vai abās dimensijās ir vīriešu izrunāto patskaņu [i] un [u] un sieviešu izrunāto patskaņu [æ:], [æ], [a:], [a] un [o:] zonu izmērs), ļauj vienkāršot patskaņu zonu apzīmēšanu turpmākajos grafikos, attēlojot tās nevis ar elipsēm, bet ar atbilstošiem patskaņu simboliem 1 Z diametrā (sk. 33. att.).



33. attēls. Izolēti izrunātu latviešu valodas patskaņu attēlojums psihofizikālajā F2/F1 plaknē – patskaņu zonām atbilst simboli 1Z diametrā.

Šādā grafiskā attēlojumā patskaņu zonu savstarpējais novietojums kļūst vieglāk uztverams. Ir skaidri redzams (sk. 33. att.), ka sieviešu izrunātā patskaņa [o(:)] zona pārklājas vīriešu izrunātā patskaņa [a(:)] zonai, bet sieviešu izrunātā [u] zona – vīriešu izrunātā [o:] zonai.

Ja ir nepieciešams izvairīties no vispārinājumiem un detalizēti analizēt gan katras patskaņu zonas formu un to savstarpējās pārklāšanās apjomu, gan katra izrunas datu punkta novietojumu psihofizikālajā F2/F1 plaknē, ir jāveido attēls, kurā līdzīgi 3. attēlam patskaņu punktu koordinātes atbilst psihofizikālajās vienībās pārrēķinātām pielikumā norādītajām visu sešu informantu (V1, V2, V3, S1, S2 un S3) trīs reizes izrunāto patskaņu pirmā (F1) un otrā (F2) formanta frekvences skaitliskajām vērtībām (sk. 34. att.). Lai šādā attēlā būtu vieglāk nosakāms vienas kvalitātes patskaņu zonu savstarpējais novietojums, tās apvilktas ar pelēku līniju.



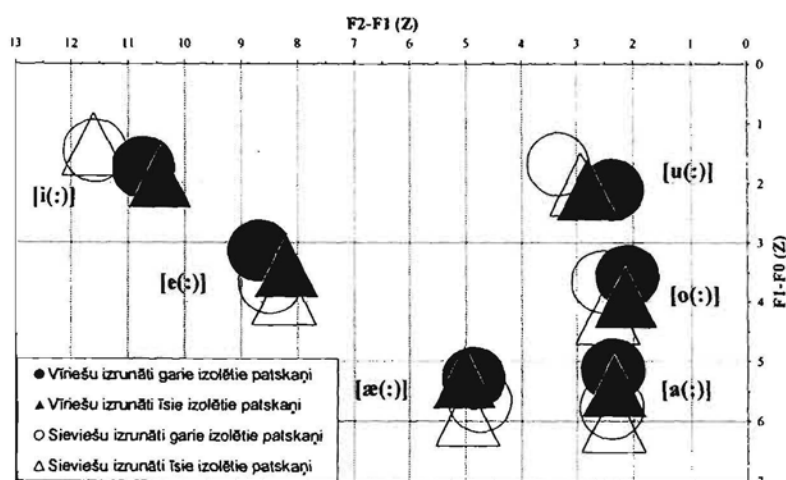
34. attēls. Latviešu valodas patskaņu attēlojums psihofizikālajā F2/F1 plaknē: patskaņu punktu koordinātes atbilst barkos (Z) pārveidotām mērījumos noteiktajām F1 un F2 frekvenču vērtībām. Ar pelēku līniju apvilktas patskaņu zonas, kas ietver gan sieviešu, gan vīriešu izrunātu patskaņu datu punktus.

Attēlā redzams (sk. 34. att.), ka mērījumos iegūto datu pārveidojums psihofizikālajās vienībās un patskaņu punktu attēlojums psihofizikālajā F2/F1 plaknē ir padarījis kompaktākas priekšējās rindas patskaņu zonas, bet nav samazinājis patskaņu [a(:)], [o(:)] un [u(:)] zonu pārklāšanās apjomu (sal. ar 3. att.). Tā kā viens pats akustisko datu pārveidojums psihofizikālajos nedod pamatu ne fonēmu robežām atbilstošu patskaņu zonu robežu noteikšanai, ne sieviešu un vīriešu izrunāto patskaņu klasificēšanai par vienas fonēmas variantiem, šai problēmai jāmeklē cits risinājums.

Atbilstoši telpisko paraugu un tonotopisko distanču teorijai, kā arī H. Traunmüllera (Traunmüller 1981) un Dž. Millera (Miller 1989) novērojumiem, vīriešu un sieviešu izrunas datu atšķirības samazinās, ja ņem vērā nevis absolūtās psihofizikālās formantu vērtības, bet tonotopiskās distances starp tām. Lai pārbaudītu šī apgalvojuma patiesumu attiecībā pret latviešu valodas patskaņiem, tika konstruēts 35. attēls, kurā koordināšu aprēķināšanai izmantotas 10. un 11. tabulā norādītās VSV. Grafika asu izvēli divdimensiju  $(F2-F1)/(F1-F0)$  plaknei noteica H. Traunmüllera apgalvojums, ka tonotopiskā distance  $F1-F0$  vislabāk raksturo mēles pacēlumu un mutes vērsumu, t. i., artikulācijas vietas vertikālo koordināti, bet  $F2-F1$  – mēles novietojumu virzienā no priekšas uz aizmuguri, t. i., artikulācijas vietas horizontālo koordināti. Salīdzinot 33. un 35. attēlu, vērojams, ka, lietojot formantu centru psihofizikālo vērtību vietā tonotopisko distanču lielumus starp šiem formantiem, sieviešu un vīriešu izrunas datu attēlojums psihofizikālajā plaknē kļūst



tuvāks, t. i., samazinās attālums starp patskaņiem atbilstošajiem punktiem. Gandrīz pilnībā ir novērsta dažādas kvalitātes patskaņu zonu pārklāšanās – sievietes izrunātā patskaņa [o] zona tikai nedaudz pārklājas vīriešu izrunātā patskaņa [a:] zonai.

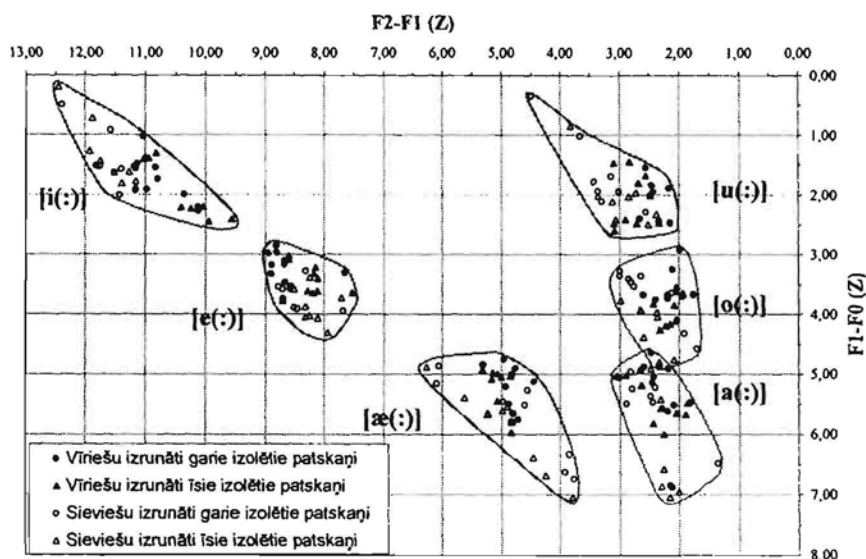


35. attēls. Latviešu valodas patskaņu attēlojums psihofizikālajā plaknē, par koordinātēm  $F_1$  un  $F_2$  centru frekvenču VSV (10. un 11. tab.) vietā izmantojot tonotopiskās distances  $F_1 - F_0$  un  $F_2 - F_1$ . Patskaņu simbolu diametrs ir 1Z, kas nosacīti atbilst patskaņu zonu lielumiem.

Visiem patskaņiem, izņemot īso patskani [i], kuram tonotopiskā distance  $F_2 - F_1$  sievietes izrunātiem patskaņiem ir par 1,16 Z lielāka nekā vīriešu izrunātiem patskaņiem, psihofizikālajā  $(F_2 - F_1)/(F_1 - F_0)$  plaknē attālums starp sievietes un vīriešu izrunāto patskaņu punktiem nepārsniedz 1 Z (aprēķiniem izmantotas 10. un 11. tabulā norādītās VSV), lai arī 35. attēlā šīs atšķirības izskatās nedaudz lielākas. Viena barka (1 Z) intervāls praksē tiek izmantots, lai noteiktu atsevišķu skaņu piederību noteiktai kvalitātes kategorijai, t. i., nosakot, vai šīs skaņas ir vienas vai divu atšķirīgu fonēmu varianti (Iivonen 1987). Ņemot vērā tonotopiskās distances starp patskaņu formantiem un balstoties uz šo pieeju, var secināt, ka sievietes un vīriešu izrunātie latviešu valodas patskaņi pieder vienai kvalitātes kategorijai, tātad – atbilst vienas fonēmas izrunas variantiem.

Lai noteiktu, cik lielā mērā vērojumi, izmantojot 10. un 11. tabulā norādītās VSV, atbilst vispārējām tendencēm, un lai psihofizikālajā plaknē būtu precīzāk novērojamas patskaņu ieņemtās zonas, līdzīgi 3. un 34. attēlam tika konstruēts 36. attēls, kur patskaņu punktu koordinātes atbilst tonotopiskajām distancēm starp psihofizikālajās vienībās pārreķinātām pielikumā norādītajām visu sešu informantu (V1, V2, V3, S1, S2 un S3) trīs reizes izrunāto latviešu valodas patskaņu pirmā ( $F_1$ ) un otrā ( $F_2$ ) formanta, un pamattoņa ( $F_0$ ) frekvences skaitliskajām vērtībām. Šajā attēlā redzams, ka, neraugoties uz samērā lielo patskaņu punktu izkliedi, skaidri iezīmējas patskaņu kvalitātes zonas (sk. 36. att.),

kuru robežas apzīmētas ar pelēku līniju. Īpaši izteikti šīs patskaņu kvalitātes zonas ir nodalītas priekšējās rindas patskaņiem. Atšķirībā no 4. attēla, kurā tonotopiskās distances tika aprēķinātas no akustiskajiem patskaņu izrunas datiem tieši, pēc akustisko datu pārveidojuma auditīvajos vīriešu un sievietes izrunas datu punktu pārklāšanās vērojama arī priekšējās rindas patskaņu zonu robežās, norādot uz vienādu šo patskaņu auditīvo kvalitāti.



36. attēls. Latviešu valodas patskaņu attēlojums psihofizikālajā plaknē, par koordinātēm mērījumos iegūto F1 un F2 centru frekvencu vērtību vietā izmantojot tonotopiskās distances F1-F0 un F2-F1. Vienas kvalitātes patskaņu zonas apvilktas ar pelēku līniju.

Aplūkojot 36. attēlu, var secināt arī to, ka uztverē patskanis [a(:)] nonācis vienā rindā ar patskaņiem [o(:)] un [u(:)]. Tas liek atcerēties, ka latviešu fonētikā patskanis [a(:)] pēc tā artikulārajām un fonoloģiskajām pazīmēm dažkārt tiek saukts par ‘velāru’ tāpat kā [o(:)] un [u(:)]. Šāds apzīmējums tomēr ir nepareizs no artikulācijas viedokļa, jo [a(:)] nav velārs ne no mēles augstākā pacēluma vietas (tā ir palatovelāra), ne no balss trakta maksimālā sašaurinājuma vietas (tā ir faringāla) viedokļa. No minētās kļūdas var izvairīties, ja fonēmas [a] un [a:] skata no fonoloģisko funkciju un uztveres viedokļa un ja apzīmējumu ‘velārs’ nomaina ar artikulāro pazīmi [-palatāls] (pretstatā [+palatāls], kādi ir patskaņi [i(:)] un [e(:)]), ko var aizstāt ar apzīmējumu ‘pakaļējs’ vai arī raksturot ar funkcionālo pazīmi [+pakaļējs] vai auditīvo pazīmi [+gravis].

Aplūkojot 36. attēlu, redzams, ka patskaņu [u(:)] un [o(:)] zonas ir skaidri nodalītas, lai gan atstarpe starp tām nav tik liela kā starp priekšējo patskaņu zonām. Kaut gan patskaņu [o(:)] un [a(:)] zonas pārklājas pavisam nedaudz, šis apstāklis traucē noteikt precīzu auditīvo frekvenci, kas pakaļējās rindas patskaņiem veidotu robežu starp vidēju un zemu pacēlumu. Šeit gan jāņem vērā, ka divu kvalitātes zonu pārklāšanās notiek starp

atšķirīgas kvantitātes patskaņiem, t. i., starp patskaņa [a:] vīriešu izrunas datu punktiem un patskaņa [o] sieviešu izrunas datu punktiem, tāpēc uztverē šo patskaņu zonu sakritums nav paredzams pat tad, ja tiktu ignorēts lūpu noapaļojums.

Tā kā fonētikas teorijā un praksē paralēli barku skalai tiek izmantotas arī citas auditīvās frekvences skalas, ir lietderīgi pārbaudīt, vai to lietojums maina latviešu valodas patskaņu zonu novietojumu auditīvajā plaknē, atvieglojot patskaņu klasifikāciju un patskaņu zonu robežfrekvenču noteikšanu.

Ilgu laiku fonētikas praksē tika lietota psihofizikālā skala, kuras vienība ir *mels* (no angļu val. – *Melody*). Šī skala sākotnēji tika noteikta uztveres eksperimentos, atskaņojot klausītājam dažādas frekvences toņus, vēlāk arī kompleksas skaņas, un liekot noteikt toni (vai skaņu), kurš ir uz pusi zemāks vai divreiz augstāks par atskaites signālu (Denes & Pinson 1970: 85). Citos eksperimentos respondenti tika lūgti sadalīt lielu auditīvo atstarpī starp diviem toņiem četros vienādos skaņas augstuma intervālos, izmantojot trīs regulējamas frekvences toņus (Rosner & Pickering 1994: 17). Sākotnēji, lai izteiktu akustiskās vērtības melos, tika lietotas eksperimentu rezultātā iegūtās tabulas, kurās tika norādītas atbilstmes starp akustiskajām un uztveres vienībām. Vēlāk tika noteikta skaitliskā sakarība starp skaņas augstumu dzirdes uztverē un signāla frekvenci un izveidotas formulas skaņas augstuma izteikšanai uztveres vienībās.

Viena no plašāk lietotajām ir *tehnisko melu* (TM) skala (Kent & Read 1992: 225; Fant 1973: 48), kuras psihofizikālās vienības tiek aprēķinātas pēc formulas<sup>6</sup>:

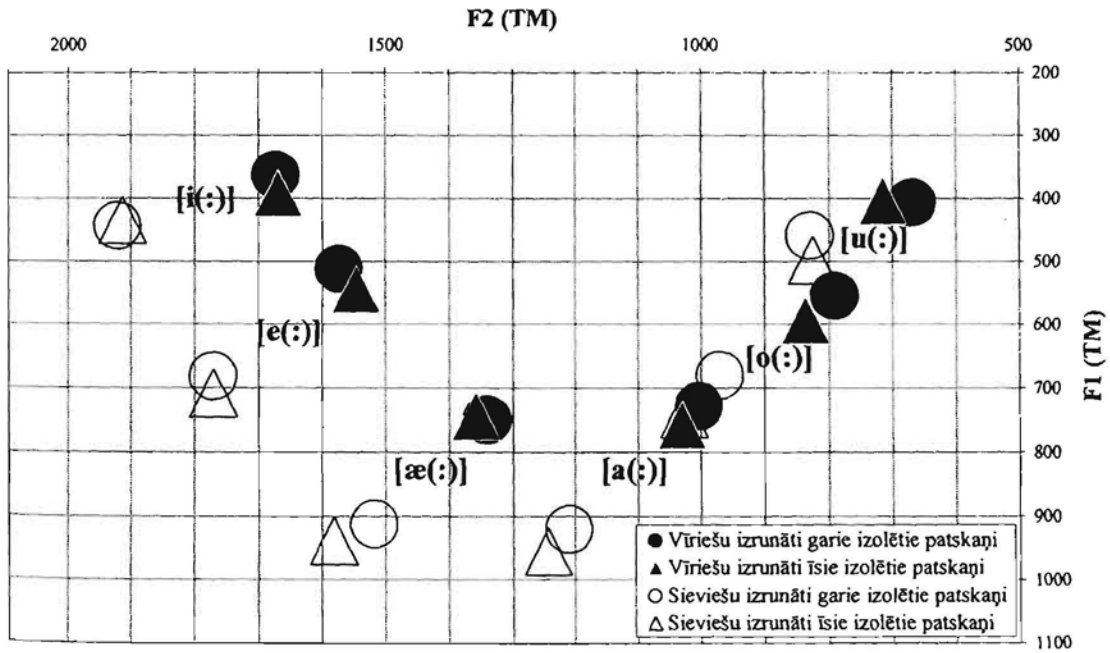
$$TM = \frac{1000}{\log 2} \cdot \log \left( \frac{f}{1000} + 1 \right) \quad (18)$$

Ar  $f$  šajā formulā apzīmēta frekvence hercos (Hz).

Lai redzētu, kā šo psihofizikālo vienību lietojums ietekmē latviešu valodas patskaņu punktu novietojumu F2/F1 plaknē, 1. un 2. tabulā norādītās VSV tika pārveidotas pēc 18. formulas un, izmantojot melu vienībās izteiktos datus, tika izveidots 37. attēls. Ir redzams (sk. 37. att.), ka akustisko datu pārveidojums melos nenovērš sieviešu un vīriešu izrunāto patskaņu punktu novietojuma atšķirības F2/F1 plaknē un atšķirīgas kvalitātes patskaņu zonu savstarpēju pārklāšanos (sk. [o(:)] un [a(:)] zonas). Attēlā ir vērojams, ka

<sup>6</sup> G. Fants savā darbā "Speech Sounds and Features" (1973) 7. attēlā (sk. 48. lpp.) šo formulu piedāvā kā alternatīvu V. Kēniga skalai (Koenig 1949), jo frekvenču diapazonā no 0 līdz 5000 Hz tā dod tuvākas vērtības uztveres eksperimentos noteiktajām melu vērtībām, ko G. Fants norāda, atsaucoties uz L. Bearneka publikāciju (Bearnek 1949).

patskaņu punktu novietojums F2/F1 plaknē būtiski neatšķiras no tā, kas tika iegūts, izmantojot barku skalū (sal. 33. un 37. att.).

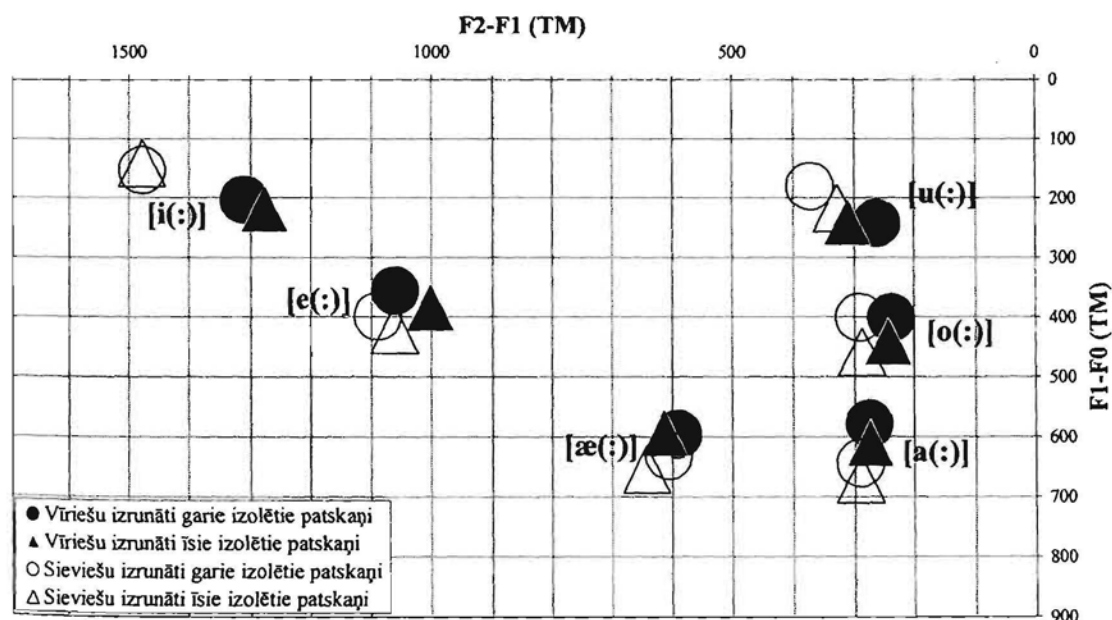


37. attēls. Izolēti izrunātu latviešu valodas patskaņu novietojums psihofizikālajā F2/F1 plaknē: patskaņu punktu koordinātes atbilst pēc 18. formulas pārveidotām 1. un 2. tabulā norādītajām VSV.

Atšķirības īso un garo patskaņu punktu savstarpējā novietojumā ir skaidrojamas ar to, ka 33. attēlā patskaņu punktu apzīmējošo simbolu lielums apzināti tika izraudzīts 1 Z apmērā, lai noteiktu patskaņu piederību vienai kvalitātes kategorijai, bet 37. attēlā punkta lielums attiecībā pret grafika asīm melos ir izraudzīts voluntāri. Var prognozēt, ka, palielinot patskaņu punktu izmērus 37. attēlā, īso un garo patskaņu punktu savstarpējais novietojums plaknē kļūtu līdzīgs 33. attēlā vērojamajam. Pēc šāda pārveidojuma 37. attēlā saglabātos vienīgi nedaudz lielāka patskaņu punktu izklīde F2 dimensijā, kas skaidrojama ar to, ka barku un melu vienību aprēķināšana dažādā apjomā atšķiras no parasta logaritmiska pārveidojuma.

Tā kā tiek uzskatīts, ka auditīvajā uztverē svarīgs ir iekšējās auss bazilārās membrānas kompleksa kairinājuma daļu savstarpējais novietojums, ko nosaka tonotopiskās distances starp skaņas formantu centru frekvencēm, līdzīgi 35. attēlam tika izveidots 38. attēls, kurā koordinātes patskaņu punktiem psihofizikālajā  $(F_2 - F_1) / (F_1 - F_0)$  plaknē nosaka tonotopiskās distances, kas iegūtas izmantojot pēc 18. formulas tehniskajos melos pārveidotās akustiskās (sk. 1. un 2. tab.) vērtības. Tāpat kā 37. attēlā, arī šajā attēlā vērojama lielāka patskaņu punktu izklīde horizontālajā dimensijā nekā tad, ja formantu vērtības tiek pārveidotas barkos (sal. 35. un 38. att.).

Šīs izkļedes dēļ sieviešu un vīriešu izrunāto patskaņu [i(:)] punkti nepārklātos pat pēc patskaņu punktu izmēru palielināšanas. Tā kā tas apgrūtina šo patskaņu atzišanu par vienas kvalitātes patskaņiem, jāsecina, ka tonotopisko distanču izmantošana dažādu runātāju izrunas datu normalizēšanai ir efektīvāka, ja akustiskie dati tiek pārveidoti barkos nevis tehniskajos melos.



38. attēls. Latviešu valodas patskaņu punktu attēlojums psihofizikālajā plaknē, par koordinātēm tehniskajos melos (TM) izteiktu F1 un F2 centru frekvenču VSV vietā izmantojot tonotopiskās distanču  $F1-F0$  un  $F2-F1$ .

Lai arī G. Fants izveidoja formulu akustisko datu pārveidojumam tehniskajos melos un šīs psihoakustiskās mērvienības kādu laiku lietoja savos darbos, 20. gs. astoņdesmitajos gados viņš savos darbos skaņu psihofizikālajam aprakstam sāka lietot akustisko datu pārveidojumu barkos pēc E. Cvikera un E. Terhardta formulas (Zwicker & Terhardt 1980)<sup>7</sup>. G. Fants (Fant 1973: 186) tehniskajos melos izteiktu tonotopisko distanci  $F2-F1$ , kas ir mazāka par 400 TM, ir izmantojis kā zviedru valodas pakaļējās rindas patskaņus raksturojošu pazīmi.<sup>8</sup> Arī latviešu valodas pakaļējās rindas patskaņiem [u(:)] un [o(:)] tonotopiskā distance  $F2-F1$  ir mazāka par 400 TM (sk. 38. att.). Ja 400 melu starpību starp pirmo un otro formantu atzīst par robežu starp pakaļējās rindas un citu rindu patskaņiem, tad arī latviešu valodas patskaņi [a] un [a:] ir klasificējami par pakaļējās rindas patskaņiem.

<sup>7</sup> Promocijas darbā akustisko datu pārveidojumam barkos lietotas H. Traunmüllera (Traunmüller 1988) formulas, jo tajās, salīdzinot ar E. Cvikera un E. Terhardta formulu, ir samazināts kļūdas procents.

<sup>8</sup> G. Fanta darbā norādīta distance  $M'_2-M_1$ , kas atbilst distancē starp patskaņa pirmo formantu un efektīvo otro formantu, kura frekvence pakaļējās rindas patskaņiem praktiski ir vienāda ar reālo otrā formanta frekvenci, tāpēc var uzskatīt, ka 38. attēlā izmantotā tonotopiskā distance  $F2-F1$  atbilst G. Fanta norādītajai.

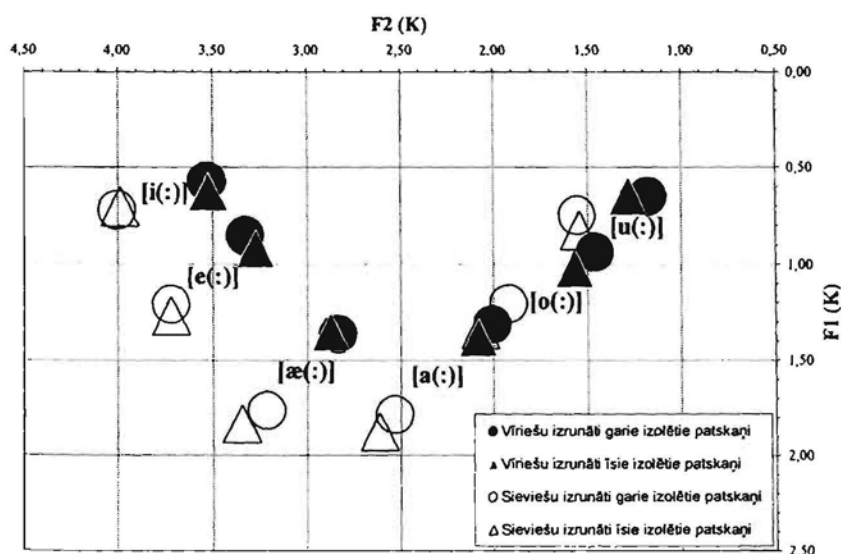
Uz akustisko vienību logaritmiska pārveidojuma auditīvajās jeb psihoakustiskajās vienībās lielā mērā ir balstīta arī *kēnigu* skala (Koenig 1949), kura nosaukta tās autora V. Kēniga vārdā. Šīs skalas mērvienība ir *kēnigs* (K). Ja psihoakustiskajās vienībās pārveidojamā frekvences vērtība ir robežās no 0 līdz 1000 Hz ( $0 \leq f \leq 1000$ ), tad K vērtību aprēķina pēc formulas:

$$K = 0,002 \cdot f \quad (19)$$

Ja psihoakustiskajās vienībās pārveidojamā frekvences vērtība ir robežās no 1000 līdz 10000 Hz ( $1000 < f \leq 10000$ ), tad K vērtību aprēķina pēc formulas:

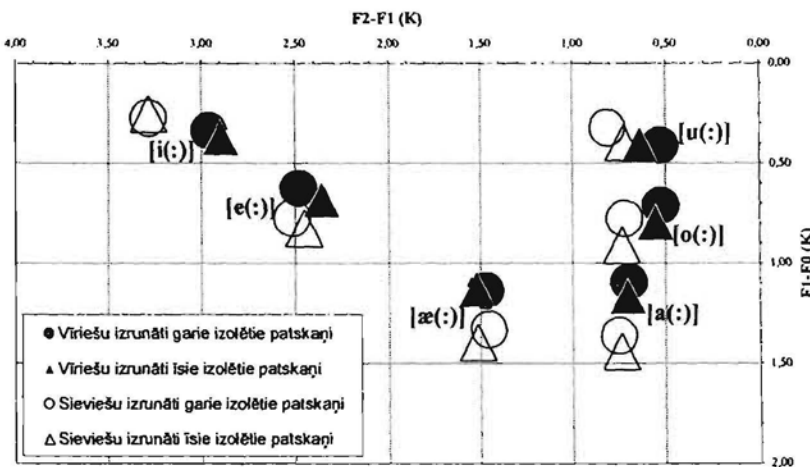
$$K = (4,5 \cdot \log f) - 11,5 \quad (20)$$

No formulām secināms (sk. 19. un 20. fomulu), ka kēnigu skala ir lineāra, ja frekvences vērtības nepārsniedz 1000 Hz, bet virs 1000 Hz frekvences tā ir logaritmiska. Ir norādes (Rosner & Pickering 1994: 15-18), ka savā fundamentālajā amerikāņu angļu valodas patskaņu akustisko īpašību pētījumā G. Petersons un H. Bārnijs grafikos datus ir attēlojuši atbilstoši V. Kēniga auditīvajam pārveidojumam. Lai pārbaudītu, kā kēnigos izteiktu akustisko datu lietojums ietkmē latviešu valodas patskaņu punktu novietojumu psihoakustiskajā F2/F1 plaknē, pēc 19. un 20. formulas tika pārveidotas 1. un 2. tabulā dotās VSV vērtības un, izmantojot tās par patskaņu punktu koordinātēm, izveidots 39. attēls.



39. attēls. Izolēti izrunātu latviešu valodas patskaņu novietojums psihofizikālajā F2/F1 plaknē: patskaņu punktu koordinātes atbilst pēc 19. un 20. formulas kēnigos pārveidotām 1. un 2. tabulā norādītajām VSV.

Attēlā vērojams (sk. 39. att.), ka patskaņu punktu savstarpējais novietojums  $F2/F1$  plaknē būtiski neatšķiras no to novietojuma, kas iegūts, izmantojot melu skalu (sk. 37. att.), bet punktu izkliede  $F2$  dimensijā, lietojot kēnīgu skalu, ir lielāka. Lai pārbaudītu, vai šādu psihofizikālo vienību lietojums ietekmē patskaņu punktu novietojumu plaknē, kurā koordinātes nosaka tonotopiskās distances starp formantiem, no kēnīgos pārveidotiem 1. un 2. tabulas VSV datiem tika aprēķinātas distances  $F1-F0$  un  $F2-F1$  un, izmantojot šos lielumus, pēc analogijas ar 35. un 38. attēlu tika izveidots 40. attēls. Attēlā izmantotais patskaņu punktu izmērs ļauj noteikt robežu starp augsta un vidēja ( $F1-F0 = 0,50 K$ ) un vidēja un zema ( $F1-F0 = 1 K$ ) pacēluma patskaņiem, tomēr, palielinot patskaņu punktu izmērus (sk. 40. att.), būtu grūti definēt tonotopiskās distances  $F1-F0$ , kas noteiktu priekšējās, vidējās un pakaļējās rindas patskaņiem vienotas pacēluma robežas. Attēlā vērojams, ka, izmantojot akustisko datu pārveidojumu kēnīgos (sk. 40. att.), līdzīgi gadījumiem, kad tika izmantots pārveidojums barkos (sk. 35. att.) vai tehniskajos melos (sk. 38. att.), ir iespējams definēt tonotopiskās distances lielumu (apm.  $1 K$ ), kas nosaka robežu starp pakaļējiem un pārējiem patskaņiem un kas saglabātos arī palielinot patskaņu punktu izmērus. Atšķirībā no barku un melu skalas lietojuma, lietojot kēnīgu skalu, sieviešu un vīriešu izrunas datu noteikto patskaņu punktu sakritums psihofizikālajā  $(F2-F1)/(F1-F0)$  plaknē ir ievērojami mazāks. Pēdējā iemesla dēļ būtu apgrūtināta sieviešu un vīriešu izrunāto patskaņu klasifikācija par vienas fonēmas variantiem.



40. attēls. Latviešu valodas patskaņu punktu attēlojums psihofizikālajā plaknē, par koordinātēm kēnīgos ( $K$ ) izteiktu  $F1$  un  $F2$  centru frekvenču VSV vietā izmantojot tonotopiskās distances  $F1-F0$  un  $F2-F1$ .

Divdesmitā gadsimta astoņdesmitajos gados paralēli barku skalai sāka lietot vēl vienu psihoakustisko skalu – *erbu* skalu. Tās nosaukums ir cēlies no angļiskā saīsinājuma

**ERB** (*Equivalent Rectangular Bandwidth*), kas norāda uz šīs skalas saistību ar iekšējās auss bazilārās membrānas analizējoši filtrējošajām funkcijām. Erbu skalas teorētiskais pamatojums ir vienāds ar barku skalas pamatojumu – tiek uzskatīts, ka Kortija orgāns, kas ir novietots uz iekšējās auss bazilārās membrānas, ir svārstību analizators, kas darbojas membrānas garenvirzienā izkārtotu filtru komplekta veidā. Katru filtru veido noteikta platuma Kortija orgāna daļa, kas reaģē uz noteikta frekvenču diapazona akustiskā signāla izraisītajām bazilārās membrānas svārstībām, t. i., pēc savām funkcijām atgādina frekvenču joslas caurlaides akustisko filtru. Tā kā, pieaugot filtra centra frekvencei, palielinās filtra joslas platums, tika pētīta sakarība starp filtra joslas platumu un bazilārās membrānas apgabala lielumu, kas reaģē uz filtram cauri ejošo signālu (Rosner & Pickering 1994: 18). Auditīvo filtru joslu platumi tika pētīti eksperimentāli, izmantojot signāla maskēšanu un citas metodes.

Līdzīgi barku skalai arī erbu skalas pamatā ir pieņēmums, ka bazilārā membrāna gareniski ir sadalāma vienāda platuma taisnstūrveida joslās, kas atbilst akustiskiem filtriem ar noteiktu centra frekvenci un filtra joslas platumu. Atšķirībā no barku skalas, kurā ir pieņemts, ka filtriem ir taisnstūra forma, t. i., filtra caurlaides spēja ir vienāda visā filtra joslas platumā, šajā gadījumā tiek uzskatīts, ka filtru kopumu veido roeksa (*Roex* – saīs. no *'rounded exponential'* jeb *'exponential with a rounded top'*) filtri ar noapaļotu virsotni, kuriem caurlaides spēja nav vienāda visā filtra joslas platumā – attālinoties no centra frekvences, tā pakāpeniski samazinās (Moore & Glasberg 1987: 211). Vēl viena atšķirība no barku skalas izveides principiem ir tā, ka erbs atbilst bazilārās membrānas dalījumam nevis ar 1 mm lielu soli, bet gan ar 0,85 mm lielu soli, kā rezultātā erbu skalai tiek iegūts vairāk vienību. Bez tam erbu skala no barku skalas atšķiras frekvenču diapazonā no 0 līdz 1000 Hz, kas, grafiski attēlojot abas skalas ar līknēm, izpaužas vienmērīgākā erbu līknes kāpumā šajā diapazonā pretstatā barku līknes samērā horizontālajai virzībai (sk. 3. att. – Moore & Glasberg 1987: 214), kas norāda uz to, ka barku skalu veidojošo kritisko joslu platums šajā diapazonā ir mazāk atkarīgs no joslas centra frekvences nekā erbu skalu veidojošo vienādo taisnstūrveida joslu platums. B. Mūrs un B. Glasbergs savā publikācijā ir vispusīgi analizējuši roeksa filtru lietojuma priekšrocības, salīdzinot tos ar taisnstūra filtriem, kā arī devuši formulu formantu centru akustisko vērtību pārveidošanai erbos (sk. 10. formulu – Moore & Glasberg 1987: 217):

$$E = 11,17 \log_e \left( \frac{F + 0,312}{F + 14,675} \right) + 43 \quad (21)$$

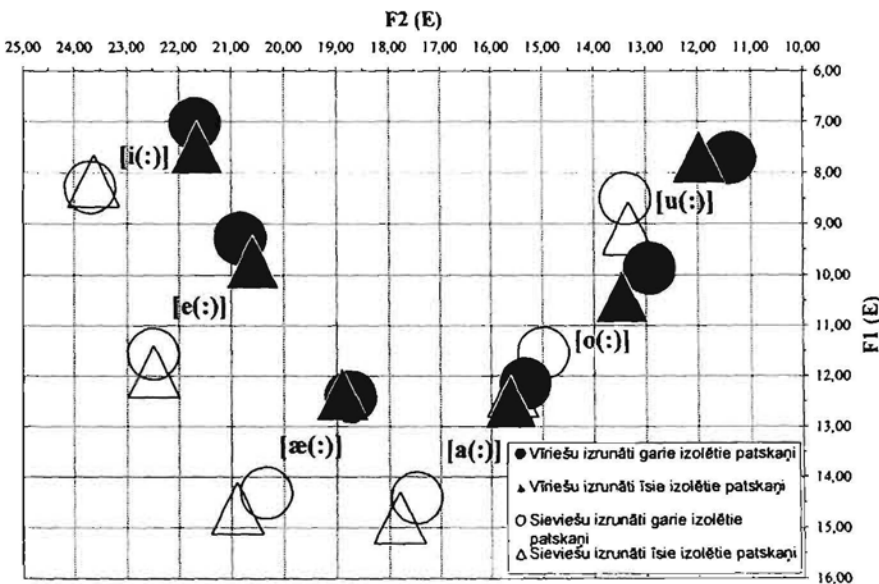


Šajā formulā (sk. 21. formulu) ar  $F$  ir apzīmēta akustiskā frekvence kilohercos (kHz).

Lai mērījumos noteiktās formantu frekvenču vērtības varētu lietot bez pārveidojuma kilohercos un atvieglotu aprēķinus, promocijas darbā 21. formula tika pārveidota, apzīmējuma  $F$ , kas apzīmē frekvenci kilohercos, vietā lietojot apzīmējumu  $f$ , kas norāda frekvenci hercos.

$$E = 11,17 \cdot \log_e \left( \frac{\frac{f}{1000} + 0,312}{\frac{f}{1000} + 14,675} \right) + 43 \quad (22)$$

Izmantojot 22. formulu, mērījumos iegūto datu VSV (sk. 1. un 2. tab.) tika pārveidotas erbos. Lai novērtētu šī pārveidojuma ietekmi uz patskaņu punktu novietojumu psihofizikālajā plaknē, izmantojot erbos izteiktās patskaņu  $F1$  un  $F2$  VSV, tika izveidots 41. attēls.

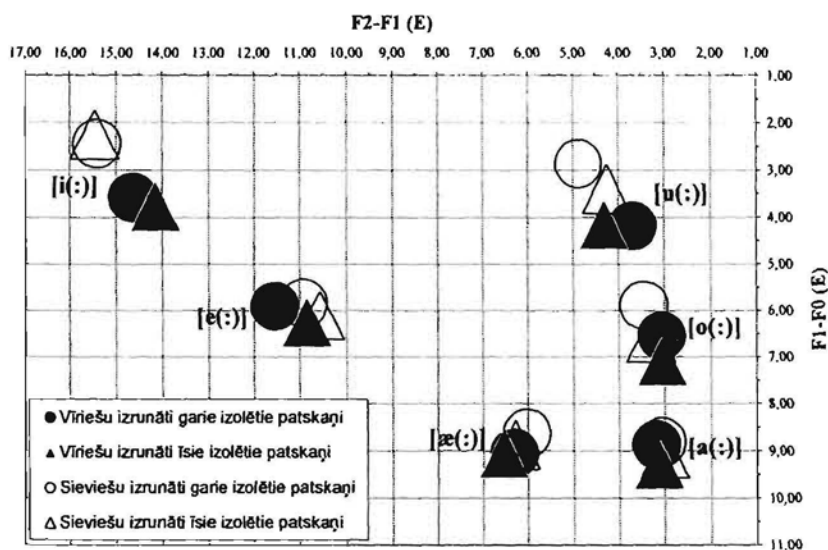


41. attēls. Izolēti izrunātu latviešu valodas patskaņu novietojums psihofizikālajā  $F2/F1$  plaknē: patskaņu punktu koordinātes atbilst pēc 21. un 22. formulas erbos ( $E$ ) pārveidotām 1. un 2. tabulā norādītajām VSV.

Aplūkojot 41. attēlu, ir redzamas tās pašas tendences, kas bija vērojamas pēc akustisko datu pārveidojuma barkos, tehniskajos melos un kēnigos (sk. 33., 37. un 39. att.), t. i., priekšējās rindas patskaņiem nedaudz ir samazinātas atšķirības sieviešu un vīriešu izrunas datu punktu novietojumā, bet saglabājas sieviešu izrunāto patskaņu [u], [o] un [o:] punktu pārklāšanās vīriešu izrunāto patskaņu [a], [a:] un [o:] punktiem. No tā secināms, ka akustisko datu pārveidojums psihofizikālajos pats par sevi nedod pamatu sieviešu un

vīriešu izrunāto patskaņu identificēšanai par vienas kvalitātes patskaņiem. Atšķirībā no citiem akustisko datu pārveidojumiem psihofizikālajās vienībās pārveidojums erbos dod vienmērīgāku un plašāku patskaņu izvērsumu F1 dimensijā attiecībā pret F2 dimensiju. Šāds patskaņu punktu novietojums plaknē ir tuvāks tradicionāli pieņemtajam, patskaņu klasifikācijai plaši lietotajam attēlojumam patskaņu četrstūrī, kad tiek pieņemts, ka mēles kustīgums ir apmēram vienāds horizontālajā un vertikālajā dimensijā.

Atbilstoši telpisko paraugu teorijai patskaņu uztverē un auditīvajā klasifikācijā svarīgas ir nevis katra patskaņa pirmo trīs līdz četru formantu absolūtās frekvences vērtības, bet formantu savstarpējais izkārtojums skaņas spektrā, kas veido patskaņa enerģētisko matricu. Patskaņu punktu attēlošanai plaknē izmantojot tonotopiskās distances starp psihofizikālajās vienībās pārveidotajiem formantu centru frekvenču datiem, gan pasaules fonētiķu pētījumos, gan promocijas darbā tika panākts ievērojams sieviešu un vīriešu izrunas datu punktu tuvinājums neatkarīgi no izmantotās psihofizikālās skalas (sk. 35., 38. un 40. att.). Lai pārbaudītu, kā patskaņu punktu novietojumu psihofizikālajā  $(F2-F1)/(F1-F0)$  plaknē ietekmē erbu skalas izmantojums, tika izveidots 42. attēls.



42. attēls. Latviešu valodas patskaņu punktu attēlojums psihofizikālajā plaknē, par koordinātēm erbos (E) izteiktu F1 un F2 centru frekvenču VSV vietā izmantojot tonotopiskās distances  $F1-F0$  un  $F2-F1$ .

Patskaņu punktu diametrs 42. attēlā ir apzināti izraudzīts 1 E apjomā, lai pārbaudītu barku skalas sakarā vēroto, proti, ka patskaņi tiek atzīti par vienas kvalitātes skaņām, ja to atšķirības nav lielākas par vienas kritiskās joslas platumu. Attēlā ir redzams, ka F1 dimensijā patskaņu [i], [i:] un [u:] sieviešu izrunas datu punkti atšķiras no vīriešu izrunas datu punktiem vairāk nekā par 1 E. Šajā sakarā jāatceras, ka katrai erba vienībai atbilstošā filtra josla uz bazilārās membrānas ir par 15% šaurāka nekā barka vienībai atbilstošā,

turklāt barku un erbu aprēķinu formulas dod atšķirīgus rezultātus frekvenču diapazonā no 0 līdz 1000 Hz. Līdz ar to sakarības, kas noteiktas, izmantojot vienu psihoakustisko skalu, nav attiecināmas uz citu psihoakustisko skalu pat tad, ja abām skalām ir vienoti izveides pamatprincipi.

Salīdzinot visu aprakstīto psihoakustisko skalu ietekmi uz akustiskajiem datiem, novērojams, kā dzirdes uztveres atdarinājums palīdz normalizēt dažādu runātāju izrunas atšķirības.

#### Secinājumi:

- 1) neatkarīgi no izvēlētās skalas akustisko datu pārveidojums psihofizikālajos līdzsvaro patskaņu punktu novietojumu horizontālajā un vertikālajā dimensijā, kā arī nedaudz samazina vīriešu un sievietes izrunas datu atšķirības priekšējās rindas patskaņiem (sk. 33., 37., 39. un 41. att.);
- 2) sievietes un vīriešu izrunas datu atšķirības tiek ievērojami samazinātas, ja tiek lietotas nevis formantu centru vērtības, bet tonotopiskās distances starp formantiem (sk. 35., 38., 40. un 42. att.);
- 3) vislielāko sievietes un vīriešu izrunas datu punktu pārklāšanos psihofizikālajā  $(F_2 - F_1)/(F_1 - F_0)$  plaknē dod akustisko datu pārveidojums barkos (sk. 35. un 36. att.);
- 4) ja salīdzina 36. attēlu ar 34. attēlu, var konstatēt, ka tonotopisko distanču lietošana patskaņu attēlošanai divdimensiju  $(F_2 - F_1)/(F_1 - F_0)$  plaknē ir ievērojami lietderīgāka par uztveres psihofizikālajās vienībās pārveidotu formantu centru vērtību lietošanu divdimensiju  $F_2/F_1$  plaknē;
- 5) grafika veidošanā izmantojot tonotopisko distanču lielumus (sk. 35. un 36. att.), gandrīz pilnībā tiek novērsta sievietes izrunātā patskaņa [o(:)] datu pārklāšanās ar vīriešu izrunātā [a(:)] datiem, tādā veidā pēc iespējas norobežojot divas atšķirīgas fonēmas, kuru robežu noteikšana divdimensiju plaknē nav īsti iespējama, ne izmantojot izrunas akustiskos datus tieši (sk. 1.-3. att.), ne pārveidojot tos pēc formantu attiecību teorijas principiem (sk. 6. un 7. att.)
- 6) raksturojot patskaņus pēc tonotopiskajām distancēm starp to formantiem, 1 Z intervāls var tikt izmantots patskaņu kvalitatīvās līdzības noteikšanai gan starp garā un īsā patskaņu pāra locekļiem, gan starp sievietes un vīriešu izrunas datiem.

#### 1.4.4. ILGUMA FONOLOĢISKAIS RAKSTUROJUMS

Ja atsevišķi salīdzina vīriešu un sieviešu īso un garo patskaņu formantu centru psihofizikālās vērtības (sk. 10. un 11. tab.), redzams, ka nevienam garā un īsā patskaņa pārim šo vērtību starpība nepārsniedz 1 barku. Tas, ka gan fizikālajā (sk. 2. att.), gan psihofizikālajā F2/F1 plaknē (sk. 32. att.) garo un īso patskaņu koordināšu F1 un F2 noteiktie punkti lielā mērā pārklājas un ka garo un īso patskaņu formantu centru psihofizikālo vērtību starpība nepārsniedz 1 barku (caurmērā tā nepārsniedz pat 0,5 barkus – sk. 10. un 11. tab. un 32. att.), liek secināt, ka garajiem un īsajiem patskaņiem ir jāatbilst vienai un tai pašai patskaņu kvalitātes kategorijai (Iivonen 1987). Šis pētījums tādā veidā apstiprina tradicionālo pieņēmumu (Laua 1954, 1997 u. c.), ka latviešu valodā, līdzīgi igauņu un somu valodai, garo un īso patskaņu fonoloģiskās atšķirības pamatojas uz kvantitatīvajām (relatīvo ilgumu attiecības), nevis kvalitatīvajām attieksmēm. Līdz ar to var apgalvot, ka latviešu valodā patskaņu ilgums funkcionē kā fonoloģisks rādītājs (*Phonological marker*), kad garā un īsā patskaņa fonēmas patskaņu pāri tiek šķirtas, balstoties uz to relatīvo ilgumu attiecību. Latviešu valodā patskaņu relatīvo ilgumu attiecība vidēji ir 2,3:1, t. i., garā patskaņa ilgums ir vidēji 2,3 reizes lielāks par īsā patskaņa ilgumu. Spektrālās atšķirības šajā gadījumā funkcionē kā palīg faktors, kas sekmē garo un īso patskaņu fonēmu nošķiršanu, bet pats to nenosaka. Pētījumā iegūto datu attēlojumā redzams (sk. 1. un 32. att.), ka gan akustiskajā, gan psihofizikālajā F2/F1 plaknē garo un īso patskaņu novietojums atšķiras nedaudz, turklāt īso patskaņu koordināšu nobīdes virziens ir apmēram vienāds vīriešu un sieviešu izrunāto patskaņu attēlojumā. Nekas latviešu valodas datos neliecina par īso patskaņu punktu nobīdi plaknes centra virzienā (izņemot vīriešu izrunātāo [u], kas attēlotas akustiskajā plaknē), tātad nevar runāt par akustisko centralizāciju izolēti izrunātiem īsajiem patskaņiem salīdzinājumā ar garajiem. Īso patskaņu izruna šādos apstākļos, acīmredzot, ir pietiekami enerģiska, lai neļautu darboties artikulārajai neitralizācijai, kas ir akustiskās centralizācijas cēlonis. Tātad vērojamo īso patskaņu koordināšu atšķirību no garo patskaņu punktu novietojuma izraisa citi cēloņi, taču šī novirze ir neliela, tāpēc arī latviešu valodā nevar runāt par īso patskaņu piederību citai kvalitātes kategorijai, pretstatot tos garajiem patskaņiem. Promocijas darbā netika pārbaudīts, vai patskaņu ilgumu var izmantot sasprieguma noteikšanai (Rosner & Pickering 1994: 199), jo tas tika noteikts, salīdzinot latviešu valodas patskaņu formantu vērtības ar neitrāla patskaņa /ə/ formantu vērtībām.

## **1.5. AKUSTISKO IDEĀLFORMU PĒTĪJUMA REZULTĀTU APKOPOJUMS**

Analizējot pētījuma rezultātus, var secināt, ka izolēti izrunātu garo un īso latviešu valodas patskaņu kvalitāte atšķiras ļoti maz, tāpēc ir pamats runāt par kvalitatīvi vienādu patskaņu pāriem, kuru pamatatšķirība ir to ilgumu attiecība (īsā patskaņa ilguma attiecība pret garā patskaņa ilgumu vidēji ir 1:2,3). Ja izrunas akustiskos datus grupē pēc runātāju dzimuma (vīriešu un sievietes), vērojams, ka vienas grupas ietvaros dažādu runātāju vairāku izrunas atkārtojumu dati akustiskajā F2/F1 plaknē veido samērā kompaktas patskaņu kvalitātes zonas, kas savstarpēji nesaskaras un nepārklājas (sk. 2. un 3. att.). Līdz ar to var runāt par skaidri nošķirtām patskaņu zonām, kas atbilst latviešu valodas patskaņu tradicionālajam raksturojumam pēc to artikulācijas rindas un mēles pacēluma apjoma. Sievietes izrunas datu izkārtojums akustiskajā F2/F1 plaknē veido patskaņu lauku, kas pēc savas formas atbilst vīriešu izrunas laukam, bet ir izplests F1 un F2 dimensijā, kā arī vienmērīgi novirzīts prom no koordinātu asu "0" krustpunkta. Tas no akustikas viedokļa skaidrojams ar mazāku sievietes runas orgānu veidoto rezonatoru tilpņu lielumu, salīdzinot ar vīriešu runas orgānu veidoto rezonatoru tilpnēm. Lai sievietes izrunas dati būtu salīdzināmi ar vīriešu izrunas datiem, iepriekš ir jāveic datu normalizēšana. Atkarībā no pētījuma mērķa un tā rezultātu izmantojuma ir iespējamas trīs dažādas normalizēšanas metodes. Vienkāršākā no tām ir vienmērīgas normalizēšanas metode, kura balstīta uz vīriešu un sievietes runas orgānu veidoto rezonatoru garumu attiecību. Efektīvākais rezultāts latviešu valodas patskaņu datu vienmērīgā normalizēšanā (sk. 18. un 19. att.) tika panākts ar koeficientu  $k = 27\%$  ( $k = k_{2i}$ ), kas tika aprēķināts no patskaņa [i(:)] F2 datiem (bez optimizēšanas ar G. Fanta universālajiem koeficientiem). Tādu pašu koeficienta skaitlisko lielumu iespējams iegūt, ja normalizēšanas koeficientu aprēķina no visu garo un īso patskaņu F2 datiem kopā, tomēr koeficienta aprēķināšanai no patskaņa [i(:)] F2 datiem ir dodama priekšroka, jo šāds aprēķins ir teorētiski pamatojams ar rezonatoru faringa daļu garumu attiecību sievietēm un vīriešiem. G. Fants savulaik ir norādījis, ka pēc vienmērīgas normalizēšanas atšķirības starp sievietes un vīriešu izrunāto patskaņu datiem tiek ievērojami samazinātas, tomēr paliek noteikta apjoma datu izkliede, kuru iespējams samazināt uz pusi, ja tiek lietota nevienmērīgas normalizēšanas metode. Nevienmērīgas normalizēšanas priekšrocība tiek skaidrota ar to, ka, aprēķinot normalizēšanas koeficientus atsevišķi katra patskaņa katram formantam, tiek ņemta vērā ne tikai sievietes un vīriešu

runas orgānu veidoto rezonatoru garumu savstarpējā attiecība, bet arī šo rezonatoru mutes dobuma attiecība pret faringa (rīkles) dobumu. Mutes dobuma un faringa dobuma tilpņu savstarpējās attiecības relatīvais nemainīgums nodrošina patskaņu perceptīvo invariantumu un kontrastu. Šāda tilpņu attiecība tiek panākta, viena dzimuma runātāju grupai nepieciešamības gadījumā modificējot noteiktu skaņu artikulāciju. G. Fants ir secinājis, ka nevienmērīga normalizēšana, salīdzinot to ar vienmērīgu normalizēšanu, lielākā mērā samazina datu atšķirības, ko nosaka valodas universālās tendences, atstājot pētnieka uzmanībai tās atšķirības, kas skaidrojamas kā dialektāli noteiktas. Darba gaitā tika konstatēts, ka nevienmērīgai latviešu valodas patskaņu datu normalizēšanai ieteicams lietot koeficientus, kas aprēķināti no vienādā vai pēc iespējas tuvā fonētiskā apkaimē izrunātu patskaņu datiem. Izolēti izrunātu patskaņu normalizēšanā efektīvākais rezultāts iegūstams, lietojot koeficientus, kas aprēķināti no izolēti izrunātu patskaņu datiem (sk. 20. un 21. att.). Tika secināts, ka, ja ir jāatrod normalizēšanas koeficientu kopums, kas pēc iespējas efektīvi normalizētu patskaņu datus, neatkarīgi no to izrunas nosacījumiem, šie koeficienti jāaprēķina no izolēti izrunātu un dažādās iespējamās fonētiskās apkaimēs izrunātu patskaņu datiem kopā. Tā kā promocijas darba autoram bija pieejami tikai izolēti izrunātu un fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu patskaņu dati, vispārīgie normalizēšanas koeficienti tika aprēķināti uz šo datu pamata. Normalizēšana ar šādiem vispārīgiem koeficientiem deva apmierinošus rezultātus gan izolēti izrunātu, gan fonēmas /t/ fonētiskajā apkaimē izrunātu patskaņu datu normalizēšanā (sk. 25.-27. att.). Abas aprakstītās metodes saistītas ar saziņas procesa runas daļu, jo normalizē artikulācijas mehānisma noteiktās akustisko datu atšķirības. Akustisko datu normalizēšana iespējama arī no runas uztveres viedokļa, ņemot vērā dzirdes orgānu uzbūvi un darbību. Lai veiktu šādu normalizēšanu, pirmkārt, ir jāpāriet no skaņas objektīvajām fizikālajām īpašībām atbilstošajām mērvienībām uz subjektīvai skaņas uztverei atbilstošajām psihofizikālajām. Tā kā skaņas augstuma un spektrālās kompozīcijas uztvere, tāpat kā skaņas enerģijas uztvere, ir logaritmiska (īpaši frekvencēs virs 1000 Hz), visas populārākās psihofizikālās skalas arī ir zināmā mērā logaritmiskas. Pats akustisko datu pārveidojums psihoakustiskajos tomēr nenovērš sieviešu un vīriešu izrunas datu atšķirības, lai arī sabalansē patskaņu lauku izvērsumu horizontālajā un vertikālajā dimensijā (sk. 33., 37., 39. un 41. att.). Tā kā dzirdes pētījumos ir noteikts, ka iekšējā ausī dislocētais frekvenču analizators reaģē uz iedarbību enerģētiskas matricas veidā, skaņas enerģijas un tam atbilstošā iekšējās auss kairinājuma savstarpējais izkārtojums skaņu uztverē ir svarīgāks par enerģijas koncentrācijas vietu absolūtajiem raksturlielumiem. Atbilstoši telpisko

paraugu teorijai katru skaņu var raksturot ar tonotopiskajām distancēm starp spektrālās enerģijas koncentrācijas vietām (patskaņu gadījumā – formantiem). Latviešu valodas patskaņu raksturošanai tika izraudzītas tonotopiskās distances starp pamattoni un pirmo formantu ( $F1-F0$ ) un starp pirmo un otro formantu ( $F2-F1$ ), jo šīs enerģijas koncentrācijas vietas ir atkarīgas no runas orgānu vertikālā un horizontālā novietojuma. Raksturojot patskaņus ar minētajām tonotopiskajām distancēm, efektīvākie normalizēšanas rezultāti iegūstami, lietojot barku skalu (sk. 35. un 36. att.). Pēc šāda pārveidojuma ir redzams, ka vīriešu un sievietes izrunāto patskaņu kvalitāte būtiski neatšķiras, tāpēc tie tiek uztverti kā vienas kvalitātes skaņas. Barku skalas lietojums ļauj psihofizikālajās vienībās izteiktos akustiskos datus lietot patskaņu fonoloģiskai klasifikācijai (Miller 1989; Fant 1983; Iivonen 1987).

## 2. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU AUDITĪVĀS IDEĀLFORMAS

Latviešu valodas patskaņi sastopami divējādās kvantitātes pakāpēs (garie un īsie patskaņi), kurām ir fonoloģiska nozīme. Tiek uzskatīts, ka latvieši neuztver nelielās kvalitatīvās atšķirības starp patskaņiem ar dažādu fonoloģisko ilgumu. Pamatojums šai parādībai aprakstīts 1.4.4. nodaļā. Te var saskatīt līdzību ar igauņu, somu un citām valodām, kurās ilgums kalpo kā fonoloģiska norāde un kurās garo un īso patskaņu zonas akustiskajā F2/F1 plaknē lielā mērā pārklājas. Izsakot izrunas datus psihofizikālajās vienībās un attēlojot tos psihoakustiskajā F2/F1 plaknē, vērojams, ka garo un īso patskaņu atšķirības nepārsniedz 1 barku (sk. 32. un 33. att.), kas liek domāt par to piederību vienai kvalitātes kategorijai (Iivonen 1987). Patskaņa ideālformai vistuvākā patskaņa realizācija ir vērojama uzsvērti skaidri izrunātu izolētu patskaņu īpašībās. Ideālformu pētīšanas mērķiem nodēģāki ir garie izolētie patskaņi, jo to samērā ilgajā izrunas laikā ir iespējams vēl papildus koriģēt runas orgānu stāvokli, lai panāktu ideālformai iespējami tuvu skanisko rezultātu.

Pētījumos konstatēts, ka klausītāji auditīvos eksperimentos izvēlas stimulus ar tādām formantu frekvencēm, kādas nav vērojamas neviena cilvēka normālā izrunā (Johnson et al. 1993b). Parasti patskaņu uztveres sfēra salīdzinājumā ar patskaņu izrunas sfēru ir plašāka visās dimensijās, t. i., augsta mēles pacēluma patskaņi tajā ir augstāki, zema pacēluma – zemāki, priekšējās rindas patskaņi – priekšējāki, bet pakalējās – pakalējāki. Tādējādi hipersfēras efekts nav tik lielā mērā saistīts ar izrunu, cik ar klausītāju reakciju. Pats uztveres hipersfēras efekts tika atklāts, lietojot divu formantu sintezētus patskaņus. Hipersfēru ir izdevīgi attēlot plaknes veidā, tāpēc par noteicošajiem lielumiem kļūst pirmo divu formantu F1 un F2 novietojums. Izmantojot šo formantu datus izrunas sfēras pētījumos, jāatceras, ka, lai arī 1. un 2. formants (F1 un F2) sniedz pamatinformāciju par katru patskaņu, šī informācija nav pietiekama nekļūdīgi labiālu un nelabiālu augsta (arī vidēja) pacēluma priekšējās rindas patskaņu savstarpējai nošķiršanai, jo šiem patskaņiem “pietiekamā kontrasta” radīšanai nepieciešamo informāciju satur augstāki formanti, īpaši F3 un F4 (Eek & Meister 1994). Igauņu kolēģi, sekojot zviedru pētījumu rezultātiem (Carlson et al. 1970; Bladon & Fant 1978), atzīst, ka uztveres sfērā patskaņa aprakstīšana ar pirmo divu formantu datiem ir pietiekama un pārpratumus nerada. Tiesa, līdzīgi zviedru



fonētiķiem savu divu formantu sintezētu patskaņu otros formantus F2, viņi neizvēlas atbilstošus dabiski izrunātu patskaņu otrajiem formantiem, bet gan aprēķina to frekvences pēc formulas (Bladon & Fant 1978: 3), ņemot vērā arī dabiski izrunātu patskaņu augstāko formantu (F3 un F4) centru frekvenču vērtības (sk. 23. formulu) un tā iegūstot t. s. efektīvā otrā formanta (F2') frekvences vērtības.

$$F_2' = \frac{F_2 + c^2 \cdot (F_3 \cdot F_4)^{1/2}}{1 + c^2} \quad (23)$$

Šajā formulā  $c$  – svēršanas funkcijas (*weighting function*) konstante, kura pēc 24. formulas tiek aprēķināta katram patskanim atsevišķi. Tās aprēķināšanai izmanto ne tikai pirmo četrus patskaņa formantu centru frekvenču skaitliskās vērtības ( $F_1, F_2, F_3$  un  $F_4$ ), bet arī otrā formanta rezonanses joslas platumu skaitlisko vērtību ( $B_2$ ) un papildus faktoru  $K(f)$ . Faktors  $K(f)$  izmantots, lai konstantes  $c$  aprēķinos ietvertu gan papildu priekšpastiprinājumu, ko rada skaņas avots, rezonatora virsmu atstarojošās īpašības un augstfrekvences toņu korekcijas, gan arī papildu korekciju atšķirībām vienlīdzīgajos skaļuma līmeņos.

$$c = K(f) \cdot \frac{B_2 \cdot F_2 \cdot (1 - F_1^2 / F_2^2) \cdot (1 - F_2^2 / F_3^2) \cdot (1 - F_2^2 / F_4^2)}{(F_4 - F_3)^2 \cdot \left( \frac{F_3 \cdot F_4}{F_2^2} - 1 \right)} \quad (24)$$

Atbilstoši G. Fanta ieteikumam (Bladon & Fant 1978: 5), promocijas darbā aprēķinos izmantoti lielumi  $B_2=67$  Hz un  $K(f)=12F_2/1400$ .

Efektīvā otrā formanta izvēli A. Ēks un E. Meisters pamato ar G. Fanta atziņu, ka  $F_2'/F_1$  uztveres plaknē tiek izlīdzinātas distances starp līdzās esošajiem patskaņiem (Fant 1969) un ka šīs distances, balstoties uz psihoakustiskajiem kritērijiem, ir pietiekamas, lai saglabātu patskaņu auditīvās atšķirības. Efektīvā otrā formanta izvēli divu formantu sintezētu patskaņu veidošanā saviem eksperimentiem igauņu kolēģi pamato arī ar patskaņu spektra “gravitācijas centru” pētījumu rezultātiem (Chistovich & Lublinskaya 1979; Chistovich et al. 1979; Johnson et al. 1993a), kuros noteikts, ka formanti, attālums starp kuriem nepārsniedz kritisko distanci (3,5 Z), spektrāli integrējas un kopā veido vienotu “gravitācijas centru”, kura frekvence atrodas pa vidu starp abu blakus esošo formantu frekvencēm.

## 2.1. TEORĒTISKĀS NOSTĀDNES UN HIPOTĒZES

Kā jau minēts, fonētiķu pētījumos ir pierādīts, ka jebkura patskaņa auditīvās ideālformas formantu frekvences klausītāju uztverē reti atbilst patskaņa formantu frekvencēm, kas vērojamas kāda informanta izrunā normālos runas apstākļos. To skaidro ar vienmērīgāku patskaņu ideālformu un to realizēšanas iespējamo variantu izvietojumu uztveres psihofizikālajā sfērā salīdzinājumā ar izvietojumu izrunas akustiskajā sfērā. Patskaņu izrunas ideālformu akustiskās īpašības parasti tiek saistītas ar izolētu patskaņu izrunu, kad informants apzināti cenšas izrunāt doto patskani atbilstoši viņa izpratnei par dotā patskaņa ideālo skanējumu. Uztveres jeb auditīvās ideālformas noteikšanai klausītājam tiek atskaņoti vairāki viena patskaņa varianti, no kuriem viņam jāizvēlas tas variants, kurš ir vistuvākais viņa priekšstatam par attiecīgā patskaņa ideālo skanējumu.

Ilgu laiku akustiskajā fonētikā pastāvēja uzskats, ka patskaņu akustisko kvalitāti vislabāk raksturo patskaņa pirmo divu formantu  $F_1$  un  $F_2$  frekvenču vērtības ( $F_1$  un  $F_2$ ). Formanta  $F_1$  centra frekvences vērtība parasti tiek saistīta ar mēles pacēluma vai mutes atvēruma pakāpi, bet  $F_2$  – ar mēles pacēluma augstākā punkta novietojumu mutē virzienā no priekšējās uz aizmugurējo daļu, kā arī – ar labializāciju. Patiesībā šo formantu frekvences ir saistītas ar runas orgānu veidotā rezonatora tilpņu lielumiem un to savstarpējām attiecībām. Līdz ar to vajadzētu runāt nevis par mēles augstākā punkta, bet balss trakta maksimālā sašaurinājuma vietas koordinātēm (Rosner & Pickering 1994). Spektrālās integrācijas pētījumi (Chistovich & Lublinskaya 1979; Chistovich et al. 1979; Johnson et al. 1993a) rāda, ka tuvu atrodošies formanti uztverē var veidot vienotu enerģijas koncentrācijas vietu jeb tā saucamo “gravitācijas centru”, kas uztveres procesā, nosakot patskaņa kvalitāti, aizstāj vairāku formantu sniegto informāciju. Tas saskan ar hipotēzi, ka patskaņa “šauruma” vai “platuma” jeb mutes atvēruma noteikšanā tonotopiskās distances  $F_1$ – $F_0$  lielums ir svarīgāks par  $F_1$  frekvences vērtību (Traunmüller 1981; Traunmüller & Lacerda 1987). Ar “gravitācijas centra” ietekmi var skaidrot arī sintezētu divu formantu priekšējās rindas patskaņu efektīvā otrā formanta  $F_2'$  frekvences vērtības paaugstināšanos<sup>9</sup>, salīdzinot ar sintezētu četru formantu patskaņu  $F_2$  frekvences vērtību (Carlson et al. 1970; Bladon & Fant 1978). Tā kā patskaņu auditīvās uztveres sfēras teorija lielā mērā ir balstīta uz sintezētu divu formantu patskaņu pētījumiem, arī latviešu valodas patskaņu auditīvo

<sup>9</sup>  $F_2'$  – efektīvais otrais formants sintezētos divu formantu patskaņos, kuros  $F_2'$  aizstāj visus par  $F_1$  augstākus formantus, t. i.,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  utt.

ideālformu noteikšanai tika izvēlēti sintezēti divu formantu patskaņi. Tādā veidā iegūtie pētījuma rezultāti ir salīdzināmi ar citiem līdzīgiem pētījumiem. Bez tam divu formantu patskaņu lietošana runas parametriskā sintēzē ļauj samazināt datora atmiņas noslogojumu.

Lai noteiktu klausītāju atmiņā nostiprinājušās patskaņu auditīvās ideālformas, nepieciešami eksperimenti, kuros eksperimenta stimuli sakārtoti tā, ka stimulu virkni ievada atskaites stimulš jeb etalons (četrus formantu sintezēts patskaņš), kam seko divu formantu sintezēti patskaņi ar mainīgu pirmā vai otrā formanta frekvenci. Šajā gadījumā, dzirdot atskaites stimulš, klausītājs saņem informāciju par patskaņi, kuram jāmeklē vislabāk atbilstošais divu formantu stimulš. Tā kā atskaites stimulš ir dzirdams tikai vienu reizi eksperimentam veidotās stimulu virknes sākumā un starp stimuliem ir pietiekami garas pauzes, klausītājs, meklējot atbilstošo divu formantu stimulš, vairs nevadās pēc atskaites stimula skanējuma, bet gan salīdzina sintezētos divu formantu stimulus ar auditīvās patskaņa ideālformas īpašībām, kas nostiprinājušās viņa atmiņā. Šādā veidā ir iespējams noteikt gan katra patskaņa auditīvās ideālformas koordinātes, gan katra patskaņa zonas aptuvenās robežas auditīvās uztveres sfērā.

Lai noteiktu četrus formantu atskaites stimulam visprecīzāk atbilstošo divu formantu stimulš, stimulu virknes ir jāsakārto pāros, kuru viens loceklis ir atskaites stimulš, bet otrs loceklis ir divu formantu stimulš ar mainīgu pirmā vai otrā formanta frekvenci. Lai klausītājs vieglāk varētu salīdzināt abu skaņu īpašības, šādos stimulu pāros pauze starp stimuliem nedrīkst būt garāka par pašu stimulš ilgumu.

Balstoties uz aplūkoto teoriju un citās valstīs veiktajiem pētījumiem, var izteikt hipotēzi, ka arī latviešu valodas patskaņiem auditīvajos eksperimentos noteiktais  $F2'$  patskaņiem /i:/ un /e:/ būs ar augstāku frekvenci nekā izrunas mērījumos noteiktā  $F2$  frekvence, jo šiem patskaņiem paredzama spektrālā integrācija starp  $F2$  un augstākajiem formantiem. Tā kā latviešu valodas patskaņu sistēmā nav nelabiāliem priekšējās rindas patskaņiem pretstatītu labiālu priekšējās rindas patskaņu, to izrunā pieļaujama lielāka lūpu stāvokļa brīvība. Tas varētu ietekmēt šo patskaņu  $F3$  frekvenci, līdz ar to ietekmējot eksperimentos nosakāmo  $F2'$ . Tā kā augsta pacēluma patskaņiem /i:/ un /u:/ gaidāma spektrālā integrācija arī starp  $F1$  un  $F0$ , eksperimentāli noteiktajai  $F1^*$  vērtībai vajadzētu būt zemākai par mērījumos noteikto. Saskaņā ar atziņu par uztveres sfēras paplašināšanos salīdzinājumā ar izrunas sfēru gaidāms, ka arī citu patskaņu eksperimentāli noteiktās  $F1^*$  un  $F2'$  vērtības atšķirsies no mērījumos noteiktajām.

## 2.2. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU AUDITĪVO IDEĀLFORMU NOTEIKŠANAI IZMANTOTAIS MATERIĀLS

Lai noskaidrotu, kādai jābūt sintezētu divu formantu patskaņu efektīvā otrā formanta frekvencei<sup>10</sup>, lai tie maksimāli atbilstu latviešu valodas runātāju priekšstatam par latviešu valodas patskaņu ideālo skanējumu, tika veikti divi auditīvās uztveres eksperimenti. Trešā auditīvās uztveres eksperimenta mērķis bija noskaidrot ideālās pirmā formanta vērtības<sup>11</sup> divu formantu patskaņiem, kuriem otrais formants atbilda iepriekšējos eksperimentos noteiktajam efektīvajam otrajam formantam ( $F2^i$ ). Šajos eksperimentos tika iesaistīti cilvēki, kuriem latviešu valoda ir dzimtā valoda. Pirmā eksperimenta auditoriju veidoja latviešu filoloģijas studenti un docētāji, bet otrā – dažādu profesiju pārstāvji, kuru izrunā nebija vērojamas izteiktas dialektālas iezīmes.

Patsk.	F0		F1		F2		F3		F4	
	Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	138	1,35	314	3,17	2177	13,58	3034	15,76	3614	16,85
[e:]	131	1,28	458	4,55	2048	13,17	2711	15,03	3669	16,94
[æ:]	121	1,17	681	6,38	1639	11,68	2293	13,92	3313	16,31
[a:]	124	1,21	768	7,02	1147	9,37	2667	14,92	3666	16,94
[o:]	127	1,24	529	5,17	868	7,70	2618	14,80	3520	16,69
[u:]	138	1,35	328	3,31	699	6,52	2438	14,33	3008	15,70

12. tabula. Informanta V2 izrunātu izolētu patskaņu pamattoņa un pirmo četrus formantu frekvenču vērtības hercos (Hz) un barkos (Z).

Eksperimentālā materiāla sagatavošanā tika izmantoti 29 gadus veca informanta (vīrieša) izolēti izrunātu garo patskaņu analīzes dati. Informantam tika dots uzdevums izrunāt garos latviešu valodas patskaņus tā, lai tie maksimāli atbilstu latviešu valodas patskaņu ideālajam skanējumam. Šādi izrunāti patskaņi tika ierakstīti Igaunijas ZA Kibernētikas institūta Fonētikas un runas tehnoloģijas laboratorijas bezatbalss telpā, lietojot augstas kvalitātes dinamisko mikrofonu SHURE PROLOGUE 14H un digitālo kasešu magnetofonu CASIO DA-7. Ierakstīto patskaņu spektrālā analīze tika veikta, izmantojot fonētisko pētījumu aparāturu Kay CSL 4300. Patskaņu spektrālās īpašības tika noteiktas, izmantojot LPC metodi (LPC - lineāri paredzošā kodēšana), lietojot 8 LPC

<sup>10</sup> Apzīmējums  $F2^i$  šajā darbā turpmāk lietots ar formulām teorētiski aprēķināmā efektīvā otrā formanta apzīmēšanai, bet eksperimentu rezultātu apzīmēšanai tas aizstāts ar  $F2^i$ , kas norāda uz klausītāju uztveres ideālformai tuvākā divu formantu patskaņa efektīvo otro formantu, lai šķirtu to no papildeksperimentā noteiktā divu formantu stimula efektīvā otrā formanta (apzīmēta ar  $F2^s$ ), kas pēc kvalitātes būtu vistuvākais sintezētajam četrus formantu atskaites stimulam.

<sup>11</sup> Citu autoru darbos lietotais apzīmējums  $F1^*$  atbilstoši otrā formanta apzīmējumiem šajā darbā aizstāts ar  $F1^i$  un  $F1^s$ .

koeficientus [i:, e:, æ:, a:] spektrālai analīzei un 12 LPC koeficientus [o:, u:] analīzei. Tika noteikts katra patskaņa pamattonis un pirmo četru formantu centru frekvences, kuru skaitliskās vērtības akustiskajās mērvienībās (Hz) un uztveres psihofizikālajās mērvienībās (Z)<sup>12</sup> redzamas 12. tabulā.

Balstoties uz iegūtajiem datiem, tika sintezēti divu formantu patskaņi diviem auditīvās uztveres eksperimentiem. Trešajam eksperimentam divu formantu patskaņu sintēzei tika izmantotas pirmajos eksperimentos noteiktās efektīvā otrā formanta F2<sup>1</sup> frekvences vērtības.

---

<sup>12</sup> Skat. 1. un 2. formulu (Traunmüller 1988) formantu frekvenču akustisko datu  $f$  (Hz) pārveidošanai auditīvās uztveres psihofizikālajās vienībās  $z$  (Z)

### 2.2.1. PIRMAIS EKSPERIMENTS

Sintezētu divu formantu patskaņu materiāls šim eksperimentam tika veidots, izmantojot Kay CSL 4300 LPC sintēzes metodi (programmatūra ASL 4304). Sintezējot divu formantu patskaņus, netika mainīts dabīgo izolēto garo patskaņu pamattonis F0 un pirmais formants F1, kā arī pirmā un otrā formanta amplitūda un joslas platums. Visi formanti, kas bija augstāki par otro (F2), tika izdzēsti, bet otrā formanta F2 frekvence tika pakāpeniski mainīta ar 0,33 barku intervālu. Katram patskaņim ([i:, e:, æ:, a:, o:, u:]) tika izveidotas divas sintezētu divu formantu stimulu virknes. Pirmā virkne tika veidota tā, lai tā sāktos ar stimulu, kura F2 bija zemāka frekvence par mērījumos noteikto dabiski izrunātā patskaņa F2 frekvenci. Katra sekojošā stimula F2 frekvence tika paaugstināta par 0,33 barkiem, līdz tā sasniedza frekvenci, kura bija augstāka par mērījumos noteikto dabiski izrunātā patskaņa F2 frekvenci. Otrajā virknē tie paši stimuli tika sakārtoti apgrieztā secībā. Virknes stimulu minimālā un maksimālā F2 frekvence tika izvēlēta tā, lai tā iesniegtos cita, apmēram tā paša mutes vēruma un mēles pacēluma patskaņa F2 frekvences joslā. Šādas izvēles mērķis bija noskaidrot, vai patskaņa kvalitātes uztverē robeža starp diviem apmēram vienāda mutes vēruma patskaņiem, piem., [e:] un [o:], tiek noteikta kādā artikulācijas vietas (atspoguļota ar F2 frekvences vērtību) pakāpenisku maiņu brīdī, kad F2 frekvence ir starp [e:] F2 frekvenci un [o:] F2 frekvenci, vai patskaņiem [e:] un [o:] katram ir sava noteikta F2 frekvenču vērtību zona, kuras robežās patskaņi tiek uztverti kā [e:] vai [o:], bet šīs zonas nesaskaras, jo tām pa vidu ir F2 frekvenču josla, kurā patskaņi pēc uztveramās kvalitātes neatbilst ne [e:], ne [o:]. Katru stimulu virkni ievadīja sintezēts četru formantu patskaņi (LPC sintēzes procesā tika izdzēsta visa spektrālā informācija, kas dabiski izrunātajā izolētajā patskaņī atradās virs ceturtā formanta), kas kalpoja kā atskaites vienība ideālā divu formantu patskaņa noteikšanā. Visu virknes stimulu ilgums bija 300 ms. Starp virknes stimuliem bija 2 s pauzes, bet starp divām viena patskaņa virknēm – 5 s pauze.

Visu eksperimenta materiālu kopumā veidoja 198 sintezēti patskaņi:

- 1) katru no divām [i:] virknēm veidoja četru formantu atskaites stimuls un 21 divu formantu stimuls, kuram bija nemainīga F1 frekvence – 314 Hz (3,17 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 1335 Hz (10,33 Z) līdz 3502 Hz (16,66 Z);

- 2) katru no divām [e:] virknēm veidoja četrus formantu atskaites stimulus un 20 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 458 Hz (4,55 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 1202 Hz (9,66 Z) līdz 2988 Hz (15,66 Z);
- 3) katru no divām [æ:] virknēm veidoja četrus formantu atskaites stimulus un 15 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 681 Hz (6,38 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 1202 Hz (9,66 Z) līdz 2437 Hz (14,33 Z);
- 4) katru no divām [a:] virknēm veidoja četrus formantu atskaites stimulus un 10 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 768 Hz (7,02 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 915 Hz (8,0 Z) līdz 1479 Hz (11,0 Z);
- 5) katru no divām [o:] virknēm veidoja četrus formantu atskaites stimulus un 12 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 529 Hz (5,17 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 967 Hz (8,33 Z) līdz 1720 Hz (12,0 Z);
- 6) katru no divām [u:] virknēm veidoja četrus formantu atskaites stimulus un 15 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 328 Hz (3,31 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 588 Hz (5,66 Z) līdz 1335 Hz (10,33 Z).

Tā kā izvēlētajā sintēzes metode radīja grūtības velāro patskaņu [a:], [o:] un [u:] sintēzē<sup>13</sup>, šo patskaņu divu formantu stimulu F2 zemākā frekvences vērtība nebija iespējama mazāka par 967 Hz [o:] un 588 Hz [u:], jo, pazeminot šo patskaņu stimulu F2 frekvenci zem minētajām vērtībām, iegūto skaņu kvalitāte neatbilda eksperimenta prasībām. Tā rezultātā patskaņa [o:] divu formantu stimula minimālā F2 frekvences vērtība bija nevis zemāka par dabiska patskaņa [o:] F2 vērtību (868 Hz), bet gan 99 Hz augstāka par to (967 Hz). Tas jāņem vērā eksperimenta rezultātu novērtējumā.

Eksperiments tika veikts Latvijas Universitātes Filoloģijas fakultātē, un tajā piedalījās 16 respondenti: 3 fonētiķi, 4 valodnieki un 9 ceturtā kursa valodniecības studentes. Respondentiem tika izdalītas atbilžu lapas un dota mutiska informācija:

*"Skaņas, ko jūs dzirdēsiet, ir sintezēti divu formantu patskaņi, tāpēc to skanējums var atšķirties no dabisku patskaņu skanējuma. Šie sintezētie patskaņi jums tiks atskaņoti sakārtoti virknēs, kuru pirmā skaņa ir dabiskam patskanim atbilstoša atskaites skaņa, kas paredzēta pārējo virknes skaņu kvalitātes novērtēšanai. Katram patskanim ir sintezēts divu virkņu pāris, kuru jūs dzirdēsiet trīs reizes. Jums ir uzmanīgi jāklausa un jānosaka, kurš no virknes patskaņiem ir vislīdzīgākais virknes pirmajam, t. i., atskaites patskanim. Klausoties*

<sup>13</sup> Atbilstoši akustiskās fonētikas teorētiskajiem atzinumiem patskanis /a:/ jāklasificē nevis kā velārs, bet kā faringāls, jo tā kvalitāti nosakošā balss trakta maksimālā sašaurinājuma vieta atrodas faringa nevis velārajā rajonā.

katru virkni pirmo reizi, atbilžu lapā atzīmējiet visus atbilžu variantus, kas apzīmē tos patskaņus, kuri atgādina atskaites patskani (šī informācija tika izmantota, nosakot patskaņu robežas – J.G.)! Klausoties virkni otro reizi, izvēlieties divas vai trīs atskaites patskanim vislīdzīgākās skaņas, bet trešajā reizē apvelciet to atbildes variantu, kas apzīmē skaņu, kura visprecīzāk atbilst atskaites skaņai!"

### Pirmā eksperimenta rezultāti.

Patskanis	Eksperimentāli noteikto F2 zonu robežu frekvences vērtības			
	Minimālā vērtība		Maksimālā vērtība	
	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	1920	12.74	3192	16.08
[e:]	1707	11.95	2738	15.09
[æ:]	1330	10.31	2198	13.64
[a:]	922	8.05	1188	9.59
[o:]	1022	8.66	1317	10.24
[u:]	699	6.52	1023	8.66

13. tabula. Patskaņu F2 vērtību zonu robežas hercos (Hz) un barkos (Z), kurās šī patskaņa kvalitāte tiek uztverta kā noteiktai fonēmai atbilstoša.

Visu respondentu atbildes tika apkopotas un statistiski apstrādātas. No tām redzams, ka katram patskanim ir F2 vērtību zona, kurā tā kvalitātes maiņas tiek uztvertas kā vienas fonēmas dažādu variantu iespējamā kvalitāte. F2 vērtībai atrodoties ārpus šīs zonas robežām, patskanis tika klasificēts kā "latviešu valodas patskaņu sistēmai nepiederošs". Šīs patskaņu iespējamo F2 vērtību zonas savstarpēji bija nošķirtas, t. i., tās nesaskārās un neveidoja kopēju robežu diviem apmēram vienāda mēles pacēluma patskaņiem (sk. 13. tab.).

Patskanis	1. virkne		2. virkne		F2 <sup>1</sup>	
	Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	2320	14,00	2368	14,14	2344	14,07
[e:]	2066	13,23	2130	13,43	2098	13,33
[æ:]	1623	11,61	1672	11,81	1648	11,72
[a:]	995	8,50	1003	8,55	999	8,52
[o:]	1121	9,22	1156	9,42	1139	9,32
[u:]	854	7,61	769	7,02	812	7,32

14. tabula. Sintezētu divu formantu patskaņu otrā formanta F2 vidējās vērtības aprēķinātas katrai stimulu virknei atsevišķi no eksperimenta rezultātiem (1. virkne – pieaugošas F2 frekvences vērtības, 2. virkne – dilstošas) un no tām noteiktās vidējās efektīvā otrā formanta F2<sup>1</sup> frekvences vērtības.



Uz visu respondentu atbilžu pamata katram patskanim tika aprēķināta vidējā ideālā F2 frekvences vērtība gan katrai virknei atsevišķi, gan abām virknēm kopā. Abu virkņu kopējā vidējā vērtība atbilst katra patskaņa efektīvā otrā formanta F2<sup>i</sup> frekvences vērtībai. Šo aprēķinu rezultāti ir redzami 14. tabulā.

Lai būtu vieglāka eksperimenta rezultātu novērtēšana, tika izveidota 15. tabula, kurā norādītas katra patskaņa mērītās F2 vērtības (sk. 12. tab.) un ar R. Bladona un G. Fanta formulu (sk. 23. formulu) paredzētās efektīvā F2' vērtības hercos un barkos.

Patskanis	Mērītās F2 vērtības		Paredzētās F2' vērtības	
	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	2177	13,58	3058	15,81
[e:]	2048	13,17	2296	13,98
[æ:]	1639	11,68	1704	11,94
[a:]	1147	9,37	1152	9,39
[o:]	868	7,70	869	7,71
[u:]	699	6,52	702	6,54

**15. tabula.** Izolētu patskaņu izrunas mērījumos noteiktās F2 frekvences vērtības un pēc R. Bladona un G. Fanta 1977. gada formulas aprēķinātās teorētiski paredzamās F2' frekvences vērtības hercos (Hz) un barkos (Z).

Salīdzinot eksperimenta rezultātus (sk. 14. tab.) ar dabiski izrunātu izolētu patskaņu F2 frekvences vērtībām (sk. 15. tab.), ir vērojamas sekojošas iezīmes:

- 1) sintezētu priekšējās rindas divu formantu patskaņu F2<sup>i</sup> atbilstoši teorijai (Carlson et al. 1970; Bladon & Fant 1978; Eek & Meister 1994) ir ar augstāku frekvenci nekā dabiski izrunātu vai sintezētu četru formantu patskaņu F2;
- 2) sintezētu vidējās un pakaļējās rindas divu formantu patskaņu F2<sup>i</sup> vērtības ir negaidītas un neatbilst nekādiem paredzējumiem.

Atbilstoši teorijai (Carlson et al. 1970; Bladon & Fant 1978):

- 1) sintezētu priekšējās rindas augsta pacēluma divu formantu patskaņu efektīvajam otrajam formantam jābūt ar izteikti augstāku frekvenci, ko nosaka spektra augstāko formantu F2, F3 un F4 integrācija;
- 2) priekšējās rindas zema pacēluma divu formantu patskaņu efektīvajam otrajam formantam gaidāma frekvence, kas ir vienāda ar mērījumos iegūto vai arī ir augstāka vai zemāka par to, jo spektrālā integrācija starp pirmo un otro formantu ir izslēgta, bet starp otro un trešo formantu tonotopiskā distance ir tāda, ka trešā formanta ietekme varētu būt visai vāja;
- 3) vidējās un pakaļējās rindas divu formantu patskaņu efektīvajam otrajam formantam F2<sup>i</sup> būtu jābūt frekvencei, kas ir vienāda ar dabiski izrunātu vai sintezētu četru formantu

patskaņu F2 frekvenci vai ir tuva tai, jo paredzama spektrālā integrācija starp pirmo un otro formantu.

Salīdzinot pirmā eksperimenta rezultātus (14. tab.) ar 15. tabulā norādītajām mērītajām un paredzētajām F2 vērtībām, iegūstama 16. tabula, kurā skaitliski izteiktas mērīto, teorētiski paredzēto un pirmajā eksperimentā iegūto F2 vērtību atšķirības.

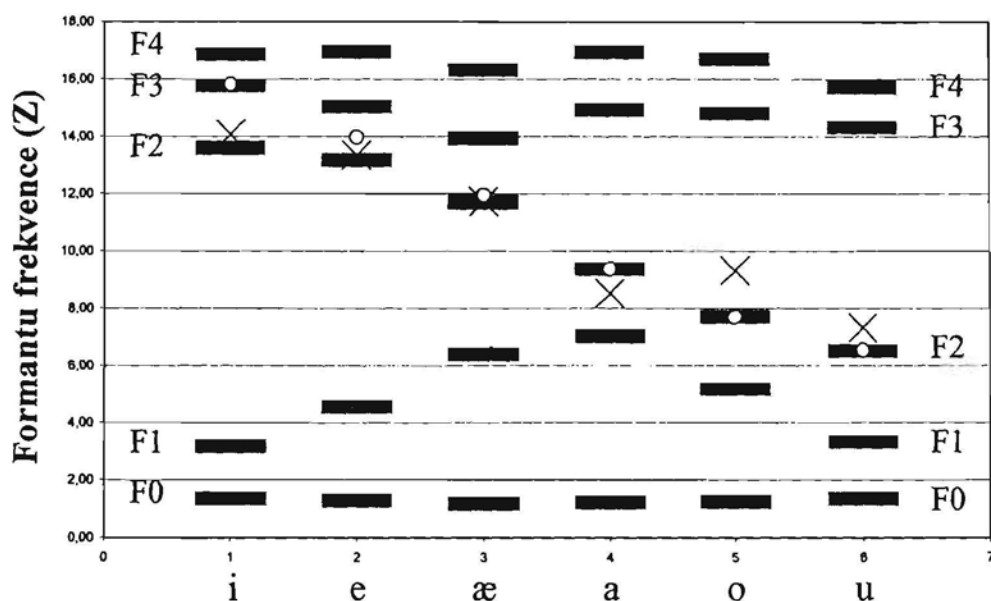
Patsk.	Mēr./Par.	1. virkne		2. virkne		F2 <sup>i</sup>	
		Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	Mērītās	+143	+0,42	+191	+0,56	+167	+0,49
	Paredz.	-738	-1,81	-690	-1,67	-714	-1,74
[e:]	Mērītās	+18	+0,06	+82	+0,26	+50	+0,16
	Paredz.	-230	-0,75	-166	-0,55	-198	-0,65
[æ:]	Mērītās	-16	-0,07	+33	+0,13	+9	+0,04
	Paredz.	-81	-0,33	-32	-0,13	-56	-0,22
[a:]	Mērītās	-152	-0,87	-144	-0,82	-148	-0,85
	Paredz.	-157	-0,89	-149	-0,84	-153	-0,87
[o:]	Mērītās	+253	+1,52	+288	+1,72	+271	+1,62
	Paredz.	+252	+1,51	+287	+1,71	+270	+1,61
[u:]	Mērītās	+155	+1,09	+70	+0,50	+113	+0,80
	Paredz.	+152	+1,07	+67	+0,48	+110	+0,78

**16. tabula.** Skaitliskās atšķirības starp pirmā eksperimenta rezultātiem (14. tab.) un 15. tabulā norādītajām mērītajām un paredzētajām F2 vērtībām. Norādītas atšķirības no mērītajām un paredzētajām vērtībām gan 1. un 2. virknē noteiktajām ideālajām F2 vērtībām, gan no tām aprēķinātajām kopējām vidējām vērtībām F2<sup>i</sup>, kuras uzskatāmas par šajā eksperimentā noteiktajiem efektīvajiem otrajiem formantiem.

Lai eksperimenta rezultātā iegūtās F2<sup>i</sup> vērtības būtu vieglāk salīdzināt ar mērījumos iegūtajām F2 (un augstāku formantu) vērtībām un teorētiski aprēķinātajām F2' vērtībām, tika izveidots 43. attēls.

Priekšējās rindas augsta un vidēja pacēluma divu formantu patskaņiem [i:] un [e:] tiešām vērojama augstāko formantu integrācijas izraisīta otrā formanta F2 frekvences paaugstināšanās, salīdzinot ar F2 frekvences vērtību dabiski izrunātos un sintezētos četrus formantu patskaņos (sk. 43. att.), taču šīs vērtības nesasniedz teorētiski paredzētās vērtības (sal. 14. un 15. tab. norādītās vērtības). Eksperimentā noteiktās F2<sup>i</sup> vērtības norāda uz to, ka gan [i:], gan [e:] ceturtā formanta loma spektrālajā integrācijā ir samērā neliela, lai gan tonotopiskā distance starp patskaņa [i:] trešo un ceturto formantu (1,09 Z) ir mazāka nekā distance starp otro un trešo formantu (2,18 Z), bet patskaņim [e:] šīs distances ir apmēram vienādas (atbilstoši – 1,91 un 1,86 Z). Vērojams, ka pat trešā formanta ietekme spektrālajā integrācijā šiem patskaņiem ir mazāka nekā tas būtu paredzams, ko varētu skaidrot ar otrā formanta enerģētisko pārsvaru pār trešo formantu.

Kā tas tika paredzēts, priekšējās rindas zema pacēluma divu formantu patskaņa [æ:] efektīvajam otrajam formantam  $F2^i$  eksperimentā noteiktā vērtība bija ļoti tuva mērītajai un nenozīmīgi atšķīrās no paredzētās (sk. 16. tab. un 43. att.).



43. attēls. Mērījumos iegūto latviešu valodas patskaņu pamattoņa (F0) un pirmo četru formantu (F1-F4) frekvenču datu (pelēkie nogriežņi) salīdzinājums ar teorētiski aprēķinātajiem  $F2'$  datiem (baltie aplīši) un pirmajā eksperimentā iegūtajiem  $F2^i$  datiem (slīpie krustiņi). Formantu frekvences izteiktas barkos (Z).

Eksperimentā noteiktās vidējās un pakaļējās rindas divu formantu patskaņu  $F2^i$  vērtības ne tikai neapstiprina teoriju, bet ir pretrunā arī ar atziņu, ka pakaļējo patskaņu uztveres (auditīvo) ideālformu  $F2$  vērtības parasti ir zemākas par šo patskaņu izrunas (akustisko) ideālformu  $F2$  vērtībām, padarot tos uztverē vēl "pakaļējākus". No eksperimenta rezultātiem redzams, ka respondenti, salīdzinot ar [a:, o:, u:] dabisko izrunu (sk. 16. tab.), par ideālu atzinuši pakaļējāku [a:] artikulāciju ( $F2$  vērtības ievērojami zemākas par mērītajām un paredzētajām) un priekšējāku [o:] un [u:] artikulāciju ( $F2$  vērtības ievērojami augstākas par mērītajām un paredzētajām). Šāda artikulācijas vietas pārbīde ietekmētu patskaņu [a:] un [o:] fonoloģisko klasifikāciju – [a:] no vidējās rindas zema mēles pacēluma patskaņa kļūtu par pakaļējās rindas zema mēles pacēluma patskani [a:], bet [o:] no pakaļējās rindas vidēja mēles pacēluma patskaņa kļūtu par vidējās rindas vidēja mēles pacēluma patskani [e:]. Tas būtu pretrunā ar tradicionālo šo patskaņu fonoloģisko klasifikāciju, kas ir balstīta uz rentgenogrāfiskiem šo patskaņu artikulācijas pētījumiem. Lai gan izrunas akustisko datu analīze dod pamatu ar grafēmu 'ā' apzīmējamā patskaņa klasificēšanai par pakaļējās rindas zema mēles pacēluma patskani, tas nav

pakaļējāks par [o:] un [u:]. Izrunas akustiskajos datos nekas neliecina par to, ka ar grafēmu 'o' apzīmējamā skaņa ir mainījusi artikulācijas rindu. Maz ticams, ka patskaņu ideālformas izrunā un uztverē kvalitatīvi var būt tik atšķirīgas. Respondentu negaidītā izvēle drīzāk būtu skaidrojama ar [a:], [o:] un [u:] sintezēto divu formantu stimulu nepietiekamo kvalitāti. Lai pārbaudītu šo pieņēmumu, tika sagatavots un veikts otrais eksperiments.

## 2.2.2. OTRAIS EKSPERIMENTS

Otrā eksperimenta materiāla sagatavošanas procesā liela uzmanība tika veltīta sintezētu divu formantu patskaņu stimulu kvalitātes nodrošināšanai. Tas tika panākts, sintēzei lietojot kvalitatīvu aparatūru un citu metodoloģisko pieeju.

Šoreiz sintēzei tika lietota HEWLETT PACKARD 715/50 darba stacijā (operatīvās sistēmas *UNIX* specializētā versija *HPUX 9,0*) instalēta sintēzes programma SENSYN (ražotājs – *Sensimetrics Corp.*). Četru formantu atskaites stimuli tika sintezēti, izmantojot 12. tabulā norādītos dabiski izrunāto izolēto patskaņu formantu frekvenču datus. Katra patskaņa divu formantu stimulu pirmā (nemainīgā) formanta F1 frekvence arī atbilda 12. tabulā norādītajai attiecīgā patskaņa F1 frekvences vērtībai, bet otrā (mainīgā) formanta F2 frekvence tika mainīta ik pa 0,33 barkiem. Visu stimulu ilgums bija 300 ms. Pamattonis F0 tika vienādots visiem patskaņiem – patskaņa sākumā tas bija 90 Hz, nākošo 100 ms laikā tā frekvence paaugstinājās līdz 100 Hz, tad pakāpeniski samazinājās, patskaņa beigās sasniedzot 80 Hz vērtību. Stimulu spektra harmoniju jeb toņu amplitūdas datums aprēķināja automātiski, balstoties uz formantu savstarpējo novietojumu spektrā. Formantu joslu platumi tika vienādoti visiem patskaņiem: divu un četru formantu stimuliem F1 joslas platumi bija 60 Hz, bet F2 – 90 Hz (četrus formantu stimuliem: F3 – 150 Hz un F4 – 200 Hz). Līdzīgi pirmā eksperimenta materiālam stimuli tika sakārtoti virknēs. Katram patskaņim tika izveidotas divas stimulu virknes: pirmajā virknē F2 frekvence pakāpeniski paaugstinājās, bet otrajā – samazinājās. Katru divu formantu patskaņu stimulu virkni ievadīja sintezēts četru formantu patskaņš. Starp virknes stimuliem bija 3 s pauzes, bet abas viena patskaņa virknes šķīra 5 s pauze.

Tā kā pirmā eksperimenta rezultāti norādīja uz katra patskaņa kvalitātei atbilstošu F2 zonu esamību, stimulu skaitu varēja samazināt, jo nebija nepieciešams rīkoties pēc nosacījuma, ka katra patskaņa virknei jāiesniedzas blakus patskaņa (izrunāta ar līdzīgu mēles pacēlumu) izrunas vērtību zonā. Divu formantu stimulu virknes tika veidotas tā, lai to stimulu minimālā F2 vērtība būtu mazāka par izolētu patskaņu izrunas mērījumos noteikto F2 vērtību, bet maksimālā F2 vērtība – lielāka, un lai tās ar uzviju nosegtu pirmajā eksperimentā noteiktās katra patskaņa iespējamo F2 vērtību zonas (skat. 13. tabulu).

Visu eksperimenta materiālu kopumā veidoja 142 sintezēti patskaņi:

- 1) katru no divām [i:] virknēm veidoja četrus formantu atskaitei stimulus un 10 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 314 Hz (3,17 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 2098 Hz (13,33 Z) līdz 3152 Hz (16,0 Z);
- 2) katru no divām [e:] virknēm veidoja četrus formantu atskaitei stimulus un 10 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 458 Hz (4,55 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 1807 Hz (12,33 Z) līdz 2698 Hz (15,0 Z);
- 3) katru no divām [æ:] virknēm veidoja četrus formantu atskaitei stimulus un 10 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 681 Hz (6,38 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 1404 Hz (10,66 Z) līdz 2204 Hz (13,66 Z);
- 4) katru no divām [a:] virknēm veidoja četrus formantu atskaitei stimulus un 10 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 768 Hz (7,02 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 915 Hz (8,0 Z) līdz 1479 Hz (11,0 Z);
- 5) katru no divām [o:] virknēm veidoja četrus formantu atskaitei stimulus un 14 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 529 Hz (5,17 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 765 Hz (7,0 Z) līdz 1555 Hz (11,33 Z);
- 6) katru no divām [u:] virknēm veidoja četrus formantu atskaitei stimulus un 11 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 328 Hz (3,31 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 588 Hz (5,66 Z) līdz 1022 Hz (8,66 Z).

Eksperimentā piedalījās 7 respondenti: 1 fonētiķis un 6 personas, kurām latviešu valoda ir dzimtā valoda un kuru izrunā nav vērojamas dialektālas iezīmes. Nevienam no respondentiem pirms eksperimenta netika konstatēti runas vai dzirdes traucējumi, kas varētu ietekmēt eksperimenta rezultātus. Respondentiem tika izdalītas atbilžu lapas un dota mutiska informācija:

*"Skaņas, ko jūs dzirdēsiet, ir sintezēti divu formantu patskaņi, tāpēc to skanējums var atšķirties no dabisku patskaņu skanējuma. Šie sintezētie patskaņi jums tiks atskaņoti sakārtoti virknēs, kuru pirmā skaņa ir dabiskam patskanim atbilstoša atskaitei skaņa, kas paredzēta pārējo virknes skaņu kvalitātes novērtēšanai. Katram patskanim ir sintezēts divu virkņu pāris, kuru jūs dzirdēsiet trīs reizes. Jums ir uzmanīgi jā klausās un jānosaka, kurš no virknes patskaņiem ir vislīdzīgākais virknes pirmajam, t. i., atskaitei patskanim. Klausoties katru virkni pirmo reizi, atbilžu lapā atzīmējiet visus atbilžu variantus, kas apzīmēj tos patskaņus, kuri atgādina atskaitei patskani! Klausoties virkni otro reizi, izvēlieties divas vai trīs atskaitei patskanim vislīdzīgākās skaņas, bet trešajā reizē apvelciet to atbildes variantu, kas apzīmē skaņu, kura visprecīzāk atbilst atskaitei skaņai!"*

### Otrā eksperimenta rezultāti.

Kā jau varēja paredzēt, stimulu kvalitātei bija liela ietekme uz respondentu atbildēm. Atbildes statistiski apstrādājot, tika iegūtas vidējās izvēlēta F2 vērtības katrai stimulu virknei atsevišķi. Aprēķinot vidējo vērtību no abu virkņu vidējām izvēlēta F2 vērtībām, tika iegūtas F2<sup>i</sup> skaitliskās vērtības. Aprēķinu rezultāti apkopoti 17. tabulā, kurā norādītas gan katras virknes vidējās F2 vērtības, gan F2<sup>i</sup> vērtības.

Patskanis	1. virkne		2. virkne		F2 <sup>i</sup>	
	Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	2584	14,72	2609	14,78	2597	14,75
[e:]	2141	13,47	2250	13,80	2196	13,64
[æ:]	1739	12,07	1787	12,26	1763	12,17
[a:]	1141	9,33	1115	9,19	1128	9,26
[o:]	887	7,82	857	7,63	872	7,73
[u:]	693	6,47	682	6,39	688	6,44

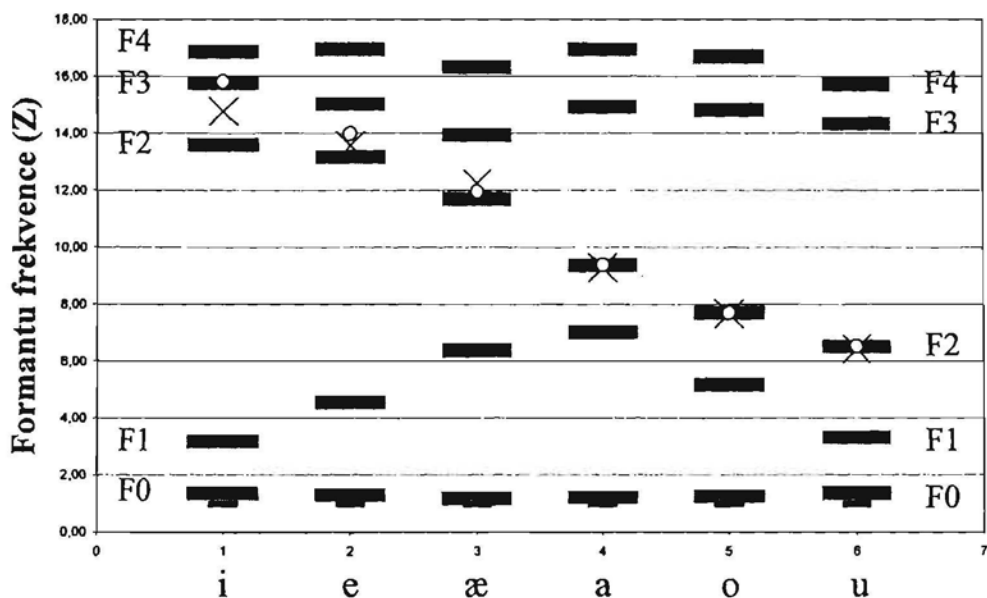
17. tabula. Otrajā eksperimentā noteikto labāko divu formantu stimulu F2 vidējās vērtības 1. un 2. virknē un no tām aprēķinātās efektīvā otrā formanta F2<sup>i</sup> vērtības katram patskanim.

Salīdzinot otrā eksperimenta rezultātus (sk. 17. tab.) ar 15. tabulā norādītajām mērītajām un paredzētajām F2 vērtībām, iegūstama 18. tabula, kurā skaitliski izteiktas mērīto, teorētiski paredzēto un otrajā eksperimentā iegūto F2 vērtību atšķirības.

Patsk.	Mēr./Par.	1. virkne		2. virkne		F2 <sup>i</sup>	
		Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	Mērītās	+407	+1,14	+432	+1,20	+420	+1,17
	Paredz.	-474	-1,09	-449	-1,03	-461	-1,06
[e:]	Mērītās	+93	+0,30	+202	+0,63	+148	+0,47
	Paredz.	-155	-0,51	-46	-0,18	-100	-0,34
[æ:]	Mērītās	+100	+0,39	+148	+0,58	+124	+0,49
	Paredz.	+35	+0,13	+83	+0,32	+59	+0,23
[a:]	Mērītās	-6	-0,04	-32	-0,18	-19	-0,11
	Paredz.	-11	-0,06	-37	-0,20	-24	-0,13
[o:]	Mērītās	+19	+0,12	-11	-0,07	+4	+0,03
	Paredz.	+18	+0,11	-12	-0,08	+3	+0,02
[u:]	Mērītās	-6	-0,05	-17	-0,13	-11	-0,08
	Paredz.	-9	-0,07	-20	-0,15	-14	-0,10

18. tabula. Skaitliskās atšķirības starp otrā eksperimenta rezultātiem (17. tab.) un 15. tabulā norādītajām mērītajām un paredzētajām F2 vērtībām. Norādītas atšķirības no mērītajām un paredzētajām vērtībām gan 1. un 2. virknē noteiktajām ideālajām F2 vērtībām, gan no tām aprēķinātajām kopējām vidējām vērtībām F2<sup>i</sup>, kuras uzskatāmas par šajā eksperimentā noteiktajiem efektīvajiem otrajiem formantiem.

Lai eksperimenta rezultātā iegūtās  $F2^i$  vērtības būtu vieglāk salīdzināt ar mērījumos iegūtajām  $F2$  (un augstāku formantu) vērtībām un teorētiski aprēķinātajām  $F2'$  vērtībām, līdzīgi 43. attēlam tika izveidots 44. attēls.



44. attēls. Mērījumos iegūto latviešu valodas patskaņu pamattoņa ( $F0$ ) un pirmo četrus formantu ( $F1$ - $F4$ ) frekvencu datu (pelēkie nogriežņi) salīdzinājums ar teorētiski aprēķinātajiem  $F2'$  datiem (baltie aplīši) un otrajā eksperimentā iegūtajiem  $F2^i$  datiem (slīpie krustiņi). Formantu frekvences izteiktas barkos (Z).

Ja salīdzina 17. tabulā redzamos otrā eksperimenta rezultātus ar teorētiski paredzamajām  $F2'$  vērtībām, kuras iespējams izskaitļot pēc R. Bladona un G. Fanta formulas (sk. 23. formulu) un kuras norādītas 15. tabulā, novērojama samērā precīza to atbilstība (sk. 44. att.). Vidējās rindas patskanim [a:] un pakalējās rindas patskaņiem [o:] un [u:] vērojama minimāla novirze no mērītajām un paredzētajām  $F2$  vērtībām.

Izņēmums ir priekšējās rindas patskaņi [i:] un [e:], kuru otrajā eksperimentā iegūtās  $F2^i$  vērtības norāda uz efektīvā otrā formanta vēlamu novietojumu frekvencē, kas ir gandrīz pa vidu starp dabiski izrunātu izolētu patskaņu [i:] un [e:]  $F2$  frekvencēm un teorētiski paredzētajām  $F2'$  frekvencēm (sk. 44. att.). Tas lielā mērā atgādina pirmā eksperimenta rezultātus (sk. 43. att.), taču šoreiz abu patskaņu  $F2$  vērtības ir augstākas. Ja salīdzina 17. tabulā redzamos otrā eksperimenta rezultātus ar 12. tabulā norādītajām izolētu patskaņu mērījumos iegūtajām vērtībām, redzams (sk. 44. att.), ka izvēlētais sintezēta divu formantu patskaņa [i:] otrais formants (14,75 Z) atrodas gandrīz precīzi pa vidu starp dabiska patskaņa otro un trešo formantu (tonotopiskās distances vidus frekvence atbilst 14,67 Z). Tas liek domāt, ka latviešu valodas patskanim [i:] uztverē spektrāli integrējas otrais un trešais formants, veidojot vienotu enerģijas smaili, kuras frekvence ir pa vidu starp



integrēto formantu frekvencēm. Arī sintezētām divu formantu patskaņiem [e:] otrā formanta frekvence ir augstāka par dabiska patskaņa otrā formanta frekvenci, bet novirze trešā formanta enerģētiskajā ietekmē ir mazāka par patskaņiem [i:] novēroto. Apkopojot priekšējās rindas patskaņu [i:] un [e:] novērojumus, var secināt, ka klausītāji par labākajiem divu formantu patskaņiem atzīst tos, kuru otrā formanta frekvence atrodas pa vidu starp dabiski izrunātu patskaņu otrā formanta vērtību un teorētiski pēc R. Bladona un G. Fanta formulas paredzēto efektīvā otrā formanta  $F2'$  vērtību.

Priekšējās rindas patskaņa [æ:] vēlamā  $F2'$  frekvence ir izraudzīta 124 Hz (0,49 Z) augstāka par mērījumos noteikto un 59 Hz (0,23 Z) augstāka par teorētiski paredzamo  $F2'$  frekvenci (sk. 15., 17. un 18. tab.). Tas tīri labi saskan ar efektīvā otrā formanta  $F2'$  paredzēšanas iespējām izmantojot R. Bladona un G. Fanta formulu. Šāds rezultāts nav pretrunā arī ar "gravitācijas centru" teoriju, jo tonotopiskās distances starp patskaņa [æ:] formantiem ir tādas, ka spektrālā integrācija vai nu nerodas, vai arī var rasties tiklab starp pirmo un otro, cik starp otro un trešo formantu. Šī eksperimenta rezultāti liecina, ka ir vērojama trešā formanta ietekme, taču tās apjoms ir visai neliels (sk. 44. att.).

Mīnētās latviešu valodas priekšējās rindas patskaņu īpatnības varētu būt skaidrojamas ar to, ka latviešu valodā nav fonēmām /i:/ un /e:/ pretstatītu labiālu priekšējās rindas patskaņu fonēmu /y:/ un /ø:/. Labiālu priekšējās rindas fonēmu esamība prasītu augstāku frekvences  $F2'$  vērtību fonēmām /i:/ un /e:/, lai nošķirtu tās no fonēmām /y:/ un /ø:/, kurām labializācijas rādītājs divu formantu sintezētos patskaņos būtu zemāka  $F2'$  vērtība. Paaugstinātā frekvences vērtība fonēmas /æ:/ sintezētajam divu formantu variantam, domājams, norāda tikai uz tieksmi to uztverē vairāk nošķirt no fonēmas /a:/, padarot to "priekšējāku". Pārējo patskaņu teorētiski paredzēto un otrajā eksperimentā iegūto  $F2'$  vērtību atšķirības ir krietni mazākas (3-24 Hz vai 0,02-0,13 Z), tāpēc uzskatāmas par nebūtiskām (sk. 44. att.).

### 2.2.3. PAPILDINĀJUMS OTRAJAM EKSPERIMENTAM

Lai salīdzinātu sintezēto divu formantu stimulu atbilstību patskaņu auditīvajām ideālformām ar to atbilstību četru formantu atskaites stimuliem, tika papildus sagatavots arī cits eksperimentālais materiāls, kurā tika izmantoti tie paši (otrajā eksperimentā izmantotie) sintezētie divu formantu stimuli. Arī šajā materiālā stimuli tika sakārtoti virknēs gan ar pieaugošu, gan ar dilstošu otrā mainīgā formanta F2 frekvenci, taču šoreiz stimuli bija sakārtoti pāros un virknes neievadīja sintezēts četru formantu atskaites stimulš.

Katrā stimulu pāri pirmais bija sintezēts četru formantu stimulš, kuram ar 300 ms paūzi sekoja divu formantu stimulš ar noteiktu F2 frekvenci. Pauzes ilgums stimulu pāri, konsultējoties ar B. Lindblumu un H. Traunmilleru, tika izraudzīts tāds, lai tas sekmētu abu pāri ietverto skaņu auditīvās kvalitātes salīdzināšanu. Starp stimulu pāriem virknēs bija 3 s pauzes, bet divas viena patskaņa kvalitātes noteikšanai veidotās stimulu virknes šķīra 5 s pauze.

Visu eksperimenta materiālu kopumā veidoja 130 sintezētu patskaņu pāri:

- 1) katru no divām [i:] virknēm veidoja stimulu pāri, kuros pirmais bija četru formantu atskaites stimulš, bet otrais – viens no 10 divu formantu stimuliem, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 314 Hz (3,17 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 2098 Hz (13,33 Z) līdz 3152 Hz (16,0 Z);
- 2) katru no divām [e:] virknēm veidoja stimulu pāri, kuros pirmais bija četru formantu atskaites stimulš, bet otrais – viens no 10 divu formantu stimuliem, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 458 Hz (4,55 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 1807 Hz (12,33 Z) līdz 2698 Hz (15,0 Z);
- 3) katru no divām [æ:] virknēm veidoja stimulu pāri, kuros pirmais bija četru formantu atskaites stimulš, bet otrais – viens no 10 divu formantu stimuliem, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 681 Hz (6,38 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 1404 Hz (10,66 Z) līdz 2204 Hz (13,66 Z);
- 4) katru no divām [a:] virknēm veidoja stimulu pāri, kuros pirmais bija četru formantu atskaites stimulš, bet otrais – viens no 10 divu formantu stimuliem, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 768 Hz (7,02 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 915 Hz (8,0 Z) līdz 1479 Hz (11,0 Z);
- 5) katru no divām [o:] virknēm veidoja stimulu pāri, kuros pirmais bija četru formantu atskaites stimulš, bet otrais – viens no 14 divu formantu stimuliem, kuriem bija

nemainīga F1 frekvence – 529 Hz (5,17 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 765 Hz (7,0 Z) līdz 1555 Hz (11,33 Z);

- 6) katru no divām [u:] virknēm veidoja stimulu pāri, kuros pirmais bija četrus formantu atskaites stimulsi, bet otrais – viens no 11 divu formantu stimuliem, kuriem bija nemainīga F1 frekvence – 328 Hz (3,31 Z), bet F2 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 588 Hz (5,66 Z) līdz 1022 Hz (8,66 Z).

Eksperimentā piedalījās tie paši 7 respondenti, kas otrā eksperimenta pirmajā daļā noteica auditīvām ideālformām tuvākos divu formantu patskaņus: 1 fonētiķis un 6 personas, kurām latviešu valoda ir dzimtā valoda un kuru izrunā nav vērojamas dialektālas iezīmes. Respondentiem tika izdalītas atbilžu lapas un dota mutiska informācija:

*"Šajā eksperimentā jūs dzirdēsiet sintezētus patskaņus, kas būs sakārtoti pāros. Tie būs tie paši patskaņi, kas bija dzirdami iepriekš, un jūsu uzdevums būs noteikt to patskaņu pāri, kurā otrais pāra loceklis vislabāk atbilst pirmajam, t. i., to patskaņu pāri, kurā ir vismazākās kvalitatīvās atšķirības starp pāra locekļiem. Šie sintezēto patskaņu pāri jums tiks atskaņoti sakārtoti virknēs. Katram patskaņam ir sintezētas divas virknes, kuras jūs dzirdēsiet trīs reizes. Klausoties katru virkni pirmo reizi, atbilžu lapā atzīmējiet visus atbilžu variantus, kas apzīmē to patskaņu pāri, kurā otrais patskaņš atgādina pirmo, t. i., atskaites patskaņi! Klausoties virkni otro reizi, izvēlieties divus vai trīs patskaņu pārus ar vismazākajām kvalitātes atšķirībām, bet trešajā reizē apvelciet to atbildes variantu, kas apzīmē patskaņu pāri, kura locekļi visprecīzāk atbilst viens otram!"*

#### **Otrā eksperimenta papildinājuma rezultāti.**

Tā kā šī papildēksperimenta mērķis bija noteikt tās sintezētu divu formantu patskaņu otrā formanta vērtības, kas dotu patskaņa kvalitāti, kas būtu iespējami tuva atskaites stimula kvalitātei, varēja gaidīt, ka noteiktās F2 vērtības būs tuvākas dabisku patskaņu mērījumos noteiktajām F2 vērtībām nekā vērtības, kas iegūtas, nosakot eksperimenta dalībnieku apziņā eksistējošās auditīvās ideālformas.

Atbildes statistiski apstrādājot, tika iegūtas vidējās izvēlētā F2 vērtības katrai stimulu virknei atsevišķi. Aprēķinot vidējo vērtību no abu virkņu vidējām izvēlētā F2 vērtībām, tika iegūtas F2<sup>s</sup> skaitliskās vērtības. Aprēķinu rezultāti apkopotī 19. tabulā, kurā norādītas gan katras virknes vidējās F2 vērtības, gan F2<sup>s</sup> vērtības.

Patskanis	1. virkne		2. virkne		F2 <sup>s</sup>	
	Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	2516	14,54	2548	14,62	2532	14,58
[e:]	2093	13,31	2170	13,56	2132	13,44
[æ:]	1676	11,83	1776	12,21	1726	12,02
[a:]	1140	9,33	1115	9,19	1128	9,26
[o:]	863	7,67	863	7,67	863	7,67
[u:]	707	6,58	682	6,39	695	6,49

19. tabula. Otrā eksperimenta papildinājumā izvēlēto F2 vērtību 1. un 2. virknes vidējās vērtības un efektīvā otrā formanta F2<sup>s</sup> vērtība katram patskanim.

Salīdzinot otrā eksperimenta papildinājuma rezultātus (19. tab.) ar 15. tabulā norādītajām mērītajām un paredzētajām F2 vērtībām, iegūstama 20. tabula, kurā skaitliski izteiktas mērīto, teorētiski paredzēto un otrā eksperimenta papildinājumā iegūto F2 vērtību atšķirības.

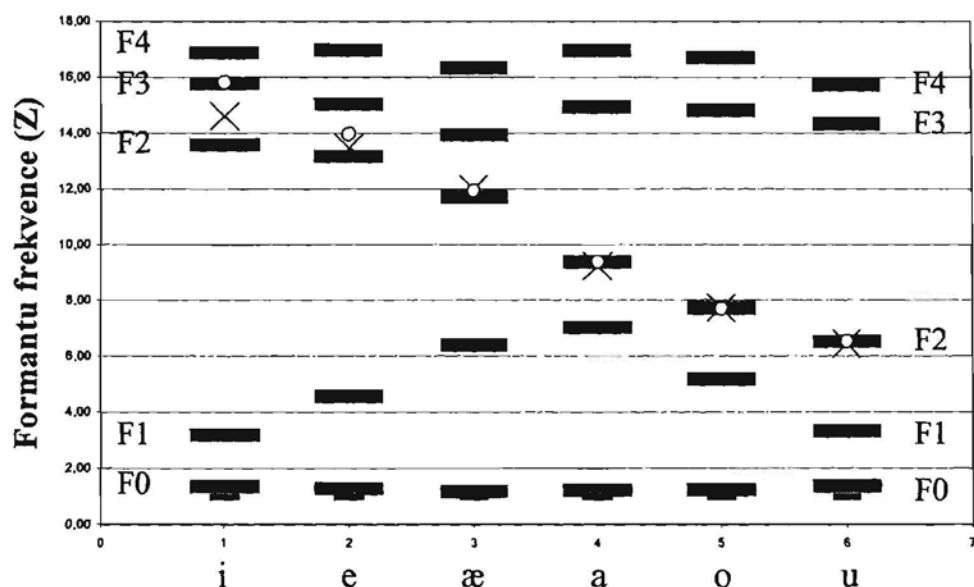
Patsk.	Mēr./Par.	1. virkne		2. virkne		F2 <sup>s</sup>	
		Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	Mērītās	+339	+0,96	+371	+1,04	+355	+1,00
	Paredz.	-542	-1,27	-510	-1,19	-526	-1,23
[e:]	Mērītās	+45	+0,14	+122	+0,39	+84	+0,27
	Paredz.	-203	-0,67	-126	-0,42	-164	-0,54
[æ:]	Mērītās	+37	+0,15	+137	+0,53	+87	+0,34
	Paredz.	-28	-0,11	+72	+0,27	+22	+0,08
[a:]	Mērītās	-7	-0,04	-32	-0,18	-19	-0,11
	Paredz.	-12	-0,06	-37	-0,20	-24	-0,13
[o:]	Mērītās	-5	-0,03	-5	-0,03	-5	-0,03
	Paredz.	-6	-0,04	-6	-0,04	-6	-0,04
[u:]	Mērītās	+8	+0,06	-17	-0,13	-4	-0,03
	Paredz.	+5	+0,04	-20	-0,15	-7	-0,05

20. tabula. Skaitliskās atšķirības starp otrā eksperimenta papildinājuma rezultātiem (19. tab.) un 15. tabulā norādītajām mērītajām un paredzētajām F2 vērtībām. Norādītas atšķirības no mērītajām un paredzētajām vērtībām gan 1. un 2. virknē noteiktajām ideālajām F2 vērtībām, gan no tām aprēķinātajām kopējām vidējām vērtībām F2<sup>s</sup>, kuras uzskatāmas par šajā eksperimentā noteiktajiem efektīvajiem otrajiem formantiem.

Lai eksperimenta rezultātā iegūtās F2<sup>s</sup> vērtības būtu vieglāk salīdzināt ar mērījumos iegūtajām F2 (un augstāku formantu) vērtībām un teorētiski aprēķinātajām F2' vērtībām, līdzīgi 43. un 44. attēlam tika izveidots 45. attēls.

Kopumā otrā eksperimenta papildinājuma rezultāti atbilst otrajā eksperimentā iegūtajiem (sal. 44. un 45. att.). Salīdzinot divu formantu patskani ar četrus formantu atskaites stimulu, vērojama tendence par vislabāk atbilstošajiem izvēlēties patskaņus ar otrā formanta frekvenci, kas tomēr nedaudz tuvāka dabisku patskaņu un sintezētu četrus formantu atskaites stimulu otrā formanta frekvencei (salīdzināšanai sk. 18. un 20., kā arī

15., 17. un 19. tab.) nekā tad, kad tika meklēts respondentu apziņā esošajai auditīvajai ideālformai tuvākais divu formantu stimul.



45. attēls. Mērījumos iegūto latviešu valodas patskaņu pamattoņa (F0) un pirmo četru formantu (F1-F4) frekvenču datu (pelēkie nogriežņi) salīdzinājums ar teorētiski aprēķinātajiem F2' datiem (baltie aplīši) un otrā eksperimenta papildinājumā iegūtajiem F2<sup>s</sup> datiem (slīpie krustiņi). Formantu frekvences izteiktas barkos (Z).

Vidējās un pakaļējās rindas divu formantu patskaņu otrā formanta vērtība F2<sup>s</sup> (sk. 45. att.) praktiski sakrīt ar mērījumos noteikto otrā formanta vērtību (atšķirība vidēji nepārsniedz 20 Hz jeb 0,12 Z – sk. 20. tab.), kā arī ar teorētiski paredzēto efektīvā otrā formanta F2' vērtību (atšķirība vidēji ir robežās no 6 līdz 24 Hz jeb 0,04 līdz 0,13 Z – sk. 20. tab.).

Priekšējās rindas patskaņiem saglabājas otrā eksperimenta rezultātos vērojamas tendences, taču tās ir mazāk izteiktas (sk. 45. att.). Šo patskaņu otrie formanti F2<sup>s</sup> ir vidēji par 37 līdz 65 herciem jeb 0,15 līdz 0,20 barkiem novirzīti mērījumos noteikto F2 vērtību virzienā. Tas liecina, ka otrā formanta frekvence divu formantu stimulus ir tuvāka atskaites stimula otrā formanta frekvencei, ja ir savstarpēji jāsalīdzina divu līdzās atskaņotu patskaņu kvalitāte, nevis atskaņotā patskaņa kvalitāte jāsalīdzina ar atmiņā glabāto patskaņa uztveres ideālformu.

Tas, ka priekšējās rindas patskaņiem pat šādā tiešā salīdzināšanā sintezēta divu formantu patskaņa otrā formanta frekvence nesakrīt ar četru formantu atskaites stimula otrā formanta frekvenci, norāda uz to, ka sintezētiem divu formantu patskaņiem otrā formanta frekvence ir atkarīga no spektrālās integrācijas rezultātā radušos “gravitācijas centru” novietojuma dabiski izrunātos patskaņos. Ja šādu divu formantu patskaņu otrais formants

vienkārši apvienotu vairāku augstāko formantu funkcijas dabiski izrunātos patskaņos, tad tā frekvence nesakristu ar mērījumos noteikto F2 frekvenci arī vidējās un pakāējās rindas patskaņiem.

## 2.2.4. TREŠAIS EKSPERIMENTS

Tāpat kā otrā eksperimenta materiāla sagatavošanā, eksperimenta stimulu sintēzei tika lietota HEWLETT PACKARD 715/50 darba stacijā (operatīvās sistēmas UNIX specializētā versija HPUNIX 9,0) instalēta sintēzes programma SENSYN (ražotājs – *Sensimetrics Corp.*). Četru formantu atskaites stimuli tika sintezēti, izmantojot 12. tabulā norādītos dabiski izrunāto izolēto patskaņu formantu frekvenču datus. Katra patskaņa divu formantu stimulu otrā (nemainīgā) formanta F2 frekvence atbilda otrajā eksperimentā visbiežāk par labāko katra patskaņa divu formantu stimulu atzītā stimula F2 frekvences vērtībai (*nevis aprēķinātajai F2' vērtībai, kas norādīta 17. tab.!*), bet pirmā (mainīgā) formanta F1 frekvence tika mainīta ik pa 0,33 barkiem. Visu stimulu ilgums bija 300 ms. Pamattonis F0, līdzīgi otrā eksperimenta materiālam, tika novienādots visiem patskaņiem – patskaņa sākumā tas bija 90 Hz, nākošo 100 ms laikā tā frekvence paaugstinājās līdz 100 Hz, tad pakāpeniski samazinājās, patskaņa beigās sasniedzot 80 Hz vērtību. Stimulu spektra harmoniju jeb toņu amplitūdas dators aprēķināja automātiski, balstoties uz formantu savstarpējo novietojumu spektrā. Formantu joslu platumi tika vienādoti visiem patskaņiem: divu un četru formantu stimuliem F1 joslas platums bija 60 Hz, bet F2 – 90 Hz (četrus formantu stimuliem: F3 – 150 Hz un F4 – 200 Hz). Līdzīgi pirmā un otrā eksperimenta materiālam stimuli tika sakārtoti virknēs. Katram patskaņim tika izveidotas divas stimulu virknes: pirmajā virknē F1 frekvence pakāpeniski paaugstinājās, bet otrajā – samazinājās. Katru divu formantu patskaņu stimulu virkni ievadīja sintezēts četru formantu patskaņis. Starp virknes stimuliem bija 3 s pauzes, bet abas viena patskaņa virknes šķīra 5 s pauze.

Divu formantu stimulu virknes tika veidotas tā, lai to stimulu minimālā F1 vērtība būtu mazāka par izolētu patskaņu izrunas mērījumos noteikto F1 vērtību, bet maksimālā F1 vērtība – lielāka. Vienā artikulācijas rindā esošu patskaņu divu formantu stimulu F1 vērtības pārklājās, t. i., augsta pacēluma patskaņu F1 augstākās frekvences tika izvēlētas tā, lai tās atbilstu vidēja mēles pacēluma patskaņu F1 vērtībām.

Visu eksperimenta materiālu kopumā veidoja 136 sintezēti patskaņi:

- 1) katru no divām [i:] virknēm veidoja četru formantu atskaites stimuls un 10 divu formantu stimuli, kuriem bija nemainīga F2 frekvence – 2562 Hz (14,66 Z), bet F1 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 204 Hz (2 Z) līdz 509 Hz (5 Z);

- 2) katru no divām [e:] virknēm veidoja četrus formantu atskaitei stimulus un 10 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F2 frekvence – 2204 Hz (13,66 Z), bet F1 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 330 Hz (3,33 Z) līdz 674 Hz (6,33 Z);
- 3) katru no divām [æ:] virknēm veidoja četrus formantu atskaitei stimulus un 10 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F2 frekvence – 1639 Hz (11,68 Z), bet F1 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 509 Hz (5 Z) līdz 915 Hz (8 Z);
- 4) katru no divām [a:] virknēm veidoja četrus formantu atskaitei stimulus un 10 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F2 frekvence – 1140 Hz (9,33 Z), bet F1 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 509 Hz (5 Z) līdz 915 Hz (8 Z);
- 5) katru no divām [o:] virknēm veidoja četrus formantu atskaitei stimulus un 12 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F2 frekvence – 813 Hz (7,33 Z), bet F1 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 330 Hz (3,33 Z) līdz 765 Hz (7 Z);
- 6) katru no divām [u:] virknēm veidoja četrus formantu atskaitei stimulus un 10 divu formantu stimulus, kuriem bija nemainīga F2 frekvence – 674 Hz (6,33 Z), bet F1 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 204 Hz (2 Z) līdz 509 Hz (5 Z).

Eksperimentā piedalījās 12 respondenti (no tiem 6 tie paši, kas otrā eksperimenta pirmajā daļā noteica auditīvajām ideālformām tuvākos divu formantu patskaņus): 1 fonētiķis un 11 personas, kurām latviešu valoda ir dzimtā valoda un kuru izrunā nav vērojamas dialektālas iezīmes. Nevienam no respondentiem pirms eksperimenta netika konstatēti runas vai dzirdes traucējumi, kas varētu ietekmēt eksperimenta rezultātus. Respondentiem tika izdalītas atbilžu lapas un dota mutiska informācija:

*"Skaņas, ko jūs dzirdēsiet, ir sintezēti divu formantu patskaņi, tāpēc to skanējums var atšķirties no dabisku patskaņu skanējuma. Šie sintezētie patskaņi jums tiks atskaņoti sakārtoti virknēs, kuru pirmā skaņa ir dabiskam patskaņim atbilstoša atskaitei skaņa, kas paredzēta pārējo virknes skaņu kvalitātes novērtēšanai. Katram patskaņim ir sintezēti divu virkņu pāris, kuru jūs dzirdēsiet trīs reizes. Jums ir uzmanīgi jāklausa un jānosaka, kurš no virknes patskaņiem ir vislīdzīgākais virknes pirmajam, t. i., atskaitei patskaņim. Klausoties katru virkni pirmo reizi, atbilžu lapā atzīmējiet visus tos atbilžu variantus, kas apzīmē patskaņus, kuri atgādina atskaitei patskaņi! Klausoties virkni otro reizi, izvēlieties divas vai trīs atskaitei patskaņim vislīdzīgākās skaņas, bet trešajā reizē apvelciet to atbildes variantu, kas apzīmē skaņu, kura visprecīzāk atbilst atskaitei skaņai!"*



### Trešā eksperimenta rezultāti.

Atbildes statistiski apstrādājot, tika iegūtas vidējās izvēlēta F1 vērtības katrai stimulu virknei atsevišķi. Aprēķinot vidējo vērtību no abu virkņu vidējām izvēlēta F1 vērtībām, tika iegūtas F1<sup>i</sup> skaitliskās vērtības. Aprēķinu rezultāti apkopoti 21. tabulā, kurā norādītas gan katras virknes vidējās F1 vērtības, gan F1<sup>i</sup> vērtības.

Patskanis	1. virkne		2. virkne		F1 <sup>i</sup>	
	Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	378	3,80	387	3,89	383	3,85
[e:]	494	4,87	513	5,03	504	4,95
[æ:]	716	6,64	743	6,84	730	6,75
[a:]	753	6,91	793	7,19	773	7,05
[o:]	522	5,11	539	5,25	531	5,19
[u:]	311	3,14	317	3,20	314	3,17

21. tabula. Trešajā eksperimentā izvēlēto F1 vērtību vidējās vērtības 1. un 2. virknē un vēlāmā pirmā formanta F1<sup>i</sup> vērtība katram patskanim.

Lai labāk varētu saprast eksperimenta rezultātus un tajos atspoguļotos fonētiskos procesus, uz 12. tabulas bāzes tika izveidota 22. tabula, kurā parādītas gan mērījumos noteiktās dabisku patskaņu F1 vērtības, gan tonotopiskās distances starp pamattoni F0 un pirmo formantu F1 (F1–F0), gan iespējamās F1' vērtības patskaņiem, kuriem varētu būt vērojama spektrālā integrācija starp pamattoni un pirmo formantu.

Patskanis	Mērītās F1 vērtības		F1 – F0		Paredzētās F1'	
	Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	314	3,17	176	1,82	226	2,26
[e:]	458	4,55	327	3,27	295	2,91
[æ:]	681	6,38	560	5,21	-	-
[a:]	768	7,02	644	5,81	-	-
[o:]	529	5,17	402	3,93	-	-
[u:]	328	3,31	190	1,96	233	2,33

22. tabula. Mērījumos noteiktās dabisku patskaņu F1 vērtības, tonotopiskās distances starp pamattoni F0 un pirmo formantu F1 (F1–F0) un iespējamās F1' vērtības patskaņiem, kuriem iespējama spektrālā integrācija starp pamattoni un pirmo formantu.

Salīdzinot trešā eksperimenta rezultātus (sk. 21. tab.) ar 22. tabulā norādītajām mērītajām un paredzētajām F1 vērtībām, iegūstama 23. tabula, kurā skaitliski izteiktas mērīto, teorētiski paredzēto un trešajā eksperimentā iegūto F1 vērtību atšķirības. Lai eksperimenta rezultātā iegūtās F1<sup>i</sup> vērtības būtu vieglāk salīdzināt ar mērījumos iegūtajām F1 (un pamattona F0) vērtībām un, prognozējot gaidāmo pamattona un pirmā formanta

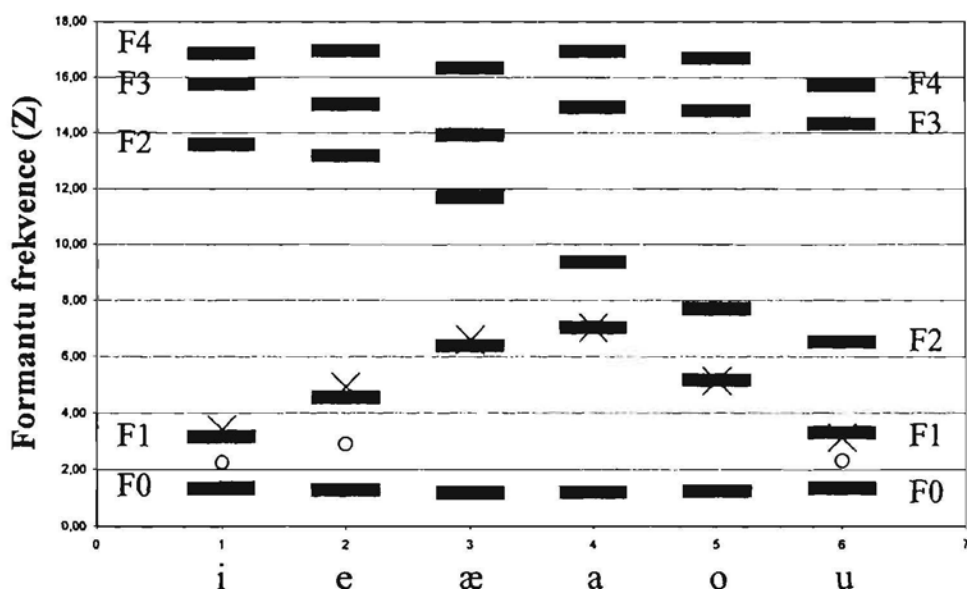
spektrālo integrāciju patskaņiem [i:], [e:] un [u:], teorētiski aprēķinātajām F1' vērtībām, līdzīgi 43., 44. un 45. attēlam tika izveidots 46. attēls.

Pirmais, kas aplūkojot 23. tabulu duras acīs (sk. arī 46. att.), ir tas, ka starp pamattoni F0 un pirmo formantu F1 nav notikusi spektrālā integrācija, jo patskaņiem [i:], [e:] un [u:], kuriem tā būtu gaidāma, nav ievērojami pazeminājusies pirmā formanta F1 frekvences vērtība ([i:] un [e:] tā ir pat paaugstinājusies).

Patsk.	Mēr./Par.	1. virkne		2. virkne		F1'	
		Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	Mērītās	+64	+0,63	+73	+0,72	+69	+0,68
	Paredz.	+152	+1,54	+161	+1,63	+157	+1,59
[e:]	Mērītās	+36	+0,32	+55	+0,48	+46	+0,40
	Paredz.	+199	+1,96	+218	+2,12	+209	+2,04
[æ:]	Mērītās	+35	+0,26	+62	+0,46	+49	+0,37
	Paredz.	-	-	-	-	-	-
[a:]	Mērītās	-15	-0,11	+25	+0,17	+5	+0,03
	Paredz.	-	-	-	-	-	-
[o:]	Mērītās	-7	-0,06	+10	+0,08	+2	+0,02
	Paredz.	-	-	-	-	-	-
[u:]	Mērītās	-17	-0,17	-11	-0,11	-14	-0,14
	Paredz.	+78	+0,81	+84	+0,87	+81	+0,84

**23. tabula.** Skaitliskās atšķirības starp trešā eksperimenta rezultātiem (21. tab.) un 22. tabulā norādītajām mērītajām un paredzētajām F1 vērtībām. Norādītas atšķirības no mērītajām un paredzētajām vērtībām gan 1. un 2. virknē noteiktajām ideālajām F1 vērtībām, gan no tām aprēķinātajām kopējām vidējām vērtībām F1', kuras uzskatāmas par šajā eksperimentā noteiktajiem efektīvajiem pirmajiem formantiem.

Ja par gaidāmā “gravitācijas centra” frekvenci pieņem tonotopiskās distances starp pamattoni un pirmo formantu (F1–F0) vidus vai tai tuvu frekvenci, patskaņiem [i:] F1<sup>i</sup> frekvencei būtu jābūt 226 Hz (2,26 Z), patskaņiem [e:] – 295 Hz (2,91 Z), bet patskaņiem [u:] – 233 Hz (2,33 Z). No eksperimenta rezultātu salīdzinājuma ar šīm paredzamajām frekvencēm redzams (sk. 46. att.), ka gaidītā F1 vērtību pazemināšanās nav notikusi. Vienīgi patskaņiem [u:] uztveres eksperimentā ir noteikta ideālforma, kuras F1 vērtība pazemināta, salīdzinot ar atskaites stimula F1 frekvences vērtību, tomēr šis pazeminājums ir samērā niecīgs (14 Hz jeb 0,14 Z) un nevar tikt uzskatīts par spektrālās integrācijas atspoguļotāju. Patskaņiem [i:] un [e:], turpretim, F1 frekvences vērtība nav pazeminājusies, bet ir pieaugusi (sk. 23. tab. un 46. att.), t. i., attālinājusies no paredzamās F1' vērtības, kas būtu gaidāma spektrālās integrācijas sakarā. Zema pacēluma patskaņiem vērojama F1 frekvences vērtības paaugstināšanās, kas saskan ar atziņu, ka uztveres sfērā zema pacēluma patskaņi kļūst vēl “zemāki” (Johnson et al. 1993b).



46. attēls. Mērījumos iegūto latviešu valodas patskaņu pamattoņa (F0) un pirmo četru formantu (F1-F4) frekvenču datu (pelēkie nogriežņi) salīdzinājums ar teorētiski aprēķinātajiem F1' datiem (baltie aplīši) un trešajā eksperimentā iegūtajiem F1' datiem (slīpie krustiņi). Formantu frekvences izteiktas barkos (Z).

Arī vidēja pacēluma patskaņiem [e:] un [o:] vērojama F1 frekvences paaugstināšanās, kuras apjoms caurmērā atbilst tai, kas ir vērojama zema pacēluma patskaņiem. Tas, ka vidēja pacēluma patskaņi uztveres sfērā kļūst “zemāki”, var tikt skaidrots ar to, ka respondenti cenšas panākt vienmērīgu patskaņu novietojumu uztveres sfērā, izlīdzinot distances starp augsta, vidēja un zema pacēluma patskaņiem (starp patskaņiem [æ:] un [e:] veidojas 226 Hz liela distance, starp [a:] un [o:] – 242 Hz, starp [o:] un [u:] – 217 Hz). Šo hipotēzi apgāž patskaņa [i:] pirmā formanta frekvences paaugstināšana gaidītās pazemināšanas vietā (sk. 46. att.). Tās rezultātā distance starp patskaņiem [e:] un [i:] nevis palielinās (no 144 Hz dabiski izrunātos patskaņos) un kļūst apmēram vienāda ar distancēm starp pārējiem patskaņiem (217-242 Hz), bet gan sarūk līdz 121 Hz, kas ir gandrīz uz pusi mazāka par pārējām distancēm. Patskaņa [i:] pirmā formanta frekvences paaugstināšana ir pretrunā arī ar atziņu, ka uztveres sfērā augsta pacēluma patskaņi kļūst vēl “augstāki” (Johnson et al. 1993b), lai gan patskaņa [u:] frekvences pazemināšanās šo teoriju zināmā mērā apstiprina.

Tā kā tonotopiskā distance F1–F0 ir galvenais patskaņu artikulārā atvēruma rādītājs (Traunmüller 1981), ir jāsecina, ka starp pamattoni un pirmo formantu spektrālā integrācija nevar veidoties, tāpēc 23. tabulā norādītās eksperimentu rezultātā iegūto F1 vērtību atšķirības no paredzētajām var ignorēt. Šajā sakarā rodas citas neskaidrības, jo sintezēto stimulu pamttonis (100 Hz) bija konstants visu patskaņu stimuliem, tāpēc atšķirās no

mērījumos noteiktajām F0 vērtībām (sk. 12. tab.). Tā kā stimulu F0 bija par 21-38 Hz zemāks par patskaņu izrunas mērījumos noteikto, būtu paredzams, ka tonotopiskās distances F1–F0 saglabāšanas nolūkā klausītāji (respondenti) dos priekšroku divu formantu patskaņu stimuliem, kuru F1 arī būs par 21-38 Hz zemāks par mērījumos noteikto F1. No distances F1–F0 saglabāšanas svarīguma viedokļa nevar izskaidrot, kāpēc eksperimentos par labākajiem divu formantu stimuliem atzīti tie, kuru F1 vērtība ir augstāka par izrunas mērījumos noteikto (sk. 23. tab.).

Arī eksperimentos ar igauņu valodas patskaņu datiem (Eek & Meister 1994) ir iegūti līdzīgi rezultāti, t. i., augstākas F1 frekvences vērtības par izrunas mērījumos noteiktajām. Gan latviešu, gan igauņu materiālā liekāmais F1 frekvences paaugstinājums auditīvajos eksperimentos vērojams priekšējās rindas patskaņiem, izņemot igauņu [i:] (+5 Hz) un [y:] (–3 Hz). A. Ēks sīkāk nav aplūkojis, kāpēc eksperimentos ir iegūtas augstākas F1 vērtības, bet pievērsies skaidrojuma, kāpēc šo vērtību paaugstināšanās neietekmē patskaņu uztveri un nenoapaļoto patskaņu nošķiršanu no noapaļotajiem.

Tā kā atbildes uz eksperimentu rezultātos novēroto F1 paaugstināšanas cēloni literatūrā atrastas netika, tika sīkāk analizēti latviešu valodas patskaņu pētījumā iegūtie dati. Pēc tam, kad bija konstatēts, ka tonotopiskās distances F1–F0 eksperimentos iegūtajiem datiem<sup>14</sup> atšķiras no izrunas datu mērījumos aprēķinātajām (sk. 22. tab.), gan pēc mērījumu datu, gan pēc eksperimentu datu F1–F0 vērtībām tika aprēķināts, kādi ir intervāli starp vienā artikulācijas rindā esošo dažāda mēles pacēluma patskaņu vērtībām. Izrunas mērījumu datiem tika noteikti šādi intervāli starp patskaņu F1–F0 vērtībām:

$$[i:]-[e:] = 151 \text{ Hz (1,45 Z);}$$

$$[e:]-[æ:] = 233 \text{ Hz (1,94 Z);}$$

$$[u:]-[o:] = 212 \text{ Hz (1,97 Z);}$$

$$[o:]-[a:] = 242 \text{ Hz (1,88 Z).}$$

Eksperimentos iegūtajiem datiem tika noteikti šādi intervāli starp patskaņu F1–F0 vērtībām:

$$[i:]-[e:] = 121 \text{ Hz (1,10 Z);}$$

$$[e:]-[æ:] = 226 \text{ Hz (1,79 Z);}$$

$$[u:]-[o:] = 217 \text{ Hz (2,01 Z);}$$

$$[o:]-[a:] = 242 \text{ Hz (1,87 Z).}$$

<sup>14</sup> Eksperimentos iegūtajiem datiem distances F1–F0 var aprēķināt, atņemot no 21. tabulā norādītajām F1<sup>1</sup> vērtībām F0 lielumu – 100 Hz vai 0,96 Z (promocijas darba aprēķinos barku dati netika noapaļoti līdz simtdaļai, tāpēc iespējamas nelielas atšķirības no šādi aprēķinātajām vērtībām).

Salīdzinot šādi aprēķinātos intervālus starp dažāda pacēluma patskaņiem, ir redzams, ka to atšķirības ir ļoti nelielas (0-30 Hz vai 0,01-0,35 Z), tāpēc ir pamats apgalvot, ka, neskatoties uz eksperimentos iegūto F1 vērtību atšķirībām (un lietoto stimulu F0 atšķirībām) no izrunas mērījumos noteiktajām F1 (un F0) vērtībām, respondenti ir nodemonstrējuši tieksmi izvēlēties tos auditīvos stimulus, kuriem intervāli starp pacēlumu raksturojošām F1–F0 vērtībām ir saskaņoti ar izrunas datos noteiktajiem intervāliem.

Lai noskaidrotu, kāpēc par labāko divu formantu patskaņa [i:] stimulu respondenti izvēlējās stimulu, kura pirmā formanta frekvence bija augstāka (69 Hz) par atskaītes stimula F1, nākotnē būs jāveic virkne uztveres eksperimentu, kuros jānosaka F1 vērtības atkarība gan no divu formantu F2 frekvences vērtības, gan no pamattoņa F0 frekvences vērtības.

### 2.2.5. PAPILDINĀJUMS TREŠAJAM EKSPERIMENTAM

Lai salīdzinātu sintezēto divu formantu stimulu atbilstību patskaņu auditīvajām ideālformām ar to atbilstību četru formantu atskaites stimuliem, tika papildus sagatavots arī cits eksperimentālais materiāls, kurā tika izmantoti tie paši (trešajā eksperimentā izmantotie) sintezētie divu formantu stimuli. Arī šajā materiālā stimuli tika sakārtoti virknēs gan ar pieaugošu, gan ar dilstošu pirmā mainīgā formanta F1 frekvenci, taču līdzīgi otrā eksperimenta papildeksperimentam stimuli bija sakārtoti pāros un virknes neievadīja sintezēts četru formantu atskaites stimulš. Katrā stimulu pāri pirmais bija sintezēts četru formantu stimulš, kuram ar 300 ms pauzi sekoja divu formantu stimulš ar noteiktu F1 frekvenci. Pauzes ilgums stimulu pāri tika izraudzīts tāds pats kā iepriekšējā līdzīga mērķa eksperimentā. Starp stimulu pāriem virknēs bija 3 s pauzes, bet divas viena patskaņa kvalitātes noteikšanai veidotās stimulu virknes šķīra 5 s pauze.

Visu eksperimenta materiālu kopumā veidoja 124 sintezētu patskaņu pāri:

- 1) katru no divām [i:] virknēm veidoja stimulu pāri, kuros pirmais bija četru formantu atskaites stimulš, bet otrais – viens no 10 divu formantu stimuliem, kuriem bija nemainīga F2 frekvence – 2562 Hz (14,66 Z), bet F1 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 204 Hz (2 Z) līdz 509 Hz (5 Z);
- 2) katru no divām [e:] virknēm veidoja stimulu pāri, kuros pirmais bija četru formantu atskaites stimulš, bet otrais – viens no 10 divu formantu stimuliem, kuriem bija nemainīga F2 frekvence – 2204 Hz (13,66 Z), bet F1 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 330 Hz (3,33 Z) līdz 674 Hz (6,33 Z);
- 3) katru no divām [æ:] virknēm veidoja stimulu pāri, kuros pirmais bija četru formantu atskaites stimulš, bet otrais – viens no 10 divu formantu stimuliem, kuriem bija nemainīga F2 frekvence – 1639 Hz (11,68 Z), bet F1 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 509 Hz (5 Z) līdz 915 Hz (8 Z);
- 4) katru no divām [a:] virknēm veidoja stimulu pāri, kuros pirmais bija četru formantu atskaites stimulš, bet otrais – viens no 10 divu formantu stimuliem, kuriem bija nemainīga F2 frekvence – 1140 Hz (9,33 Z), bet F1 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 509 Hz (5 Z) līdz 915 Hz (8 Z);
- 5) katru no divām [o:] virknēm veidoja stimulu pāri, kuros pirmais bija četru formantu atskaites stimulš, bet otrais – viens no 12 divu formantu stimuliem, kuriem bija

nemainīga F2 frekvence – 813 Hz (7,33 Z), bet F1 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 330 Hz (3,33 Z) līdz 765 Hz (7 Z);

- 6) katru no divām [u:] virknēm veidoja stimulu pāri, kuros pirmais bija četrus formantu atskaites stimuls, bet otrais – viens no 10 divu formantu stimuliem, kuriem bija nemainīga F2 frekvence – 674 Hz (6,33 Z), bet F1 frekvence pakāpeniski mainījās robežās no 204 Hz (2 Z) līdz 509 Hz (5 Z).

Eksperimentā piedalījās 12 respondenti (tie paši, kas trešā eksperimenta pirmajā daļā noteica auditīvajām ideālformām tuvākos divu formantu patskaņus): 1 fonētiķis un 11 personas, kurām latviešu valoda ir dzimtā valoda un kuru izrunā nav vērojamas dialektālas iezīmes. Respondentiem tika izdalītas atbilžu lapas un dota mutiska informācija:

*"Šajā eksperimentā jūs dzirdēsiet sintezētus patskaņus, kas būs sakārtoti pāros. Tie būs tie paši patskaņi, kas bija dzirdami iepriekš, un jūsu uzdevums būs noteikt to patskaņu pāri, kurā otrais pāra loceklis vislabāk atbilst pirmajam, t. i., to patskaņu pāri, kurā ir vismazākās kvalitatīvās atšķirības starp pāra locekļiem. Šie sintezēto patskaņu pāri jums tiks atskaņoti sakārtoti virknēs. Katram patskaņam ir sintezētas divas virknes, kuras jūs dzirdēsiet trīs reizes. Klausoties katru virkni pirmo reizi, atbilžu lapā atzīmējiet visus atbilžu variantus apzīmējošus to patskaņu pāri, kurā otrais patskaņis atgādina pirmo, t. i., atskaites patskaņi! Klausoties virkni otro reizi, izvēlieties divus vai trīs patskaņu pārus ar vismazākajām kvalitātes atšķirībām, bet trešajā reizē apvelciet to atbildes variantu, kas apzīmē patskaņu pāri, kura locekļi visprecīzāk atbilst viens otram!"*

#### **Trešā eksperimenta papildinājuma rezultāti.**

Patskaņis	1. virkne		2. virkne		F1 <sup>s</sup>	
	Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	343	3,46	358	3,61	351	3,54
[e:]	459	4,56	501	4,93	480	4,74
[æ:]	682	6,39	698	6,51	690	6,45
[a:]	750	6,89	769	7,02	760	6,96
[o:]	529	5,17	529	5,17	529	5,17
[u:]	327	3,30	333	3,36	330	3,33

**24. tabula.** Trešā eksperimenta papildinājumā izvēlēto F1 vērtību vidējās vērtības 1. un 2. virknē un vēlāmā pirmā formanta F1<sup>s</sup> vērtība katram patskaņam.

Tā kā šī eksperimenta mērķis bija noteikt tās sintezētu divu formantu patskaņu pirmā formanta vērtības, kas dotu tādu patskaņa kvalitāti, kas būtu iespējami tuva četrus formantu atskaites stimula kvalitātei, varēja gaidīt, ka noteiktās F1 vērtības būs tuvākas dabisku patskaņu mērījumos noteiktajām F1 vērtībām nekā vērtības, kas iegūtas, nosakot

eksperimenta dalībnieku apziņā eksistējošās auditīvās ideālformas. Atbildes apkopojot un statistiski apstrādājot, tika iegūtas vidējās izvēlētajā F1 vērtības katrai stimulu virknei atsevišķi. Aprēķinot vidējo vērtību no abu virkņu vidējām izvēlētajā F1 vērtībām, tika iegūtas F1<sup>s</sup> skaitliskās vērtības. Aprēķinu rezultāti apkopoti 24. tabulā, kurā norādītas gan katras virknes vidējās F1 vērtības, gan F1<sup>s</sup> vērtības.

Salīdzinot trešā eksperimenta papildinājuma rezultātus (sk. 24. tab.) ar 22. tabulā norādītajām mērītajām un paredzētajām F1 vērtībām, iegūstama 25. tabula, kurā skaitliski izteiktas mērīto, teorētiski paredzēto un trešā eksperimenta papildinājumā iegūto F1 vērtību atšķirības. Lai eksperimenta rezultātā iegūtās F1<sup>s</sup> vērtības būtu vieglāk salīdzināt ar mērījumos iegūtajām F1 (un pamattoņa F0) vērtībām un, prognozējot gaidāmo pamattoņa un pirmā formanta spektrālo integrāciju patskaņiem [i:], [e:] un [u:], teorētiski aprēķinātajām F1' vērtībām, līdzīgi 46. attēlam tika izveidots 47. attēls.

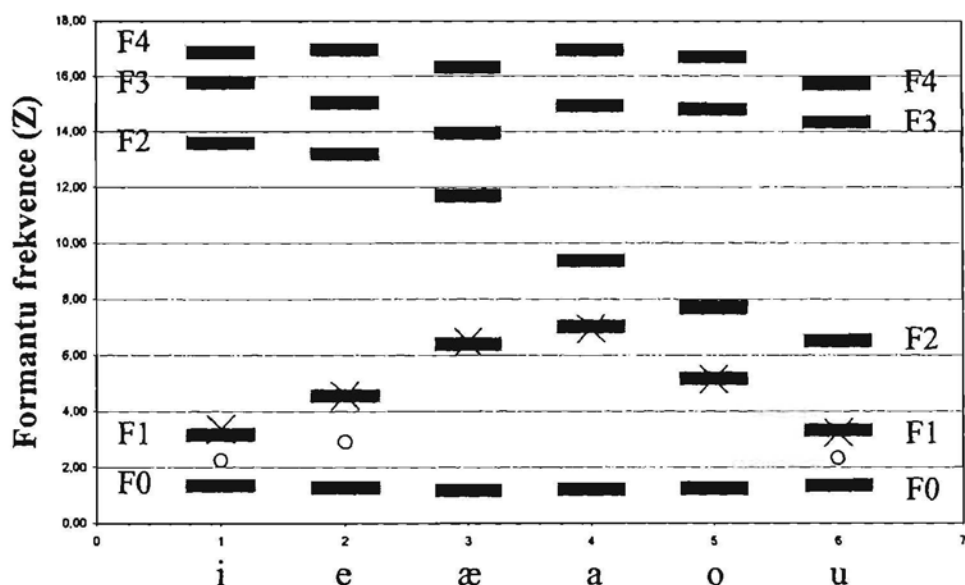
Redzams, ka, salīdzinot ar trešā eksperimenta rezultātiem (sk. 21. un 23. tab., kā arī 46. un 47. att.), visiem patskaņiem, izņemot [u:], ir samazinājušās eksperimentā noteikto F1 vērtību atšķirības no 22. tabulā norādītajām mērītajām un paredzētajām F1 vērtībām. Tas saskan ar tendencēm, kas vērojamas otrā eksperimenta rezultātu salīdzinājumā ar tā papildinājuma rezultātiem (sk. 15., 17. un 19., kā arī 18. un 20. tabulu).

Patsk.	Mēr./Par.	1. virkne		2. virkne		F1 <sup>s</sup>	
		Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	Mērītās	+29	+0,29	+44	+0,44	+37	+0,37
	Paredz.	+117	+1,20	+132	+1,35	+125	+1,28
[e:]	Mērītās	+1	+0,01	+43	+0,38	+22	+0,19
	Paredz.	+164	+1,65	+206	+2,02	+185	+1,83
[æ:]	Mērītās	+1	+0,01	+17	+0,13	+9	+0,07
	Paredz.	-	-	-	-	-	-
[a:]	Mērītās	-18	-0,13	+1	+0,01	-8	-0,06
	Paredz.	-	-	-	-	-	-
[o:]	Mērītās	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Paredz.	-	-	-	-	-	-
[u:]	Mērītās	-1	-0,01	+5	+0,05	+2	+0,02
	Paredz.	+94	+0,97	+100	+1,03	+97	+1,00

25. tabula. Skaitliskās atšķirības starp trešā papildeksperimenta rezultātiem (24. tab.) un 22. tabulā norādītajām mērītajām un paredzētajām F1 vērtībām. Norādītas atšķirības no mērītajām un paredzētajām vērtībām gan 1. un 2. virknē noteiktajām ideālajām F1 vērtībām, gan no tām aprēķinātajām kopējām vidējām vērtībām F1<sup>s</sup>, kuras uzskatāmas par šajā eksperimentā noteiktajiem efektīvajiem pirmajiem formantiem.

Patskaņim [u:] papildeksperimentā noteiktā pirmā formanta F1<sup>s</sup> vērtība (330 Hz) ir attālinājusies no paredzētās F1' (233 Hz), bet tuvinājusies mērītajai F1 vērtībai (328 Hz).





47. attēls. Mērījumos iegūto latviešu valodas patskaņu pamattoņa (F0) un pirmo četru formantu (F1-F4) frekvenču datu (pelēkie nogriežņi) salīdzinājums ar teorētiski aprēķinātajiem F1' datiem (baltie aplīši) un trešā eksperimenta papildinājumā iegūtajiem F1<sup>s</sup> datiem (slīpie krustiņi). Formantu frekvences izteiktas barkos (Z).

Vidējās un pakaļējās rindas divu formantu patskaņu pirmā formanta vērtība praktiski sakrīt (sk. 47. att.) ar mērījumos noteikto pirmā formanta vērtību (atšķirība vidēji nepārsniedz 8 Hz jeb 0,06 Z – sk. 25. tab.). Tā kā spektrālā integrācija šajā patskaņu grupā būtu iespējama tikai patskanim [u:] (starp pirmo formantu F1 un pamattoni F0, jo tonotopiskā distance starp tiem ir tikai 190 Hz jeb 1,86 Z), mērītā F1 vērtība vidējās un pakaļējās rindas patskaņiem tika uzskatīta arī par paredzamo, izņemot patskani [u:], kuram spektrālās integrācijas ietekmē tika paredzēta zemākas frekvences F1<sup>s</sup> vērtība (233 Hz jeb 2,33 Z). Noteiktā divu formantu patskaņa [u:] pirmā formanta F1<sup>s</sup> vērtība ir attālinājusies no teorētiski paredzētās pirmā formanta F1' vērtības par 97 Hz jeb 1,00 Z, t. i., par 16 Hz jeb 0,16 Z tālāk nekā trešajā eksperimentā noteiktā F1<sup>i</sup> vērtība (sk. 25. tab.). Tas varētu būt saistīts ar to, ka patskanim [u:] būtu paredzama arī pirmā un otrā formanta spektrālā integrācija. Šie dati apstiprina jau trešajā eksperimentā gūtos novērojumus, ka divu formantu patskaņos neatspoguļojas spektrālā integrācija starp pamattoni F0 un pirmo formantu F1.

Arī priekšējās rindas patskaņiem [i:] un [e:] starp pamattoni F0 un pirmo formantu F1 nav notikusi spektrālā integrācija, jo nav ievērojami pazeminājusies pirmā formanta F1<sup>s</sup> frekvences vērtība. Ja par gaidāmā “gravitācijas centra” frekvenci pieņem tonotopiskās distances F1–F0 vidus vai tai tuvu frekvenci, patskanim [i:] F1<sup>s</sup> frekvencei būtu jābūt 226 Hz (2,26 Z), bet patskanim [e:] – 295 Hz (2,91 Z). No eksperimenta rezultātu

salīdzinājuma ar šīm paredzamajām frekvencēm redzams, ka gaidītā F1 vērtību pazemināšanās nav notikusi. Patskaņiem [i:] un [e:] F1<sup>s</sup> frekvences vērtība ir nevis pazeminājusies, bet pieaugusi (sk. 25. tab.), t. i., attālinājusies no paredzamās F1' vērtības, kas būtu gaidāma spektrālās integrācijas sakarā (sk. 47. att.). Trešā eksperimenta papildinājumā noteiktā F1<sup>s</sup> vērtība patskaņim [i:] (351 Hz jeb 3,54 Z) ir par 125 Hz jeb 1,28 Z lielāka nekā paredzamā F1' (226 Hz jeb 2,26 Z), bet patskaņim [e:] (480 Hz jeb 4,74 Z) tā ir par 185 Hz jeb 1,82 Z lielāka par paredzamo F1' (295 Hz jeb 2,92 Z). Tas norāda, ka eksperimentā noteiktās F1<sup>s</sup> vērtības ir tālākas no paredzētajām F1' vērtībām nekā mērījumos noteiktās. Tajā pašā laikā šīs patskaņu [i:] un [e:] vērtības ir tuvākas gan mērītajām, gan spektrālās integrācijas sakarā paredzētajām pirmā formanta vērtībām nekā tās, kas tika iegūtas trešajā eksperimentā, meklējot auditīvajām ideālfomām tuvākos divu formantu stimulus.

Ņemot trešā papildeksperimenta rezultātus kopumā, var secināt, ka visiem patskaņiem (izņemot patskani [a:]) eksperimentā noteiktās F1<sup>s</sup> vērtības ir tuvākas mērījumos noteiktajām F1 vērtībām, nekā tās, kas tika iegūtas, salīdzinot divu formantu stimulus ar respondentu apziņā eksistējošajām auditīvajām ideālfomām.

### 2.3. UZTVERES EKSPERIMENTU REZULTĀTU APKOPOJUMS

Aprakstīto eksperimentu rezultāti ļauj secināt, ka uztverē liela loma ir dzirdamā akustiskā signāla kvalitātei. Tas skaidri saskatāms, salīdzinot pirmajā un otrajā eksperimentā noteiktās  $F2^i$  frekvences vērtības (sk. 26. tab.).

Patsk.	Mērītās F2		F2 <sup>i</sup> (1. eksp.)		F2 <sup>i</sup> (2. eksp.)		Paredz. F2'	
	Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z	Hz	Z
[i:]	2177	13,58	2344	14,07	2597	14,75	3058	15,81
[e:]	2048	13,17	2098	13,33	2196	13,64	2296	13,98
[æ:]	1639	11,68	1648	11,72	1763	12,17	1704	11,94
[a:]	1147	9,37	999	8,52	1128	9,26	1152	9,39
[o:]	868	7,70	1139	9,32	872	7,73	869	7,71
[u:]	699	6,52	812	7,32	688	6,44	702	6,54

26. tabula. Izolētu patskaņu izrunas mērījumos iegūtās, pirmajā un otrajā eksperimentā noteiktās un teorētiski paredzētās otrā formanta frekvences vērtības hercos (Hz) un barkos (Z).

Priekšējās rindas patskaņiem abu eksperimentu rezultātos vērojamas vienādas tendences – sintezētu divu formantu patskaņu  $F2^i$  ir augstāka frekvence par mērījumos noteikto F2 frekvences vērtību, kas izmantota arī veidojot sintezētus četru formantu patskaņus. Tomēr, abos eksperimentos atšķiras ne tikai izvēlēta  $F2^i$  frekvences paaugstināšanās apjoms attiecībā pret mērījumos noteikto F2 frekvences vērtību, bet arī – eksperimentos iegūto vērtību attiecība pret teorētiski paredzētajām  $F2'$  vērtībām. Patskaņim [i:] pirmajā eksperimentā noteiktā  $F2^i$  vērtība ir 167 Hz (0,49 Z) augstāka par mērījumos noteikto F2 vērtību, bet 714 Hz (1,74 Z) zemāka par teorētiski paredzēto  $F2'$  vērtību (sk. 16. tab. un 43. att.). Turpretī otrajā eksperimentā noteiktā šī patskaņa [i:]  $F2^i$  vērtība jau atrodas pa vidu starp mērījumos noteikto un teorētiski paredzēto vērtību (sk. 18. tab. un 44. att.). Līdzīga aina vērojama arī patskaņa [e:] noteiktajās  $F2^i$  vērtībās.  $F2^i$  vērtība, kas ir noteikta pirmajā eksperimentā, ir 50 Hz (0,16 Z) augstāka par mērījumos noteikto F2 vērtību, bet 198 Hz (0,65 Z) zemāka par paredzēto  $F2'$  vērtību (sk. 16. tab.). Otrajā eksperimentā noteiktā patskaņa [e:]  $F2^i$  vērtība ir apmēram pa vidu starp mērījumos noteikto un paredzēto vērtību, bet ir nedaudz novirzīta teorētiski paredzētās  $F2'$  vērtības virzienā (sk. 18. tab.). Kopīgās tendences, bet vērtību atšķirības abos eksperimentos var tikt skaidrotas gan ar izmantoto divu formantu stimulu kvalitātes atšķirībām, gan ar atšķirībām šo stimulu sintēzes procedūrā. Ja pieņem, ka atšķirības ir noteikusi sintēzes procedūra, tad jāatzīst, ka galvenā loma ir bijusi pētīto patskaņu pamattoņa atšķirībām,

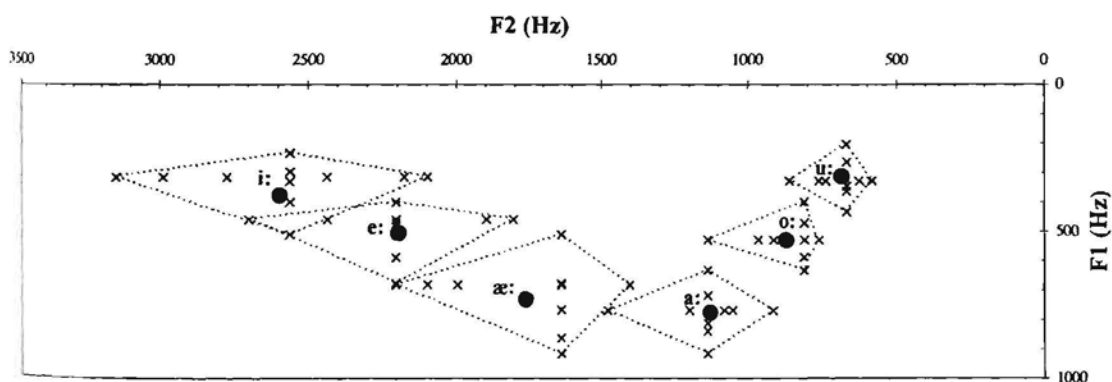
kuras netika ņemtas vērā, sintezējot stimulus otrajam eksperimentam. Šis pieņēmums noteikti nav spēkā, vērtējot abos eksperimentos iegūto vidējās un pakaļējās rindas patskaņu  $F2^1$  vērtību atšķirības, jo te noteicošā bija stimulu atšķirīgā kvalitāte. Sliktās kvalitātes [a:], [o:] un [u:] stimulu ietekmē pirmajā eksperimentā tika iegūtas teorijai neatbilstošas šo patskaņu  $F2^1$  vērtības, kas [a:] un [o:] gadījumā pat ietekmēja šo fonēmu fonoloģisko klasifikāciju (sk. pirmā eksperimenta rezultātu apspriešanu 94.-95. lpp.). Patskaņu [a:], [o:] un [u:]  $F2^1$  vērtības, kas iegūtas otrajā eksperimentā, samērā precīzi atbilst gan mērījumos noteiktajām, gan teorētiski paredzētajām vērtībām. Spriežot pēc otrā eksperimenta rezultātiem (sk. 18. tab. un 44. att.), klausītāji ir tiekušies pēc lielākas patskaņu nošķirtības uztverē, proti – izvēlējušies "priekšējāku" [æ:] variantu ( $F2^1$  vērtība augstāka par mērījumos noteikto un paredzēto) un nedaudz "pakaļējākus" [a:] un [u:] variantus ( $F2^1$  vērtība zemāka par mērījumos noteikto un paredzēto). Tas atbilst fonētikas teorijas atziņām, tāpēc nav sīkāk apspriežams.

Trešajā eksperimentā un tā papildinājumā iegūtie rezultāti rāda to, ka visiem patskaņiem pirmais formants respondentu uztverē ir saistīts nevis ar "gravitācijas centra" frekvenci, kas veidojusies, spektrāli integrējoties pamattonim un pirmajam formantam, bet ar pirmā formanta frekvenci (sk. 23. un 25. tab.). Vidējās un pakaļējās rindas patskaņiem pirmā formanta frekvence praktiski sakrīt ar eksperimentos noteikto (atšķirības ir nebūtiskas: 0-14 Hz jeb 0-0,14 Z). Priekšējās rindas patskaņiem vērojama nedaudz cita aina – eksperimentos noteiktā  $F1$  frekvence ir ar augstāku skaitlisko vērtību nekā mērījumos noteiktā (sk. 23. un 25. tab.). Līdzīgi pakaļējās rindas patskaņiem arī priekšējās rindas patskaņiem eksperimentos noteiktā  $F1$  vērtība no mērījumos iegūtās vairāk atšķiras tad, ja tiek noteiktas respondentu atmiņā fiksētās patskaņu ideālformas nevis eksperimenta materiāla atbilstība atskaites patskanim. Šīs atšķirības pieaug virzienā no zema pacēluma patskaņa [æ:] uz augsta pacēluma patskaņiem [i:] un svārstās robežās no 46 Hz (0,40 Z) līdz 69 Hz (0,68 Z), ja tiek noteikta patskaņa ideālforma (sk. 23. tab.), bet no 9 Hz (0,07 Z) līdz 37 Hz (0,37 Z), ja tiek noteikta divu formantu stimula atbilstība atskaites patskanim (sk. 25. tab.). Apkopojot šos datus var teikt, ka eksperimentos noteikto vērtību novirze no mērītajām  $F1$  vērtībām patskaņiem [i:] un [e:] ir apmēram uz pusi mazāka, ja tiek noteikta atbilstība atskaites stimulam, bet patskanim [æ:] tā ir gandrīz 5 reizes mazāka.

Lai sintēzes eksperimentu rezultāti būtu uzskatāmāki, tika veidoti rezultātu grafiskie attēli. Šim nolūkam visas respondentu atbildes tika statistiski apstrādātas, aprēķinot vidējo statistisko vērtību (VSV) un standartnovirzi (SN) no visu respondentu noteiktajām labākajām  $F1^1$  un  $F2^1$  vērtībām, kā arī katra patskaņa katram formantam

augstākās un zemākās vērtības minimumu, maksimumu un mediānu (sk. SE1. un SE2. tab. pielikumā). Bez tam tika veikti statistiskie aprēķini (sk. SE3. tab. pielikumā), kuros tika aprēķinātas F1 un F2 vidējās statistiskās vērtības, to standartnovirzes, kā arī minimālās, maksimālās un mediānas vērtības respondentu par vislabākajiem atzītajiem divu formantu stimuliem gan ideālformu noteikšanas eksperimentos (otrais un trešais eksperiments), gan eksperimentu papildinājumos, kuros tika noteikti atskaites patskaņiem vislīdzīgākie divu formantu stimuli (otrā un trešā eksperimenta papildinājums), turklāt atsevišķi virknēm ar pieaugošu un dilstošu mainīgā formanta frekvences vērtību.

Uz statistisko aprēķinu pamata (pielikuma SE1. un SE2. tab.) tika veidots 48. attēls, kurā eksperimenta rezultāti attēloti akustiskajā F2/F1 plaknē.



48. attēls. Otrā un trešā eksperimenta rezultātu (sk. tab. SE1. un SE2. pielikumā) attēlojums akustiskajā F2/F1 (Hz) plaknē. Lielo melno punktu koordinātes nosaka abos eksperimentos noteikto F1<sup>i</sup> un F2<sup>i</sup> vidējo vērtību VSV, bet ar punktu līniju iezīmētas patskaņu zonas<sup>15</sup>, ko veido eksperimentos noteiktās galējās mainīgā formanta vērtības.

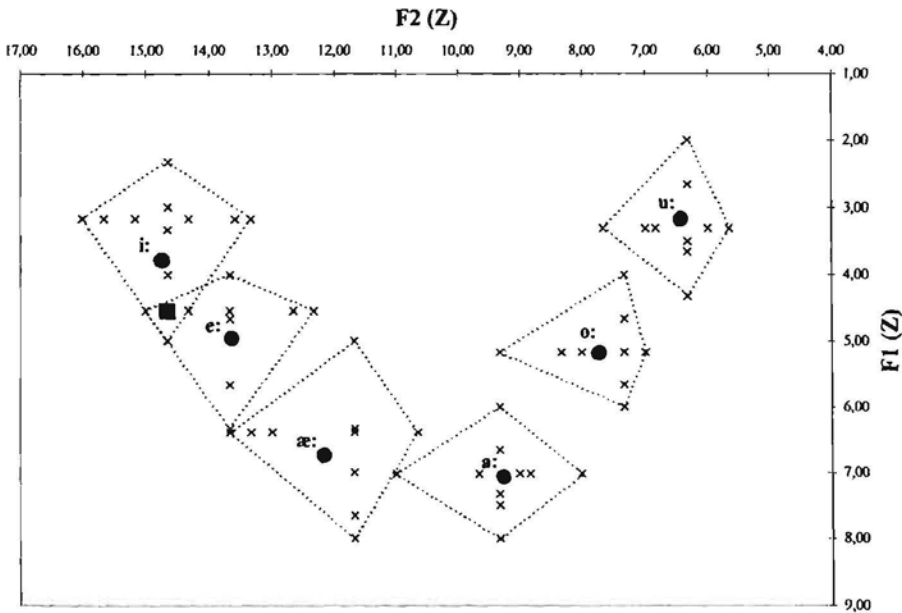
Šajā attēlā ar lielajiem melnajiem punktiem attēloti patskaņi, kuru koordinātes F2/F1 plaknē atbilst otrajā un trešajā eksperimentā noteikto ideālo F1<sup>i</sup> un F2<sup>i</sup> vidējām statistiskajām vērtībām. Ar maziem pelēkiem krustiņiem apzīmētas katra patskaņa F1 un F2 augstāko un zemāko vērtību minimālās, maksimālās un mediānas vērtības pie fiksētas otra (nemainīgā) formanta frekvences vērtības. Abos eksperimentos noteiktajām minimālajām un maksimālajām F1<sup>i</sup> un F2<sup>i</sup> vērtībām (sk. zemākās F vērtības minimums un

<sup>15</sup> Uz promocijas darbā aprakstīto eksperimentu rezultātu pamata noteiktās patskaņu zonas ir nosacītas jeb hipotētiskas tāpēc, ka uztveres eksperimentu mērķis bija noteikt auditīvajām ideālformām atbilstošos divu formantu stimulus nevis tās zonas uztverē (attēlojamās psihofizikālajā plaknē), kurās divu formantu stimulus tiek uztverts kā kāds no latviešu valodas patskaņiem. Lai noteiktu reālās patskaņu zonas uztverē, būtu jāveic citi uztveres eksperimenti ar daudz plašāku auditīvo stimulu materiālu, kurā mainīgā formanta frekvence tiktu noteikta nevis vienai, bet vairākām fiksētā formanta frekvencēm, kas arī mainītos ar noteiktu soli, t. i., nosakot F2<sup>i</sup> frekvenci, to vīspirms noteiktu, izmantojot fiksētu F1=x Hz, tad F1=y Hz, tad F1=z Hz utt. Tā kā promocijas darbā aprakstītie eksperimenti neatbilst šīm prasībām, šeit un turpmāk izteiktie secinājumi par patskaņu zonām vērtējami kā orientējoši un hipotētiski.

augstākās vērtības maksimums SE1. un SE2. tab.) atbilstošie punkti attēlā savienoti ar punktētu līniju, veidojot nosacītās patskaņu zonas.

Attēlā vērojams (sk. 48. att.), ka nepalatālajiem patskaņiem [a:], [o:] un [u:] ar punktēto līniju apzīmētās patskaņu zonas ir kompaktākas par priekšējās rindas patskaņu [i:], [e:] un [æ:] zonām, turklāt tās savstarpēji ir skaidri nošķirtas. Palatālo patskaņu [i:] un [e:] zonas nedaudz pārklājas, taču jāņem vērā, ka ar punktēto līniju apzīmētās patskaņu zonas ir hipotētiskas un reālie eksperimentu dati norāda uz šo patskaņu sakritumu tikai vienā punktā, kas atbilst divu formantu stimulam ar formantu frekvencēm  $F1=458$  Hz un  $F2=2562$  Hz.

Tā kā otrā un trešā eksperimenta mērķis bija noteikt latviešu valodas patskaņu auditīvās ideālformas, tika izveidots 49. attēls, kurā statistiskās apstrādes rezultāti pārveidoti uztveres psihofizikālajās vienībās (barkos) un eksperimentu rezultāti attēloti psihofizikālajā  $F2/F1$  plaknē.



49. attēls. Psihofizikālajās vienībās (barkos) pārveidotu otrā un trešā eksperimenta rezultātu (sk. tab. SE1. un SE2. pielikumā) attēlojums psihofizikālajā  $F2/F1$  plaknē. Lielo melno punktu koordinātes nosaka abos eksperimentos noteikto  $F1^i$  un  $F2^i$  vidējo vērtību VSV, bet ar punktētu līniju iezīmētās eksperimentos noteiktās patskaņu zonas.

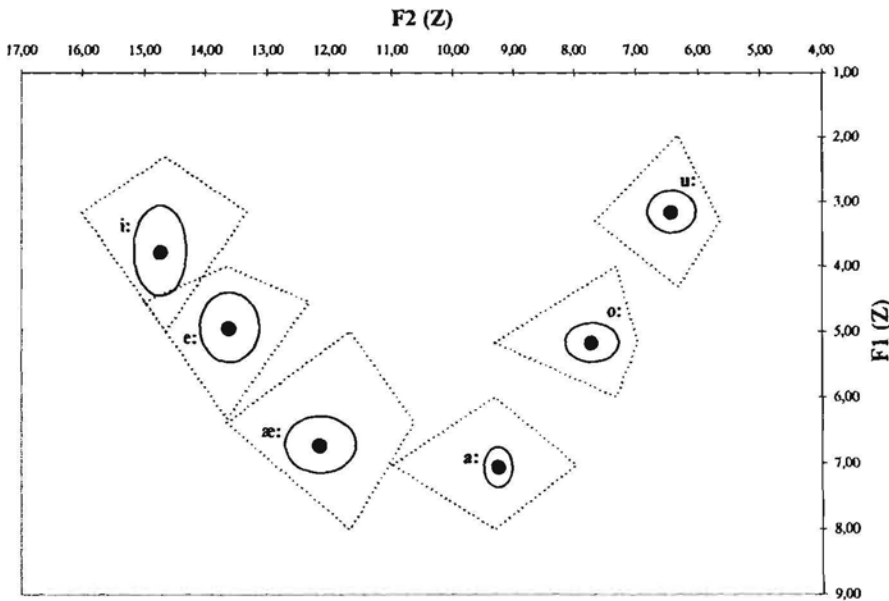
Šajā attēlā barkos pārveidotās otrajā un trešajā eksperimentā noteikto vidējo  $F1^i$  un  $F2^i$  vērtību VSV veido koordinātes lielajiem melnajiem punktiem. Ar slīpajiem krustiņiem apzīmētas katra patskaņa  $F1$  un  $F2$  augstāko un zemāko vērtību minimālās, maksimālās un mediānas vērtības pie fiksētas otra (nemainīgā) formanta frekvences vērtības. Tāpat kā 48. attēlā, ar punktētu līniju savienoti eksperimentos noteiktajām galējām  $F1^i$  un  $F2^i$  vērtībām atbilstošie punkti, iegūstots hipotētiskās patskaņu zonas (sk. 49. att.). Priekšējās rindas

patskaņu [i:], [e:] un [æ:] zonas, salīdzinot ar datu attēlojumu akustiskajā plaknē, kļuvušas kompaktākas F2 dimensijā. Tas skaidrojams ar dzirdes uztverei atbilstošo psihofizikālo vienību aprēķinu logaritmisko dabu frekvencēm virs 1000 Hz. Attēlā vērojama arī nosacītā [i:] un [e:] zonu pārklāšanās (sk. 49. att.), kas saglabājas arī pēc akustisko datu pārveidojuma psihofizikālajos. Reālā patskaņu sakrišanas faktiski ir vērojama tikai vienā psihofizikālās F2/F1 plaknes punktā. Ar melnu četrstūri apzīmēts vienīgais divu formantu stimulš ( $F1=4,55 Z$  un  $F2=14,66 Z$ ), kuru atkarībā no mainīgā formanta respondenti identificējuši kā [i:] (trešajā eksperimentā ar mainīgu F1) vai kā [e:] (otrajā eksperimentā ar mainīgu F2). Papildus teiktajam ir jāņem vērā, ka galējās vērtības neatbilst noteiktām tendencēm, bet vairāk ir kāda respondenta pārliedības trūkuma vai paviršības rādītājs. Lai noteiktu respondentu grupai kopējās tendences ir jāņem vērā vidējās statistiskās vērtības.

Tā kā uztveres eksperimentu mērķis bija noteikt tās  $F1^i$  un  $F2^i$  frekvenču vērtības, ar kurām divu formantu stimuli visvairāk tuvinātos respondentu auditīvajām ideālfomām, būtiski bija noteikt nevis katram patskanim atbilstošo minimālo un maksimālo F1 vai F2 vērtību, bet to, kuras F1 un F2 vērtības vairumā gadījumu tiek uzskatītas par optimālām katra patskaņa reprezentētājām. Šim nolūkam tika veikti statistiskie aprēķini otrajā un trešajā eksperimentā par labākajiem atzīto divu formantu stimulu mainīgā formanta frekvences vērtībām (sk. "F1 vidējā" SE1. tab. un "F2 vidējā" SE2. tab. pielikumā), aprēķinot tiem vidējās statistiskās vērtības (VSV) un 95% standartnovirzes (SN). Lai statistikas rezultāti būtu vieglāk interpretējami, akustiskie dati tika pārveidoti psihofizikālajās vienībās (barkos) un uz to bāzes izveidots patskaņu attēls psihofizikālajā F2/F1 plaknē (sk. 50. att.). Tāpat kā iepriekšējā attēlā (sk. 49. att.)  $F1^i$  un  $F2^i$  vidējo vērtību VSV veido koordinātes lielajiem melnajiem punktiem. Atbilstošās SN vērtības nosaka elipšu lielumu un novietojumu F2/F1 plaknē, kas apzīmē katra patskaņa auditīvajai ideālfomai atbilstošo divu formantu stimulu izkliedi. Papildus, tāpat kā 49. attēlā, psihofizikālajā plaknē ar punktētu līniju ir apzīmētas patskaņu zonas, kuru forma atbilst eksperimentos noteiktajām F1 un F2 minimālajām un maksimālajām vērtībām. Tādējādi 50. attēlā iespējams salīdzināt statistiski noteikto, ideālfomām atbilstošo patskaņu zonu izmērus un novietojumu (melnās elipses) ar eksperimentos novēroto katra patskaņa formantu minimālo un maksimālo vērtību novietojumu (ar punktētu līniju iezīmētās zonas). Attēlā redzams, ka, atšķirībā no punktēto līniju veidotajām zonām, elipšu ietvertās zonas ir samērā kompakas, turklāt visiem patskaņiem tās ir savstarpēji skaidri nošķirtas.

Salīdzinot elipšu izmērus, var secināt, ka F2 dimensijā tie atšķiras pavisam nedaudz, bet F1 dimensijā priekšējās rindas patskaņu [i:], [e:] un [æ:] zonas ir aptuveni

divas reizes plašākas par atbilstoša pacēluma vidējās un pakaļējās rindas patskaņu zonām. Patskaņu [i:] un [a:] elipses atšķiras no kopējās ainas. Patskanim [a:] F2 dimensijā elipse ir vismaz divas reizes mazāka, bet patskanim [i:] F1 dimensijā elipse ir ievērojami lielāka par pārējām. Tā kā patskaņi [i:] un [a:] atbilst izrunai bez lūpu noapaļojuma un ar maksimāli slēgtu un maksimāli atvērtu žokļa stāvokli, lielākajā pasaules valodu daļā tie veido patskaņu sistēmu pamatu, tāpēc uzskatāmi par patskaņu sistēmu pamatelementiem. Kā tādiem, tiem būtu jābūt precīzi definētiem arī uztverē, tāpēc tiem būtu sagaidāmas vismazākās izkliedes zonas. Patskaņa [a:] elipses lielums apstiprina šo hipotēzi, turpretim patskaņa [i:] elipse ir ar to galējā pretrunā.



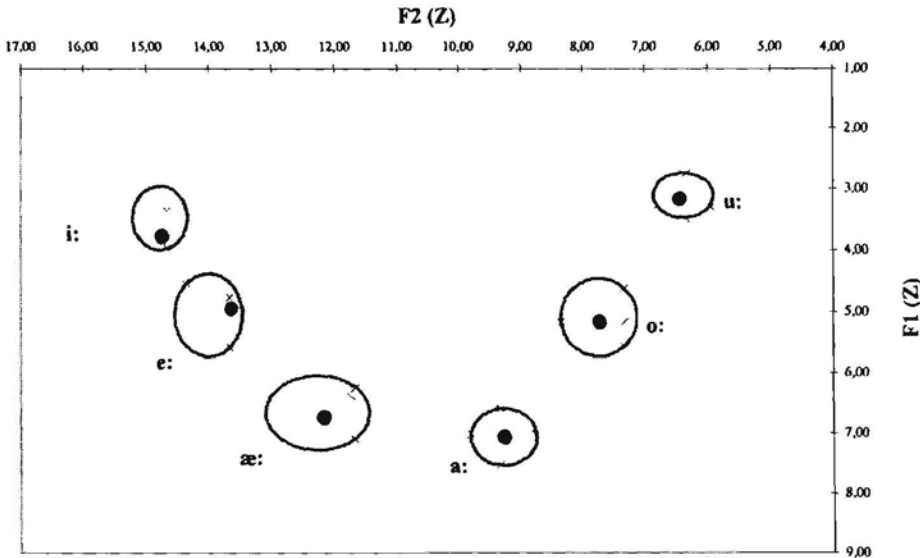
**50. attēls.** Psihofizikālajās vienībās (barkos) pārveidotu otrā un trešā eksperimenta rezultātu (sk. tab. SE1. un SE2. pielikumā) attēlojums psihofizikālajā F2/F1 plaknē. Lielo melno punktu koordinātes nosaka abos eksperimentos noteikto  $F1^i$  un  $F2^i$  vidējo vērtību VSV, elipses norāda 95% SN no VSV, bet ar punktētām līnijām iezīmētas patskaņu zonas, kuras nosaka F1 vai F2 zemāko vērtību minimums un augstāko vērtību maksimums.

Uz eksperimentāli iegūto  $F1^i$  vērtību neatbilstību uztveres hipersfēras un spektrālās integrācijas teorijai jau tika norādīts trešā eksperimenta rezultātu apskatā (sk. 2.2.4. nodaļas beigās). Atbilstoši šīm teorijām būtu gaidāms, ka respondenti par tuvākajiem ideālformai izvēlētos stimulus ar zemāku F1 frekvenci. Eksperimentā novērotā priekšrokas došana patskaņa [i:] stimuliem ar augstāku F1 frekvenci ir pārbaudāma ar lielāku respondentu skaitu un atkārtoti pētījama, dažādojot eksperimentālo materiālu. Ar promocijas darba autoram pieejamajiem datiem pietiek, lai secinātu, ka trešajā eksperimentā iegūtās  $F1^i$  vērtības neatbilst iepriekš minētajām teorijām, kā arī tieksmei pēc



patskaņu vienmērīga izvietojuma psihofizikālajā plaknē (Liljencrants & Lindblom 1971), kaut pārējo patskaņu dati norāda uz attālumu izlīdzināšanos starp patskaņiem (sk. 50. att.).

Pieņemot, ka 49. attēlā ar punktetu līniju iezīmētās patskaņu zonas ir paplašinātas uz atsevišķu, respondentu grupai kopumā neraksturīgu datu pamata, tika izveidots 51. attēls, kurā tāpat kā iepriekš lielo melno punktu koordinātes veido otrajā un trešajā eksperimentā noteiktās auditīvajām ideālformām atbilstošo divu formantu patskaņu  $F1^i$  un  $F2^i$  vidējo vērtību VSV. Slīpo pelēko krustiņu novietojumu  $F2/F1$  plaknē nosaka no otrajā eksperimentā iegūto  $F2$  (sk. SE2. tab.) un trešajā eksperimentā iegūto  $F1$  (sk. SE1. tab.) zemāko un augstāko vērtību datiem aprēķinātās VSV. Caur krustiņiem novilkta pelēka elipse tā, lai gadījumos, kad tās nevar novilkt caur visiem 4 krustiņiem, caur 3 krustiņiem novilkta elipses vienādā apjomā pārsniegtu krustiņu apzīmētās vērtības  $F1$  un  $F2$  dimensijā (sk. 51. att.).



**51. attēls.** Psihofizikālajās vienībās (barkos) pārveidotu otrā un trešā eksperimenta rezultātu (sk. tab. SE1. un SE2. pielikumā) attēlojums psihofizikālajā  $F2/F1$  plaknē. Lielo melno punktu koordinātes nosaka abos eksperimentos noteikto  $F1^i$  un  $F2^i$  vidējo vērtību VSV, bet zemāko un augstāko vērtību VSV nosaka elipsu formu un novietojumu.

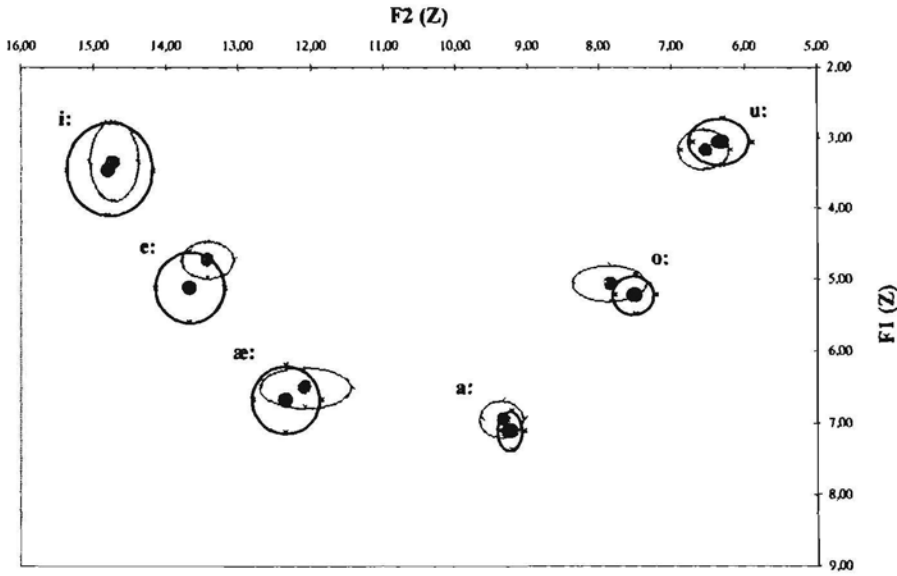
Galvenās tendences, kas atšķir 51. attēlu no 50. attēla ir tās, ka patskaņu [a:], [o:] un [u:] zonas gandrīz simetriski  $F2$  dimensijā nedaudz ir paplašinātas pret ar punktiem apzīmētajām ideālformu VSV (patskaņu [a:] un [o:] zonas – arī  $F1$  dimensijā), bet patskaņiem [e:] un [æ:] šis paplašinājums nav simetrisks – tas ir vērojams kā patskaņa zonas nobīde augstāko  $F2$  vērtību virzienā (īpaši izteikta šī nobīde ir patskaņim [e:]). Patskaņa [i:] zona, pretstatā pārējo patskaņu zonām, ir nevis paplašinājusies, bet –  $F1$  dimensijā samazinājusies, turklāt tā ir ievērojami novirzīta zemāku  $F1$  vērtību virzienā. Tā kā šajā grafikā ir izmantotas eksperimentos noteikto formantu zemāko un augstāko vērtību

VSV, ir pamats apgalvot, ka grafiks atspoguļo kopējās respondentu grupā vērojamās tendences, nosakot patskaņu zonu robežas uztverē, t. i., augstākās un zemākās  $F1^i$  un  $F2^i$  vērtības, ar kurām divu formantu stimulš pēc kvalitātes atbilst noteiktam latviešu valodas patskanim. Attēlā redzams (sk. 51. att.), ka patskaņu [e:] un [æ:] uztverē, respondenti kopumā devuši priekšroku divu formantu stimuliem ar augstāku  $F2$  vērtību (sal. ar 49. un 50. att.), kas nosacīti atbilst frontālākai artikulācijai, bet patskaņa [i:] uztverē – ar zemāku  $F1$  vērtību, kas nosacīti atbilst artikulācijai ar augstāku mēles pacēlumu. Tādā veidā ir redzams, ka, lai gan respondenti biežāk par labāko ir atzinuši  $F1^i$  vērtību, kas ir augstāka par izrunas mērījumos noteikto, viņi par patskaņa ideālformai atbilstošām ir atzīmējuši arī stimulus ar daudz zemākām  $F1$  vērtībām, kuru zemākā  $F1$  frekvence ir tikai 21 Hz augstāka par mērījumos noteikto.

Lai noteiktu patskaņu zonu izmērus un to novietojumu psihofizikālajā  $F2/F1$  plaknē atkarībā no katrā eksperimentā izmantotā stimulu sakārtojuma, izmantojot pielikumā norādītās (sk. SE3. tab.) eksperimentos iegūtās patskaņu formantu vidējās statistiskās vērtības (VSV) un standartnovirzes (SN), tika konstruēts 52. un 53. attēls.

Fonoloģisko eksperimentu (otrais un trešais eksperiments), kuros tika noteiktas klausītāju atmiņā fiksētās patskaņu ideālformas, rezultātā iegūtās vērtības izmantotas veidojot 52. attēlu. Patskaņu ideālformām atbilstošo divu formantu patskaņu  $F1^i$  un  $F2^i$  VSV, kas noteiktas, izmantojot stimulu virknes ar pieaugošu mainīgā formanta frekvences vērtību, 52. attēlā veido koordinātes pelēkajiem punktiem, bet tās, kas iegūtas, izmantojot stimulu virknes ar dilstošu mainīgā formanta frekvences vērtību – melnajiem punktiem. Ar slīpajiem krustņiem šajā attēlā apzīmēti standartnoviržu noteiktie punkti gan  $F2$ , gan  $F1$  ass virzienā, caur kuriem novilkta attiecīgas krāsas elipses, kas apzīmē ideālformu zonas psihofizikālajā plaknē. Šajā attēlā (sk. 52. att.) vērojams, ka psihofizikālajā plaknē dažādu patskaņu zonas ir savstarpēji labi nošķirtas, bet priekšējās rindas patskaņu zonas kopumā ir lielākas par kompaktajām vidējās un pakalējās rindas patskaņu zonām. To var skaidrot ar “gravitācijas centru” fenomenu – tā kā vidējās un pakalējās rindas patskaņiem  $F1$  un  $F2$  atrodas samērā tuvu, starp tiem notiek spektrālā integrācija un veidojas “gravitācijas centrs”, tāpēc kaut cik atpazīstamus šo rindu patskaņus var iegūt, sintezējot viena formanta stimulus, bet divu formantu stimuli jau satur papildinformāciju, kas palīdz precīzākai šo skaņu uztverei. Turpretim priekšējās rindas patskaņiem starp  $F1$  un  $F2$  “gravitācijas centri” neveidojas, jo attālums starp šiem formantiem pārsniedz 3,5 Z. Spektrālā integrācija šiem patskaņiem gaidāma starp  $F2$  un  $F3$  vai starp  $F2$ ,  $F3$  un  $F4$ . Tā rezultātā rodas lielāka neskaidrība ideālā divu formantu stimula noskaidrošanā, jo  $F2^i$  jāaizstāj informācija, ko

normālos apstākļos sniedz F2, F3 un F4. Lai priekšējās rindas patskaņu stimuli būtu tikpat precīzi uztverami, cik vidējās un pakaļējās rindas divu formantu stimuli, tie būtu jāsintezē ar vismaz trīs formantiem.



**52. attēls.** Psihofizikālajās vienībās (barkos) pārveidotu otrā un trešā eksperimenta rezultātu (sk. tab. SE3. pielikumā) attēlojums psihofizikālajā F2/F1 plaknē atsevišķi virknēm ar pieaugošu (pelēkie simboli) un dilstošu (melnie simboli) mainīgā formanta frekvences vērtību. Lielo punktu koordinātes nosaka abos eksperimentos noteikto  $F1^i$  un  $F2^i$  vērtību VSV, bet šo vērtību SN nosaka elipšu formu un novietojumu.

Stimulu secība eksperimentu virknēs rezultātus ietekmē samērā nelielā apjomā. Tas, ka patskaņu zonas (izņemot patskaņa [u:] zonu), kas noteiktas, lietojot stimulu virknes ar pieaugošu mainīgā formanta frekvences vērtību (pelēkās elipses), ir novirzītas F1 ass zemāko vērtību virzienā attiecībā pret zonām, kas noteiktas, lietojot stimulu virknes ar dilstošu mainīgā formanta frekvences vērtību (melnās elipses), sakrīt ar igauņu fonētiķu veiktajos uztveres eksperimentos (Eek & Meister 1994) novērotajām tendencēm. Šo parādību igauņu kolēģi skaidro ar to, ka eksperimenta dalībnieki izvēlas virknes sākumam tuvākos divu formantu stimulus, kas līdzinās atskaites stimulus. Šādu atzinumu uz latviešu respondentiem attiecināt tomēr nevar, jo to apgāž tas, ka tādas pašas tendences nav vērojamas F2 ass virzienā, kur līdzīga aina vērojama tikai priekšējās rindas patskaņu zonu novietojumā, turpretim pakaļējās rindas patskaņiem vērojama pretēja tendence (sk. 52. att.). Ja respondentus vadītu igauņu kolēģu aprakstītā motivācija, tad patskaņu zonu nobīdei būtu jābūt līdzīgai abās dimensijās – gan F1, gan F2. Salīdzinot ar abām stimulu virknēm iegūtos rezultātus, var secināt, ka noteikta tendence datu izkārtojumā tomēr ir vērojama – dati, kas iegūti, izmantojot stimulu virkni ar dilstošu mainīgā formanta frekvences vērtību, attēlā veido patskaņu zonas (melnās elipses), kas izkārtojas tuvāk

psihofizikālās F2/F1 plaknes perifērijai nekā patskaņu zonas (pelēkās elipses), kuru novietojumu nosaka dati, kas iegūti lietojot stimulu virkni ar pieaugošu mainīgā formanta frekvences vērtību. Var izteikt hipotēzi, ka šāds pelēko un melno elipšu savstarpējais novietojums saistīts ar abu virkņu atskaņošanas secību. Gan otrajā, gan trešajā eksperimentā respondentiem pirmā tika atskaņota virkne, kurā divu formantu stimuli bija sakārtoti mainīgā formanta frekvences pieaugšanas secībā, tad sekoja virkne, kurā stimuli bija sakārtoti mainīgā formanta frekvences samazināšanās secībā. Šādā secībā abas katram patskanim atbilstošās virknes tika atkārtoti atskaņotas vēl divas reizes. Patskaņu zonu robežas tika noteiktas pēc respondentu atbildēm abu virkņu pirmās atskaņošanas reizē, jo tad respondentu uzdevums bija atzīmēt visus atskaites patskanim atbilstošos divu formantu stimulus. Patskaņu virkņu secība eksperimentos bija šāda – [i:]-[e:]-[æ:]-[a:]-[o:]-[u:]. Tā kā katras virknes sintezētais divu formantu patskaņu audiomateriāls respondentiem bija svešs, bija paredzams, ka pirmās virknes atskaņojums radīs lielākas grūtības un nedrošību patskaņu atpazīšanā un klasificēšanā par otrās virknes atskaņojumu.

Ņemot vērā, ka pirmajā eksperimentā piedalījās citi respondenti, otrajā eksperimentā, klausoties patskaņa [i:] virkni ar stimuliem F2 frekvences palielināšanās secībā, respondentiem bija pirmā saskare gan ar sintezētu divu formantu patskaņu materiālu, gan ar tiem nepierastu uzdevumu. Spriežot pēc pelēko elipšu izvērsuma F2 dimensijā (sk. 52. att.), var pieņemt, ka respondenti par noteiktam patskanim atbilstošiem atzinuši tos stimulus, kuru F2 frekvence bija samērā tuva par ideālformai tuvāko atzītā divu formantu stimula frekvencei. Salīdzinot zonu robežas F2 dimensijā ar izrunas mērījumos iegūtajām F2 vērtībām (sk. 12. vai 15. tab.), var konstatēt, ka informanti, pakāpeniski pieaugot divu formantu stimula F2 vērtībai, par katra latviešu valodas patskaņa ideālformai līdzīgiem divu formantu stimuliem atzīmējuši tos, kuru zemākā F2 vērtība ir nedaudz zemāka par izrunas mērījumos noteikto vērtību (priekšējās rindas patskaņiem, izņemot [i:], tā ir 0,12-0,24 Z zemāka, bet pārējiem – 0,33-0,38 Z zemāka), bet augstākā F2 vērtība ir nepilnu bāru (apm. 0,7 Z) augstāka par zemāko (izņemot patskaņus [æ:] un [o:]). Patskaņa [i:] zona no pārējām atšķiras ar to, ka pat zemākā F2 vērtība ir 0,8 Z augstāka par mērījumos noteikto, norādot uz izteiktu F2 un F3 spektrālo integrāciju, kuras dēļ par patskanim [i:] atbilstošiem atzītie divu formantu stimuli veido zonu tonotopiskās distances F3–F2 vidējā trešdaļā, bet par labāko atzītajam divu formantu stimulam tiek izraudzīta F2 frekvence (14,72 Z), kas tikai par 0,05 Z pārsniedz tonotopiskās distances F3–F2 viduspunktu (14,67 Z). Patskaņu [æ:] un [o:] zonas no pārējām atšķiras ar to, ka to

izvērsums F2 dimensijā pārsniedz 1 Z (sk. pelēkās elipses 52. att.). Iespējams, ka šajā gadījumā tas izskaidrojams ar šo fonēmu relatīvo jaunumu un zināmo nestabilitāti latviešu valodas lietotāju vidū.

Aplūkojot patskaņu zonu novietojumu un izvērsumu F2 dimensijā, kas atspoguļo rezultātus, kas iegūti, atskaņojot stimulu virkni, kurā stimuli bija sakārtoti F2 frekvences samazināšanās secībā (sk. melnās elipses 52. att.), redzams, ka aina ir nedaudz atšķirīga. Salīdzinot šos datus ar mērījumu noteiktajām F2 vērtībām, var konstatēt, ka respondenti par priekšējās rindas patskaņiem atbilstošiem divu formantu patskaņiem atzinuši tos, kuru F2 frekvence pārsniedz mērījumos noteikto (pat zemākā šo stimulu F2 frekvence ir par 0,02-0,6 Z augstāka par mērījumos noteikto), t. i., respondenti ir devuši priekšroku stimuliem, kas atbilst priekšējākai šo patskaņu artikulācijai. Patskaņiem [a:], [o:] un [u:] vērojamas atšķirīgas tendences. Par šiem patskaņiem atbilstošiem divu formantu stimuliem respondenti atzinuši tos, kuru augstākā frekvence bija tikai nedaudz augstāka (0,02-0,2 Z), bet zemākā – ievērojami zemāka (0,32-0,62 Z) par mērījumos noteikto. Tas norāda uz priekšrokas došanu stimuliem, kas nosacīti atbilst pakaļējākai artikulācijai. Visiem patskaņiem zonu izvērsums F2 dimensijā ir mazāks par 1 Z, izņemot patskani [i:], kuram tas ir 1,18 Z. Kopumā rezultāti, kas iegūti ar otro stimulu virkni atbilst uztveres hipresfēras hipotēzei (Johnson et al. 1993b), jo respondenti par latviešu valodas patskaņiem atbilstošiem ir izvēlējušies tādus divu formantu stimulus, kuri, attēlojot tos F2/F1 psihofizikālajā plaknē, F2 dimensijā ir novietoti tuvāk plaknes perifērijai, nekā reāli izrunātu patskaņu punkti, kuru koordinātes plaknē nosaka akustiskos mērījumos iegūtie F2 dati.

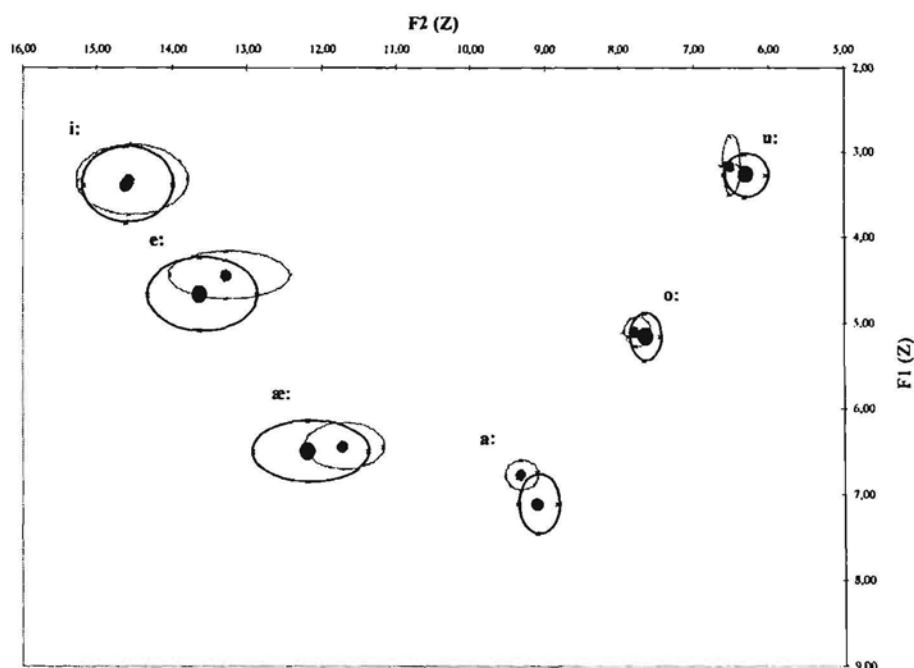
Aplūkojot patskaņu zonu izplatību F1 dimensijā, kas atspoguļo trešā eksperimenta rezultātus, un salīdzinot tos ar mērījumu noteiktajām F1 vērtībām (sk. 12. vai 22. tab.), var secināt, ka, klausoties pirmo stimulu virkni (stimuli sakārtoti F1 frekvences paaugstināšanās secībā), respondenti par attiecīgajiem patskaņiem atbilstošiem ir atzinuši divu formantu stimulus, kuru zemākā frekvence ir nedaudz zemāka (0,07-0,42 Z) par mērījumos noteikto F1 frekvenci, bet patskaņa zonas lielums šajā dimensijā nepārsniedz 0,49-0,55 Z, izņemot patskani [i:], kuram starp zemāko un augstāko F1 vērtību ir 1,12 Z intervāls. Atšķirība starp šādi noteikto zonu centriem un mērītajām F1 vērtībām ir neliela (0,08-0,18 Z). Ir vērojams, ka, nosakot katra patskaņa ideālformai tuvāko divu formantu stimulu, patskaņiem [a:], [o:] un [u:] ir izraudzīti stimuli, kuru F1<sup>i</sup> vērtības ir zemākas par mērījumos noteiktajām F1 vērtībām, tātad respondenti par labākajiem ir atzinuši virknes sākumam tuvākos stimulus (tas saskan ar A. Ēka hipotēzēm). Turpretim priekšējās rindas

patskaņiem ir izraudzīti stimuli, kuru  $F1^i$  vērtības ir augstākas par mērījumos noteiktajām  $F1$  vērtībām, tādād respondentu par labāko ir atzinuši nevis stimulu, kas ir tuvāks virknes sākumam, bet – tālāks no tā. Lielāka atbilstība igauņu kolēģu hipotēzēm ir vērojama respondentu reakcijā uz otro stimulu virkni (stimuli sakārtoti  $F1$  frekvences pazemināšanās secībā), kurā atzītajiem par patskaņu ideālformām tuvākajiem divu formantu stimuliem  $F1^i$  vērtības, izņemot patskani [u:], ir augstākas par mērījumos noteiktajām, t. i., respondenti ir izvēlējušies stimulus, kas bijuši tuvāki virknes sākumam. Salīdzinot ar otro stimulu virkni noteikto patskaņu zonu (sk. melnās elipses 52. att.) novietojumu ar mērījumos iegūtajām  $F1$  vērtībām, var secināt, ka respondenti par attiecīgajai ideālformai līdzīgiem ir sākuši atzīt stimulus, kuru  $F1$  vērtība priekšējās rindas patskaņiem ir bijusi 0,75-1,05 Z augstāka, bet pārējiem patskaņiem – 0,07-0,36 Z augstāka par mērījumos noteikto. Patskaņa zonu noslēdzošā zemākā  $F1$  vērtība, izņemot patskaņa [e:] zonu, ir izraudzīta par 0,19-0,58 Z zemāka par mērījumos noteikto. Patskaņa [e:] zonas zemākā  $F1$  vērtība ir 4,61 Z, kas par 0,06 Z pārsniedz mērījumos noteikto  $F1$ . Tādējādi ar otro stimulu virkni noteiktā patskaņa [e:] zona vienīgā neietver mērījumos noteikto  $F1$  vērtību. Patskaņu zonu izvērsums  $F1$  dimensijā, izņemot patskaņa [i:] zonu, kam tas ir 1,31 Z, nepārsniedz 1 Z – priekšējās rindas patskaņiem tas ir 0,94-0,99 Z, bet pārējiem – 0,54-0,65 Z.

Tā kā otrajā un trešajā eksperimentā katra patskaņa četru formantu atskaites stimulš tika atskaņots tikai vienu reizi katras virknes sākumā, tas kalpoja respondentiem kā signāls tam, ar kura patskaņa auditīvo ideālformu sekojošie divu formantu stimuli ir jāsalīdzina. Šīs auditīvās ideālformas ir izveidojušās mutvārdu komunikācijā ar citiem valodas lietotājiem, tāpēc iespējams, ka, ar dzirdi analizējot mākslīgi radītas sintētiskas skaņas, ir apgrūtināts to salīdzinājums ar dabiski izrunātām skaņām un tām atbilstošām uztveres ideālformām. Lai pārbaudītu, vai respondentiem salīdzināt divu formantu stimulus ar sintezētu četru formantu atskaites stimulu ir vieglāk nekā salīdzināt tos ar atbilstošajām auditīvajām ideālformām, gan otrajam, gan trešajam eksperimentam tika veikti papildeksperimenti. Šajos eksperimentos materiāls virknēs tika sakārtots pāros tā, lai katra pāra pirmais loceklis būtu četru formantu atskaites stimulš, bet otrais – divu formantu stimulš ar noteiktu mainīgā formanta frekvenci (sk. 2.2.3. un 2.2.5. nod.). Papildeksperimentu rezultātu uzskatāmībai tika izveidots 53. attēls, kurā pēc 52. attēla veidošanas principiem attēloti salīdzināšanas eksperimentu rezultāti, kas iegūti, salīdzinot atskaites stimulu ar katru virknes stimulu atsevišķi, t. i., nosakot vislīdzīgāko stimulu pāri.

Tāpat kā 52. attēlā, arī 53. attēlā patskaņu punkti un patskaņu ieņemtās zonas parādītas psihofizikālajā plaknē. Balstoties uz salīdzināšanas eksperimentu rezultātu

statistiskās apstrādes datiem, noteiktas vidējās statistiskās vērtības un standartnovirzes divu formantu stimulu formantu frekvencēm, ar kurām divu formantu stimulš kvalitatīvi ir maksimāli tuvs četru formantu atskaites stimulam (atšķiras no tā vismazāk). Arī šoreiz pelēko punktu koordinātes nosaka divu formantu stimulu  $F1^s$  un  $F2^s$  frekvenču VSV virknēs ar pieaugošu mainīgā formanta frekvenci, bet melno punktu koordinātes – VSV virknēs ar dilstošu mainīgā formanta frekvenci. Patskaņu zonas apzīmējošās atbilstošās krāsas elipses, tāpat kā 52. attēlā, novilkta caur slīpajiem krustiņiem, kuru novietojumu nosaka standartnovirzes no VSV. Kopumā 53. attēlā redzamās patskaņu zonu novietojuma tendences sakrīt ar tām, kas iegūtas grafiski attēlojot fonoloģisko eksperimentu rezultātus (sk. 52. att.).



**53. attēls.** Psihofizikālajās vienībās (barkos) pārveidotu otrā un trešā eksperimenta papildinājuma rezultātu (sk. tab. SE3. pielikumā) attēlojums psihofizikālajā  $F2/F1$  plaknē atsevišķi virknēm ar pieaugošu (pelēkie simboli) un dilstošu (melnie simboli) mainīgā formanta frekvences vērtību. Lielo punktu koordinātes nosaka abos eksperimentos noteikto  $F1^s$  un  $F2^s$  vērtību VSV, bet šo vērtību SN nosaka elipšu formu un novietojumu.

Arī salīdzināšanas eksperimentu rezultāti liecina (sk. 53. att.), ka patskaņu zonas psihofizikālajā plaknē ir skaidri savstarpēji nodalītas, lai gan priekšējās rindas patskaņu zonas ir plašākas  $F2$  ass virzienā, turpretim pakaļējās rindas patskaņu zonas šai virzienā ir kompaktākas par fonoloģiskajos eksperimentos noteiktajām attiecīgo patskaņu zonām (sk. 52. att.). Arī patskaņu zonu, kas noteiktas izmantojot stimulu virknes ar pieaugošu (pelēkās elipses) un dilstošu (melnās elipses) mainīgā formanta frekvences vērtību, savstarpējais novietojums būtiski neatšķiras no fonoloģisko eksperimentu rezultātos vērotā. Tas liecina,

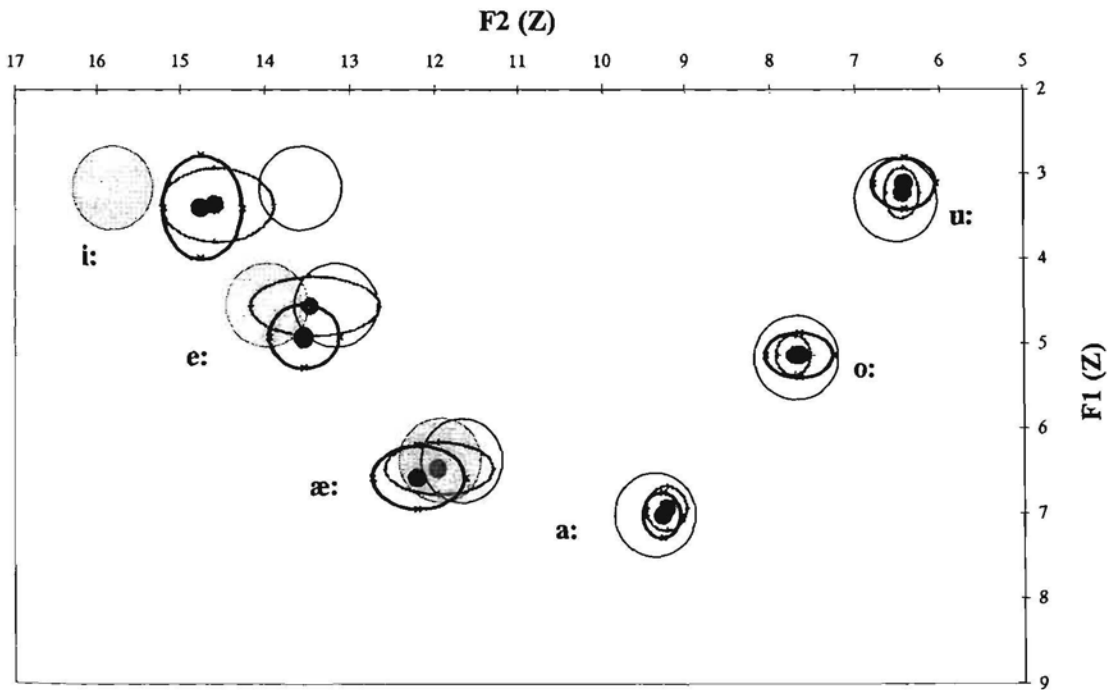
ka eksperimentos izmantoto divu formantu stimulu kvalitāte ir pietiekoši laba, lai noteiktu šādi veidoto patskaņu kvalitāti un salīdzinātu to gan ar četru formantu atskaites stimulu, gan ar atmiņā glabāto katra patskaņa auditīvo ideālfomu. Vienīgais patskanis, kuru ir vērts atsevišķi pieminēt papildēksperimentu sakarā, ir patskanis [u:], kuram ar pirmo stimulu virkni iegūtā  $F1^s$  vērtība (pelēkais punkts) ir zemāka nekā ar otro virkni iegūtā. Tādējādi eksperimentu rezultātos iezīmējas noteikta sistēma:

- 1)  $F1$  dimensijā respondenti izvēlas zemākas  $F1^s$  vērtības, ja divu formantu stimuli virknē seko  $F1$  vērtību paaugstināšanās secībā, bet – augstākas  $F1^s$  vērtības, ja stimuli seko  $F1$  vērtību pazemināšanās secībā, t. i., par atskaites stimulam atbilstošiem viņi no vairākiem līdzīgiem izvēlas stimulus, kuri ir tuvāki virknes sākumam (Eek & Meister 1994);
- 2)  $F2$  dimensijā respondentu atbildēs vērojama tendence stimulu virknēs, kurās divu formantu stimuli seko  $F2$  vērtību pazemināšanās secībā, izvēlēties  $F2^s$  vērtības, kas ir tuvākas  $F2/F1$  plaknes perifērijai, t. i., palielina priekšējās rindas patskaņu nošķirumu no pārējiem, nekā virknēs, kurās stimuli sakārtoti  $F2$  vērtību paaugstināšanās secībā.

Lai fonoloģisko (otrais un trešais eksperiments) un salīdzināšanas (papildinājums otrajam un trešajam eksperimentam) eksperimentu rezultāti būtu savstarpēji vieglāk un precīzāk salīdzināmi, tika konstruēts 54. attēls. Šī attēla konstruēšanā izmantoti skaitliskie dati, kas atsevišķi iegūti no fonoloģisko un salīdzināšanas eksperimentu rezultātiem, aprēķinot VSV un SN vidējās aritmētiskās vērtības no tām, kas iegūtas ar stimulu virknēm ar pieaugošu un dilstošu mainīgā formanta frekvenci. Tādējādi, attēlā ar melnajiem punktiem apzīmēti fonoloģiskajos eksperimentos noteiktie labākie divu formantu stimuli, kuru koordinātes psihofizikālajā plaknē (sk. 54. att.) nosaka fonoloģisko eksperimentu rezultāti kopumā, nedalot rezultātus atkarībā no stimulu secības virknēs, bet ar melnajām elipsēm – fonoloģiskajos eksperimentos noteiktās patskaņu zonu robežas. Ar mazajiem pelēkajiem punktiem, savukārt, 54. attēlā apzīmēti salīdzināšanas eksperimentos noteiktie labākie, četru formantu atskaites stimuliem tuvākie divu formantu stimuli, kuru koordinātes psihofizikālajā plaknē nosaka salīdzināšanas eksperimentu rezultāti kopumā, bet ar pelēkajām elipsēm – salīdzināšanas eksperimentos noteiktās patskaņu zonu robežas. Lai eksperimentu rezultāti būtu viegli salīdzināmi ar patskaņu stimulu sintēzei par pamatu ņemtajiem izrunas mērījumu datiem, tie attēloti ar lieliem baltiem punktiem, kuru diametrs ir 1 Z. Ar gaiši pelēkiem 1 Z lieliem punktiem 54. attēlā papildus attēloti priekšējās rindas patskaņi, kuru koordinātes atbilst mērījumos noteiktajām  $F1$  vērtībām un no augstāko formantu vērtībām pēc 23. formulas aprēķinātajām efektīvā otrā formanta ( $F2'$ ) vērtībām.



Pārējie patskaņi šādi nav attēloti tāpēc, ka to F2' vērtības praktiski sakrīt ar mērījumos iegūtajām F2 vērtībām.



54. attēls. Latviešu valodas patskaņu novietojums psihofizikālajā F2/F1 (Z) plaknē atbilstoši to izrunas datu mērījumos iegūtajām vērtībām (lielie baltie punkti), pēc 23. formulas aprēķinātajām vērtībām (lielie pelēkie punkti), fonoloģiskajos eksperimentos iegūtajām vērtībām (melnie punkti un melnās elipses) un salīdzināšanas eksperimentos iegūtajām vērtībām (mazie pelēkie punkti un pelēkās elipses).

Salīdzinot fonoloģiskajos (melnās elipses) un salīdzināšanas eksperimentos (pelēkās elipses) iegūtos rezultātus ar izrunas datu mērījumos iegūtajām (lielie baltie punkti) un teorētiski paredzētajām (lielie pelēkie punkti) vērtībām, redzams, ka:

- 1) patskaņiem [a:], [o:] un [u:] gan fonoloģiskajos, gan salīdzināšanas eksperimentos noteiktās labākās F1 un F2 vērtības un to standartnoviržu veidotās zonas praktiski pārklājas ar mērījumos noteikto izrunas datu punktiem, kuru diametrs 1 Z norāda uz psihofizikālās F2/F1 plaknes apgabalu, kurā var runāt par piederību šo patskaņu kvalitātes kategorijai;
- 2) priekšējās rindas patskaņiem fonoloģiskajos eksperimentos iegūtās vērtības (melnie punkti un melnās elipses 54. att.) atšķiras no mērījumos iegūtajām vērtībām vairāk nekā tās, kas iegūtas salīdzināšanas eksperimentos (mazie pelēkie punkti un pelēkās elipses);

3) patskaņiem [i:] un [e:] eksperimentos iegūtās F2 vērtības atrodas pa vidu starp izrunas datu mērījumos noteiktajām un teorētiski paredzētajām F2 vērtībām, bet patskaņim [æ:] pat pārsniedz paredzētās F2 vērtības.

Apkopojot attēlā vēroto (sk. 54. att.), var secināt, ka fonoloģisko un salīdzināšanas eksperimentu rezultāti būtiski neatšķiras – vislielākās atšķirības F1 dimensijā vērojamas patskaņim [e:], bet F2 dimensijā – patskaņim [æ:], tomēr tās nepārsniedz 0,5 Z. No tā izriet, ka respondentu atbildes visai maz liecina par uztveres hipersfēras efektu, jo, ja šis efekts būtu spēcīgā, fonoloģisko eksperimentu rezultātu nobīdei F2/F1 plaknes perifērijas virzienā, salīdzinot ar salīdzināšanas eksperimentu rezultātu novietojumu, būtu jābūt izteiktākai. Tas, ka priekšējās rindas patskaņiem un patskaņim [u:] salīdzināšanas eksperimentos iegūtie dati (mazie pelēkie punkti un pelēkās elipses) ir tuvāki mērījumos iegūtajiem nekā fonoloģisko eksperimentu dati (melnie punkti un melnās elipses), norāda uz nelielu patskaņu auditīvo ideālformu atšķirību no informanta V2 izrunātajiem patskaņiem, kuru dati tika ņemti par pamatu eksperimentos izmantoto stimulu sintēzei. Salīdzināšanas eksperimentu dati priekšējās rindas patskaņiem apstiprina spektrālās integrācijas fenomenu, jo tajos noteiktā divu formantu stimulu F2 frekvence ir augstāka par mērījumos noteikto un norāda uz augstāko formantu ietekmi. Noskaidrojot, cik liels ir F2 frekvences paaugstināšanas apjoms, var konstatēt, ka patskaņiem [e:] un [æ:] F2 frekvence paaugstināta gandrīz precīzi par 1/5 no distances starp otro un trešo formantu (F3–F2), bet patskaņim [i:] – gandrīz par 1/2 šīs distances un vairāk nekā par 1/5 (precīzāk – 2/7) distances starp otro un ceturto formantu (F4–F2). No tā var secināt, ka patskaņiem [e:] un [æ:] spektrāli integrējas otrais un trešais formants, bet patskaņim [i:] – otrais, trešais un ceturtais formants, kā tas arī bija paredzams, vērtējot tonotopiskās distances starp šiem formantiem. Tas, ka uztveres eksperimentu rezultāti nesaskan ar efektīvā otrā formanta vērtībām, kas tika aprēķinātas pēc R. Bladona un G. Fanta formulas (sk. 23. formulu), automātiski nenorāda uz šīs formulas trūkumiem priekšējās rindas patskaņu efektīvā otrā formanta frekvences aprēķināšanā. Ja valodā nav šiem patskaņiem kontrastējošu noapaļotu priekšējās rindas patskaņu, pietiekamā kontrasta nodrošināšanai ar vidējās vai pakaļējās rindas patskaņiem klausītāji pieļauj arī zemākas divu formantu stimulu F2 vērtības. Ekspreimentos ar latviešu valodas patskaņiem ir vērojams, ka klausītāji par nenoapaļotiem priekšējās rindas patskaņiem ir atzinuši arī divu formantu stimulus, kuru F2 frekvence sakrīta ar izrunas mērījumos noteikto, vai pat bija zemāka par to (sk. minimuma vērtības SE2. tab. pielikumā). Līdzīgi veiktos eksperimentos ar igauņu valodas materiālu

(Eek & Meister 1994) ir noteikts, ka kontrasta palielināšanai starp vienāda pacēluma noapaļotajiem un nenoapaļotajiem priekšējās rindas patskaņiem, igauņu klausītāji par labākajiem nenoapaļotajiem patskaņiem atbilstošajiem divu formantu stimuliem ir atzinuši tos, kuru F2 frekvence bija pat augstāka par teorētiski aprēķināto. No tā var secināt, ka auditīvajos eksperimentos iegūto latviešu valodas patskaņu datu atšķirības no teorētiski aprēķinātajām un eksperimentos ar citu valodu materiālu iegūtajām vērtībām ir skaidrojamas ar pietiekamā perceptīvā kontrasta nodrošināšanas nosacījumiem (Liljencrants & Lindblom 1971). Ar šo pašu fenomenu var skaidrot arī eksperimentos novēroto pirmā formanta frekvences paaugstināšanos divu formantu stimuliem – tā neietekmē perceptīvo kontrastu, ko jau nodrošina augstā F2 frekvences vērtība. Respondentu atbildēs ir vērojama tendence par latviešu valodas patskaņiem vislabāk atbilstošajiem izvēlēties tos divu formantu stimulus, kuriem intervāli starp artikulāros atvērumus raksturojošiem lielumiem (tonotopisko distanču  $F1-F0$  vērtībām) ir vienādi vai tuvi ar patskaņu izrunā novērojamajiem (sk. 2.2.4. nod.). Lai šo hipotēzi atzītu par likumību, ir nepieciešami papildus pētījumi.

#### Secinājumi:

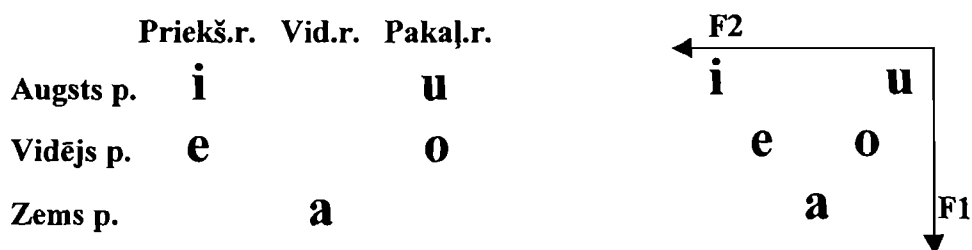
- 1) auditīvajos eksperimentos iegūtajā latviešu valodas patskaņu materiālā nav novērojams uztveres hipersfēras efekts;
- 2) eksperimentos noteiktās priekšējās rindas patskaņu F2 vērtības liecina par spektrālo integrāciju starp otro un augstākiem formantiem, bet atšķirības no aprēķinātajām F2' vērtībām – uz pietiekama perceptīvā kontrasta nodrošināšanu arī ar zemākām divu formantu F2 vērtībām, ko nosaka noapaļotu priekšējās rindas patskaņu trūkums latviešu valodā;
- 3) eksperimentos noteiktās F1 vērtības norāda uz potenciāli pastāvošiem konstantiem intervāliem starp patskaņu artikulārā atvēruma psihofizikālajiem rādītājiem (tonotopisko distanču  $F1-F0$  vērtībām).

### **3. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU SISTĒMAS FONOĻĢISKĀ INTERPRETĀCIJA**

Latviešu valodas patskaņu fonoloģiskā klasifikācija ir šķietami vienkāršs uzdevums, jo 12 patskaņi veido 6 patskaņu pārus, kur (uzsvērtajās pozīcijās) vienīgā atšķirība starp garo un īso pāra locekli ir kvantitatīva, t. i., patskaņi būtiski atšķiras tikai pēc to ilguma. Kvalitatīvi īsie un garie patskaņi atšķiras nebūtiski (mazāk par l barku) un tāpēc ir uzskatāmi par piederīgiem vienai kvalitātes kategorijai. Tradicionāli latviešu valodas patskaņi tiek klasificēti pēc to artikulācijas, raksturojot tos pēc garuma, sasprieguma, labialitātes, artikulācijas rindas un mēles pacēluma. Grūtības rodas, ja fonoloģisko klasifikāciju grib balstīt uz objektīvu akustiskos pētījumos iegūtu datu pamatu.

### 3.1. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU SISTĒMA

To, ka latviešu valodā ir 6 kvalitatīvi atšķirīgu patskaņu sistēma, var izskaidrot, ņemot vērā fizioloģiskās runas orgānu īpašības, dzirdes uztveres īpatnības un cilvēka tieksmi pēc maksimālas enerģijas ekonomijas un ērtībām (Lindblom 1984). Triju patskaņu sistēma /i, a, u/ nodrošina maksimālu tās locekļu nošķirumu, jo šie patskaņi ir visatšķirīgākie gan pēc artikulārās, gan akustiski auditīvās kvalitātes, tomēr tai ir savi trūkumi. Šāda sistēma ne vienmēr spēj nodrošināt valodai nepieciešamo kontrastējošo skaņu inventāru. Pasaules valodās plaši izplatīta un par optimālu bieži uzskatīta ir 5 kvalitatīvi atšķirīgu patskaņu sistēma /i, e, a, o, u/, kas ir simetriska un nodrošina vieglu tās locekļu akustisku un auditīvu nošķirumu, kā arī ir pietiekoši plaša, lai nodrošinātu vajadzīgo kontrastējošo vienību daudzumu saziņā (Liljencrants & Lindblom 1971). To var grafiski attēlot, sakārtojot patskaņus pēc to artikulācijas apraksta, vai, vēl labāk, balstoties uz patskaņu spektrālajām īpašībām un sakārtojot tos akustiskajā vai auditīvajā patskaņu F2/F1 plaknē (sk. 55. att.).



55. attēls. Biežāk novērotais patskaņu izkārtojums pēc to artikulārajām un akustiskajām pazīmēm 5 patskaņu sistēmās.

Spriežot pēc akustiski auditīvā attēlojuma F2/F1 plaknē, šādu valodu runātāji (saziņas dalībnieki), lai nodrošinātu patskaņu savstarpējo kontrastu, izvēlas patskaņus, kas atrodas pa vidu starp maksimāli atšķirīgajiem /i/, /a/ un /u/, sadalot intervālus /i-a/ un /a-u/ uz pusēm. Ja rodas nepieciešamība pēc plašāka patskaņu inventāra, 6. patskani izvēlas pēc noteiktiem likumiem. Tam vajadzētu būt tādām, kas nodrošinātu vieglu izrunu un uztveri un pēc iespējas saglabātu līdzsvaru un simetriju sistēmā. Pētījumi (Liljencrants & Lindblom 1971; Lindblom 1988; Lindblom 1990) rāda, ka pasaules valodās šādā gadījumā 5 patskaņu sistēma visbiežāk tiek papildināta ar augsta pacēluma vidējās rindas patskani /ɨ/ (retāk /i/) vai zema pacēluma priekšējās rindas patskani /æ/ (sk. 56. att.). Ja sistēma tiek papildināta ar zema mēles pacēluma jeb atvērtu priekšējās rindas patskani, tad patskaņu dispersijā rodas asimetrija un sistēmas ietvaros ir gaidāma patskaņu pārbīde (Disner 1980).

Ar šo pārbīdi var izskaidrot, kāpēc patskanis /a/ latviešu valodā gan akustiski auditīvi, gan funkcionāli ir kļuvis par pakalējās rindas patskani.

Augsta pacēluma vidējās rindas patskaņa /ʌ/ vai /i/ izvēle neietekmē patskaņu sistēmas simetriju un uzlabo līdzsvaru starp artikulācijas rindām, jo šādā 6 patskaņu sistēmā ir pa diviem patskaņiem katrā artikulācijas rindā (priekšējā rindā – /i/ un /e/, vidējā rindā – /i/ vai /ʌ/ un /a/, bet pakalējā rindā – /u/ un /o/). Bez tam, šāda patskaņa pievienošana 5 patskaņu sistēmai atbilst shēmai, kad jaunā sistēmas locekļa kvalitāte tiek izraudzīta tā, lai tas atrastos pa vidu starp maksimāli kontrastējošajiem patskaņiem. Līdz ar to ir pabeigta patskaņu /i/, /a/ un /u/ veidotā trīsstūra malu dalīšana uz pusēm, pievienojot jaunus sistēmas locekļus. Te gan jāprecizē, ka, lai izvairītos no dažādu fonētisko procesu (artikulārā neitralizācija neuzsvērtajās zilbēs, fonēmu apkaime u. c.) ietekmes uz artikulācijas rindas noteikto fonēmu kontrastu, 6 patskaņu sistēmās /ʌ/ var būt ar priekšējāku artikulāciju nekā /i/. Tas saistīts ar to, ka /ʌ/ un /i/ (arī /i/ un /u/) atšķiras ne tikai pēc artikulācijas rindas, bet arī pēc labializācijas, tāpēc šo fonēmu kontrasts uztverē ir noturīgāks nekā starp /ʌ/ un /u/ (arī /i/ un /i/), kas atšķiras tikai pēc artikulācijas rindas.

	Priekš.r.	Vid.r.	Pakaļ.r.	
Augsts p.	<b>i</b>	<b>(i/ʌ)</b>	<b>u</b>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 5px;">←</div> <div style="text-align: center;"> <b>F2</b>  <b>i (i/ʌ) u</b> </div> </div>
Vidējs p.	<b>e</b>		<b>o</b>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 5px;">↓</div> <div style="text-align: center;"> <b>e o</b> </div> </div>
Zems p.	<b>(æ)</b>	<b>a</b>	<b>(æ) a</b>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 5px;">↓</div> <div style="text-align: center;"> <b>F1</b> </div> </div>

**56. attēls.** Iespējamais patskaņu izkārtojums pēc to artikulārajām un akustiskajām pazīmēm 6 patskaņu sistēmās – iekavās norādītas vietas, kurās biežāk novērots sestā patskaņa pievienojums simetriskai 5 patskaņu sistēmai.

Nav nejauša arī patskaņa /æ/ izvēle 6 patskaņu sistēmas izveidē no 5 patskaņu sistēmas, tomēr tā skaidrojama ar citiem nosacījumiem.

Pirmkārt, mēles muguras priekšējā daļa fizioloģiski ir kustīgāka par pakalējo, turklāt tās kustības ir precīzāk koordinējamas, tāpēc dažādu tautu valodās nesimetriskajās patskaņu sistēmās dominē priekšējās nevis pakalējās rindas patskaņi (Liljencrants & Lindblom 1971).

Otrkārt, pēc tā, kurā vietā tiek veidots akustiski svarīgais balss trakta sašaurinājums un cik liels tas ir, 5 patskaņu sistēmas locekļus artikulāri varētu dalīt palatālos ar ciešu (/i/) un mazāk ciešu (/e/) sašaurinājumu, velāros ar ciešu (/u/) un mazāk ciešu (/o/)

sašaurinājumu un faringālos ar ciešu (/a/) sašaurinājumu. Papildinot šo sistēmu ar /æ/, iegūstam simetrijai trūkušo faringālo patskani ar mazāk ciešu sašaurinājumu.

Treškārt, uztverē šķirot patskaņus pēc to spektrālā pamatenerģijas sadalījuma, kad, integrējoties tuvu esošiem formantiem, veidojas “gravitācijas centri”, G. Fants (Fant 1973, 1983) panāk samērā precīzu akustisko īpašību saistību ar artikulārajām pazīmēm un iegūst iespēju uz to pamata savstarpēji norobežot patskaņu fonēmas. Izmantojot divus parametrus – akustiski auditīvās šķirējpazīmes [bemolēts] (*[flat]*) – saistīta ar balss trakta garumu mainošiem faktoriem – balsenes nolaišanu un labializāciju saistībā ar velarizāciju un žokļa aizvēršanu) un [izvērstis] (*[spread]*) – saistīta ar sašaurinājuma plašumu un tā novietojumu balss trakta veidotajā rezonatorā), G. Fants ir ieguvis iespēju sadalīt patskaņus divās pamatgrupās (pakaļējos un nepakaļējos). Dalot pēc šīs metodes latviešu valodas patskaņus, robeža starp pakaļējiem un nepakaļējiem patskaņiem būtu 3,5 barki [izvērstis] dimensijā (F2'–F1). Visi latviešu valodas patskaņi, kas šajā dimensijā novietojas zem 3,5 Z robežas, tiek klasificēti kā pakaļējie, jo tiem raksturīga spektrālā integrācija starp pirmo un otro formantu, bet patskaņi virs 3,5 Z robežas – kā nepakaļējie, jo tiem iespējama spektrālā integrācija starp otro un augstākiem formantiem. Tātad, pakaļējiem patskaņiem raksturīga zemfrekvences enerģijas spektrālā dominante, bet nepakaļējiem – augstfrekvences. Nepakaļējie patskaņi latviešu valodā atbilst priekšējās rindas patskaņiem, kam pēc G. Fanta teorijas raksturīgs, ka  $F_3 - F_2 < 3,5 Z < F_2 - F_1$ . Patskanis /æ/ aizpilda 5 patskaņu sistēmā tukšu palikušo plaša žokļa atvēruma jeb atvērto (tradicionāli – zema mēles pacēluma) nepakaļējo jeb priekšējo patskaņu zonu, tā harmonizējot visu patskaņu sistēmu.

Ceturtkārt, dalot 5 patskaņu sistēmu pēc tās locekļu fonoloģiskajām funkcijām, rodas asimetrija, jo /a/ funkcionāli pievienojas pakaļējiem (citkārt sauktiem arī par “velāriem”) patskaņiem. Sestā patskaņa iekļaušana sistēmā ļauj novērst šo asimetriju – rezultātā veidojas 6 patskaņu sistēma ar 3 priekšējiem (sauktiem arī par “palatāliem”) un 3 pakaļējiem patskaņiem. Latviešu valodā priekšējā patskaņa lomā /æ/ funkcionē tikai līdzskaņu mijās, piem., *Piebalga* [<sup>1</sup>piebalgā] – *piebaldzēns* [<sup>1</sup>piebaldzæ:ns], bet ortoēpijā patskaņa /e/-/æ/ lietošanas nosacījumos, kur izpaužas tieksme pēc patskaņu harmonijas, tas darbojas kā pakaļējais patskanis, prasot platu lietojumu, piem., *dzeltēt* [<sup>1</sup>dzelte:t] – *dzeltens* [<sup>1</sup>dzæltæns].

### 3.2. PATSKAŅU APRAKSTS ĢENERATĪVAJĀ FONOLOĢIJĀ

Lai arī sākotnēji, runājot par šķirēj jeb diferencētājpazīmēm, fonoloģisko teoriju autori tās saistīja gan ar artikulārajiem, gan akustiskajiem parametriem (Jakobson et al. 1969), laika gaitā šī saikne tika atstāta novārtā, pievēršoties galvenokārt artikulārajiem parametriem (dažkārt tos papildinot ar auditīvajiem), kuru saistība ar akustisko signālu vairs netika skaidrota.

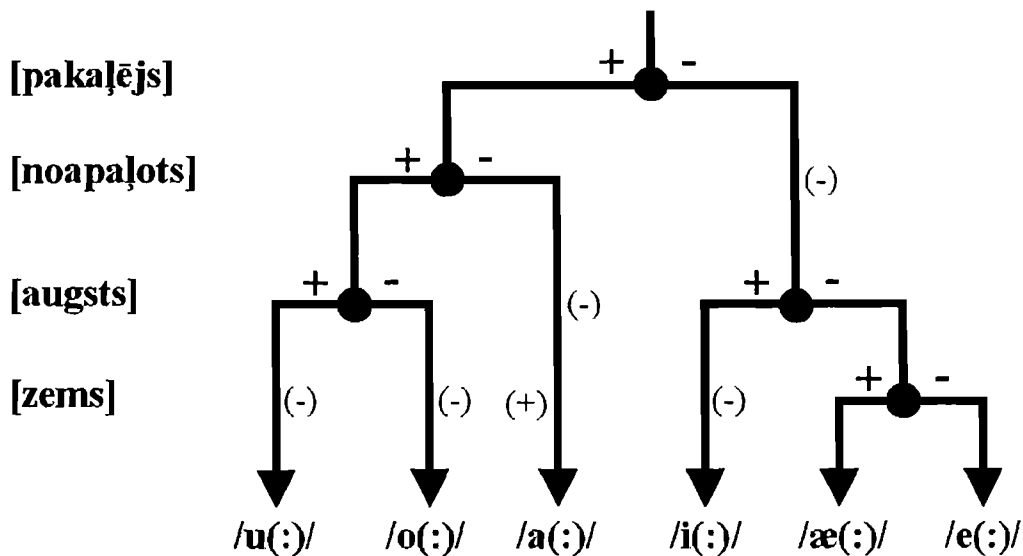
To var pamatot ar “ģeneratīvās” fonoloģijas pieeju runas aktam, kad tika uzskatīts, ka procesi artikulārajā līmenī nosaka procesus un to pazīmes zemākos, klausītājam tuvākos līmeņos. D. Markus (Markus 2000a) latviešu valodas patskaņus ir klasificējusi atbilstoši to artikulārajām un funkcionālajām pazīmēm (sk. 27. tab.). Īsie patskaņi /i/ un /u/ var būt gan zilbiski, gan nezilbiski tāpēc apzīmējami ar [±zilbisks]. Īsie patskaņi /i/ un /u/ var būt [-zilbiski], ja tie radušies no līdzskaņiem /j/ un /v/ nepilnīgas vokalizācijas rezultātā.

Pazīmes		Fonēmas											
		i	i:	e	e:	æ	æ:	a	a:	o	o:	u	u:
I. Galvenās	konsonantisks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	sonorants	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	zilbisks	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+
II. Laringālās	balsīgs	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
III. Artikulācijas vietas	noapaļots	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
IV. Dorsālās	augsts	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	zems	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
	pakaļējs	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
V. Artikulācijas veida	nepārtraukts	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	nazāls	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VI. Kvantitātes	garš	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+

27. tabula. Latviešu valodas patskaņu fonoloģiskā klasifikācija, balstoties uz to artikulārajām šķirējpazīmēm.

Uz šo pazīmju piemēģības pamata (sk. 27. tab.) var veidot grafisku attēlu – tā saucamo šķirējpazīmju sazarojuma attēlu jeb fonoloģiskās klasifikācijas dendrogrammu (sk. 57. att.). D. Markus šādam attēlojumam par pirmo sazarojuma pazīmi ir ieteikusi izmantot nevis [pakaļējs], bet [priekšējs], jo šis dalījums latviešu valodā ir funkcionāli nozīmīgāks, taču promocijas darbā atstāts tradicionālais sazarojuma princips, lai šis grafiks būtu salīdzināms ar citu autoru darbos redzamajiem.





57. attēls. Latviešu valodas patskaņu fonoloģiskās klasifikācijas dendrogramma (Markus 2000a) – pazīmes saskaņotas ar citu autoru darbos norādītajām.

Tā kā latviešu valodā nav nelabiāliem ([–noapaļots]) priekšējās rindas patskaņiem pretstatītu labiālu ([+noapaļots]) priekšējās rindas patskaņu, dalījums pēc šīs pazīmes uz tiem neattiecas, nepieciešamības gadījumā atsevišķi norādot, ka visi priekšējās rindas patskaņi ir [–noapaļoti]. Dalot pēc šīs pazīmes [+pakaļējs] patskaņus, kā [–noapaļots] tiek nodalīts patskanis /a(:)/, kas no pārējiem šīs grupas patskaņiem atšķiras arī ar pacēlumu – tas vienīgais ir [+zems]. Tā kā šim patskanim nav pretstatīts neviens [+noapaļots] zema pacēluma patskanis, lieka kļūst /a(:)/ nošķiršana pēc pazīmēm [augsts] un [zems], nepieciešamības gadījumā norādot, ka raksturojums [+pakaļējs] un [–noapaļots] latviešu valodā automātiski nozīmē arī [+zems], bet raksturojums [+pakaļējs] un [+noapaļots] nozīmē arī [–zems]. Dalot priekšējos ([–pakaļējs]) patskaņus pēc pazīmes [augsts], patskanim /i(:)/ piemītošā pazīme [+augsts] automātiski izslēdz pazīmi [+zems].

Līdzīgā veidā varētu aprakstīt latviešu valodas patskaņus, vadoties pēc N. Čomska un M. Halles 1968. gadā definētajām universālajām fonētiskajām šķirējpazīmēm (Chomsky & Halle 1968), ko G. Fants papildina ar pazīmi [labiāls]<sup>16</sup> (Fant 1973: 198). Ņemot vērā, ka normālos apstākļos latviešu valodas patskaņi vienmēr ir [–konsonantiski], [+sonoranti], [+nepārtraukti], [–nazāli] un parasti arī [+balsīgi], šo pazīmju raksturojumu var izlaist gadījumos, kad jāraksturo un savstarpēji jāsalīdzina tikai paši patskaņi (28.

<sup>16</sup> G. Fants ir papildinājis N. Čomska un M. Halles sistēmu ar pazīmi [labiāls], lai savstarpēji nošķirtu zviedru valodas [–pakaļējs], [+noapaļots] un [+augsts] patskaņus.



Ja patskanis latviešu valodā ir [+pakaļējs], [+noapaļots] un [+labiāls], tas automātiski ir [+augsts] un [-zems], bet, ja tas ir [+pakaļējs], [+noapaļots] un [-labiāls], tas ir arī [-augsts] un [-zems], jo latviešu valodā nav noapaļotu zema mēles pacēluma patskaņu. Līdzīgi attēlojumam 57. attēlā, ja patskanis ir [+pakaļējs] un [-noapaļots], tas latviešu valodā automātiski ir arī [-labiāls], [-augsts] un [+zems].

Ja patskanis latviešu valodā ir [-pakaļējs], tas vienmēr ir [-noapaļots] un [-labiāls], tāpēc dalījumu pēc lūpu noapaļojuma priekšējās rindas patskaņiem var nenorādīt. Pats par sevi saprotams ir tas, ka, ja patskanis ir [+augsts], tas ir [-zems].

No pazīmes [labiāls] latviešu valodas patskaņu klasifikācijā varētu atteikties (skat. 57. att.), jo latviešu valodā nav vairāku [-pakaļējs], [+noapaļots] vienāda pacēluma patskaņu, bet [+pakaļējs] un [+noapaļots] patskaņus var diferencēt pēc pacēluma. Ja tiek meklēta optimāla šķirējpazīmju sistēma, kas būtu izmantojama visu pasaules valodu patskaņu klasifikācijai, pazīme [labiāls] tomēr būtu saglabājama. Šī iemesla dēļ tā ir ietverta 58. attēlā dotajā klasifikācijā.

Jāņem vērā, ka dažādu autoru darbos pazīme [+saspriegts] šajā sistēmā atbilst tai, kas 27. tabulā apzīmēta ar [+garš], lai gan teorētiski saistīta ne tikai ar lielāku patskaņa izrunas garumu, bet arī ar lielāku nekā [-saspriegts] skaņām balss trakta deformāciju salīdzinājumā ar miera stāvokli. Balss trakta deformācijas atšķirību aspektā latviešu valodas patskaņu izruna nav nopietni pētīta, un saspriegtums tiek definēts kā runas orgānu virsmu lielāks sasprindzinājums skaņas izrunas brīdī (Laua 1997: 14). Nelietojot citas garumu norādošas šķirējpazīmes, kā [+saspriegts] būtu jāapzīmē arī patskaņi /æ:/, /a:/ un /o:/, lai gan tos tradicionāli uzskata par vājāk saspriegtiem nekā /i:/, /e:/ un /u:/, tāpēc analizējot bieži klasificē par “nesaspriegtiem”. Šī iemesla dēļ, 28. tabulā pazīmes piemērtība šiem patskaņiem dota iekavās.

Patskanis	$\Sigma\Delta F$	Patskanis	$\Sigma\Delta F$
[i:]	1453	[i]	1333
[e:]	723	[e]	609
[æ:]	358	[æ]	354
[a:]	905	[a]	773
[o:]	1076	[o]	1045
[u:]	1786	[u]	1713

**29. tabula.** Katra patskaņa izrunai nepieciešamās balss trakta deformācijas akustiskā atbilde izteikta ar  $\Sigma\Delta F = \Delta F1 + \Delta F2 + \Delta F3 + \Delta F4$ , kas aprēķināta no katra patskaņa formantu frekvenču (1. tab.) starpības ar atbilstoša rezonatora garumam ( $l = 17,18$  cm) aprēķinātajām neitrāla patskaņa /ə/ formantu vērtībām:  $F1 = 509$  Hz,  $F2 = 1528$  Hz,  $F3 = 2547$  Hz,  $F4 = 3565$  Hz.

Ja artikulācijas spriegumu nosaka pēc skaņu akustiskajām pazīmēm, tad visi latviešu valodas garie patskaņi klasificējami kā saspriegti, jo, aprēķinot latviešu valodas patskaņu un neitrāla patskaņa /ə/ pirmo četru formantu centru frekvenču skaitlisko vērtību starpības ( $\Delta F_1, \Delta F_2, \Delta F_3, \Delta F_4$ ), šo starpību summa ( $\Sigma \Delta F = \Delta F_1 + \Delta F_2 + \Delta F_3 + \Delta F_4$ ) garajiem patskaņiem ir lielāka nekā īsajiem (sk. 29. tab.). Tas no artikulārā viedokļa atbilst lielākai balsis trakta deformācijai garo patskaņu izrunas laikā. Tabulā vērojams, ka vislielākā formantu vērtību starpību summu ( $\Sigma \Delta F$ ) atšķirība ir starp garajiem un īsajiem patskaņiem [i:] un [i] (120 Hz), [e:] un [e] (114 Hz), [a:] un [a] (132 Hz), starp patskaņiem [u:] un [u] tā samazinās līdz 75 Hz, starp [o:] un [o] – līdz 31 Hz, bet starp [æ:] un [æ] – līdz 4 Hz. Atbilstoši šim vērojumam, patskaņus [æ:] un [o:] patiesi varētu uzskatīt par vāji saspriegtiem vai [-saspriegtiem], bet [a:] noteikti būtu klasificējams kā [+saspriegts]. Tas ir pretrunā ar tradicionālo atziņu, ka artikulācijas sprieguma ziņā atšķirība starp īso un garo patskaņi palielinās, palielinoties mēles pacēluma apjomam (Laua 1997: 14).

Patskaņa /ə/ formantu vērtības šajā gadījumā tika noteiktas aprēķinu ceļā, pēc zema pacēluma patskaņu F3 vērtībām (sk. 1. tab.) nosakot balsis trakta garumu  $l=17,18$  cm (Nordström & Lindblom 1975; Fant 1975) un formantu frekvenču aprēķinos izmantojot 3. formulu.

Lielāka saistība ar akustiskajām īpašībām vērojama P. Ladefogeda 1982. un 1989. gadā piedāvātajā uz patskaņiem attiecināmo šķirējpazīmju klāstā (Ladefoged 1982, 1989).

Fonēmas		i	i:	e	e:	æ	æ:	a	a:	o	o:	u	u:
Pazīmes													
Sonorant	sonorants	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Voice	balsīgs	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Brightness	dzidr	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Height (augstums)	augsts	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	vidēji a.	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-
	vidēji z.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	zems	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Grave	gravis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sibilant	svelpenis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Nasal	nazāls	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

30. tabula. Latviešu valodas patskaņu klasifikācija atbilstoši P. Ladefogeda 1989. gadā aprakstītajām šķirējpazīmēm.

P. Ladefogeds (1989:27) balsīguma pazīmi [balss] (*voice*) saista ar zemas frekvences periodisku enerģiju skaņas spektrā; pazīme [+gravis] (*grave*) norāda uz neperiodisku zemas frekvences enerģiju, bet [+svelpenis] (*sibilant*) – uz neperiodisku augstas frekvences enerģiju spektrā; pazīme [augstums] (*height*) attiecināma uz patskaņiem

un saistīta ar pirmā formanta F1 frekvenci, kam ir 4 gradācijas pakāpes – [augsts] (zema F1 frekvence), [vidēji augsts] (vidēji zema F1 frekvence), [vidēji zems] (vidēji augsta F1 frekvence) un [zems] (augsta F1 frekvence). Artikulācijas vietas pazīmi P. Ladefogeds aizstāj ar auditīvo pazīmi [dzidrums] (*brightness*), kas saistīta ar distanci starp efektīvo otro formantu (F2') un pirmo formantu (F1) – jo lielāka skaitliskā F2'–F1 vērtība, jo “dzidrāks” patskanis. Patskaņu analīzē var tikt lietota arī pazīme [skanenis] (*sonorant*), kas norāda uz spektrālo enerģiju ar izteiktu formantu struktūru. Ja latviešu valodas patskaņus analizē pēc šīm šķīrējpažīmēm, iegūst klasifikāciju, kas redzama 30. tabulā. Vēl uz patskaņiem būtu attiecināms balss spraugas raksturojums (*glottal aperture*), kas iedalās 5 pakāpēs – [slēgta] (*closed*) raksturo glotālu slēdzeni, [čērksstoša] (*creaky*) raksturo čērksstošu vai laringalizētu balss kvalitāti, [modāla] (*modal*) atbilst normālai fonācijai, [dvesoša] (*breathy*) raksturo balsi ar piedvesmu, kas rodas no nepilnīgi sakļautām balss saitēm, bet [atvērta] (*spread*) raksturo atplestu balss spraugu. Normālos runas apstākļos balss spraugas stāvokli latviešu valodas patskaņu izrunā var raksturot kā [modālu].

K. Stīvenss savā 1998. gada darbā (Stevens 1998) patskaņu klasifikācijai izmanto apmēram tās pašas šķīrējpažīmes, kas redzamas 27. tabulā, dodot artikulāri akustisku to skaidrojumu, bet skaidri nedefinējot, ar kuru akustisko parametru katra pazīme būtu saistāma. Augstu patskaņu definēšanā jaunums ir tas, ka tos nosaka ne tikai zema F1 frekvence, bet arī nosacījums, ka pirmā formanta un pamattoņa frekvences starpībai jābūt mazākai par 3 barkiem ( $F1-F0 < 3 Z$ ).

Fonēmas		i	i:	e	e:	æ	æ:	a	a:	o	o:	u	u:
Pazīmes													
Vocalic	vokālisks	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Consonantal	konsonantisks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Round	noapaļots	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
High	augsts	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Low	zems	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Back	pakaļējs	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
ATR	PMS	+	+	+	+	-	-	-	-	?	?	+	+
CTR	AMS	-	-	-	-	(+)	(+)	(+)	(+)	-	-	-	-

31. tabula. Latviešu valodas patskaņu fonoloģiskā klasifikācija pēc K. Stīvensa 1998. gadā aprakstītajām šķīrējpažīmēm.

Pazīme [ATR] (*Advanced Tongue Root*) apzīmē uz priekšu pavirzītu mēles saknes stāvokli (latviski varētu saīsināt PMS), kas rada faringa dobuma paplašinājumu pretstatā sašaurinājumam, kas rodas, mēles sakni velkot atpakaļ un tuvinot to faringa dobuma pakaļējai sienai – šādu stāvokli K. Stīvenss apzīmē ar pazīmi [CTR] (*Constricted Tongue*

*Root*), ko varētu latviskot kā atvilkto mēles saknes stāvokli (AMS). Abas minētās pazīmes ir pretstatītas neitrālam mēles saknes stāvoklim. Latviešu valodas patskaņu klasifikācija pēc šīm pazīmēm dota 31. tabulā. Pazīmes [PMS] un [AMS] latviešu valodas patskaņiem noteiktas, balstoties uz A. Lauas grāmatā (Laua 1997: 15-25) dotajiem rentgenogrammu shematiskajiem attēliem. [+AMS] pazīme latviešu valodas patskaņiem /a/, /a:/, /æ/ un /æ:/ norādīta iekavās, jo, lai gan plašs mutes vērums izraisa sašaurinājumu faringa dobumā, tas nav tik izteikts kā citās valodās, kur paralēli mutes vērūmam notiek apzināts mēles atvilkums.

Jāatzīst, ka visplašāko ar akustiskajām pazīmēm motivēto šķirējpazīmju lietojumu piedāvā R. Jakobsona, G. Fanta un M. Halles 1951. gada fonoloģiskās klasifikācijas modelis (Jakobson et al. 1969). Tajā katra šķirējpazīme skaidrota gan no artikulārā, gan akustiskā viedokļa. Klasificējot latviešu valodas patskaņus pēc šīm pazīmēm, iegūstama apmēram tāda pati informācija, kā lietojot iepriekš aprakstītās sistēmas, taču ir skaidri definēta pazīmju atbilstība noteiktiem akustiskiem parametriem.

Pazīmes		Fonēmas											
		i	i:	e	e:	æ	æ:	a	a:	o	o:	u	u:
<b>Vokālisks</b> <i>Vocalic</i>	Skaņas avots ir balss, skaidri redzami formanti.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Konsonantisks</b> <i>Consonantal</i>	Antirezonanšu klātbūtne, kas ietekmē visu skaņas spektru	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Zilbisks</b> <i>Syllabic</i>	Piemīt tikai patskaņiem, bet daži līdzskaņi ar vokāliskām iezīmēm noteiktās pozīcijās var kļūt zilbiski	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Balsīgs</b> <i>Voiced</i>	Periodisks skaņas vilnis ar cikliskām svārstībām	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Kompakts</b> <i>Compact</i>	Augsta F1 frekvence, liela kopējā spektrālā enerģija	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
<b>Difūzs</b> <i>Diffuse</i>	Zema F1 frekvence, zema enerģija starp formantiem	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<b>Gravis</b> <i>Grave</i>	F2 tuvs F1, maza F2-F1	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<b>Akūts</b> <i>Acute</i>	F2 tuvs F3, liela F2-F1, bet maza F3-F2	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<b>Diēzēts</b> <i>Sharp</i>	Augsts F2, kas paaugstina arī F3, maza F3-F2 un F4-F3	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Bemolēts</b> <i>Flat</i>	F1, F2 un F3 pazemināts salīdzinot ar [-bemolēts]	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+

32. tabula. Latviešu valodas patskaņu fonoloģiskā klasifikācija pēc R. Jakobsona, G. Fanta un M. Halles aprakstītajām šķirējpazīmēm.

Fonoloģiskās klasifikācijas rezultāts pēc artikulāri akustiskajām pazīmēm redzams 32. tabulā. Aplūkojot 32. tabulu, redzams, ka autoru lietotās šķīrējpazīmes no iepriekš aprakstītajām atšķiras ar nosaukumiem, bet ir vērojama cieša saikne un atbilstība starp pazīmēm [+kompakts] un [+zems], [+difūzs] un [+augsts], [+gravis] un [+pakaļējs], [+akūts] un [-pakaļējs], [+bemolēts] un [+noapaļots]. Pazīme [+diēzēts] ļauj nodalīt palatālos patskaņus no pārējiem, kas dažkārt ir svarīgi skaidrojot to fonoloģiskās funkcijas skaņu mijās. G. Fants (Fant 1973, 1983) savos darbos turpinājis izmantot šo pašu šķīrējpazīmju sistēmu zviedru valodas patskaņu klasifikācijai, to papildinot un modificējot tā, lai tajā būtu iekļauti patskaņu uztverei nozīmīgie akustiski auditīvie dati. G. Fants ar piemēriem pamato no šīs sistēmas atlasītu šķīrējpazīmju efektivitāti zviedru valodas plašās patskaņu sistēmas fonoloģiskai klasifikācijai (Fant 1973: 192-201), paralēli salīdzinot to ar citu autoru piedāvātajām sistēmām. Šajā un citos darbos G. Fants ir uzsvēris tās priekšrocības, ko dod akustiski auditīvo (nevis artikulāro) šķīrējpazīmju lietošana. Tas balstīts uz praktiskiem vērojumiem, ka divas vai vairākas artikulārās pazīmes var raksturot procesus, kuri dod vienu un to pašu akustiski auditīvo rezultātu, t. i., sniedz to pašu informāciju, kas ietverta vienā akustiski auditīvā šķīrējpazīmē.

### 3.3. AR AKUSTISKI AUDITĪVIEM DATIEM PAMATOTA LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU FONOLOĢISKĀ KLASIFIKĀCIJA

Runas procesa (artikulācijas) uzdevums ir dot pietiekošu domas akustisko kodējumu, lai nodrošinātu akustiskā signāla segmentu kontrastu un maksimālu izšķiramību uztverē (Fant 1983: 1). Runas process, tātad, ir orientēts uz rezultējošo akustisko signālu. Patskaņu raksturošanai pamatinformāciju dod pirmo četru formantu (gk. F1, F2 un F3) centru frekvences. Lai patskaņu kvalitātes izteikšana būtu iespējama nevis trīsdimensiju sfērā, bet divdimensiju plaknē, tiek ieviests efektīvā otrā formanta (F2') jēdziens. Šī sistēma ir izmantota arī latviešu valodas materiāla klasificēšanai, jo ir vienīgā promocijas darba autoram zināmā plašāk izstrādātā sistēma, kurā šķirēj pazīmes ir skaidri definētas to saistībā ar patskaņu akustiskajiem datiem, un tā ir pamatā arī A. Ēka (Eek & Meister 1994) veiktajai igauņu valodas patskaņu sistēmas fonoloģiskai klasifikācijai.

	[u:]	[u]	[o:]	[o]	[a:]	[a]	[æ:]	[æ]	[e:]	[e]	[i:]	[i]
<b>F1</b>	3,3	3,3	4,6	5,0	6,2	6,4	6,4	6,3	4,3	4,5	2,9	3,1
<b>F2'</b>	5,7	6,1	6,8	7,2	8,6	8,9	11,6	11,7	14,0	13,8	15,2	15,0
<b>F2' - F1</b>	2,4	2,8	2,1	2,2	2,4	2,4	5,2	5,4	9,8	9,3	12,3	11,9
<b>F2'+F1</b>	8,9	9,3	11,4	12,2	14,8	15,3	17,9	18,1	18,3	18,4	18,0	18,2
<b>F1 - F0</b>	2,1	2,1	3,6	3,9	5,1	5,4	5,3	5,3	3,1	3,4	1,7	1,9
<b>F2 - F1</b>	2,4	2,8	2,1	2,2	2,4	2,3	4,9	5,0	8,7	8,2	10,7	10,5
<b>F3 - F2</b>	8,1	8,0	7,8	7,3	6,4	5,8	3,2	3,1	1,9	2,1	2,0	1,9
<b>F4 - F2</b>	10,5	9,9	9,7	9,2	8,0	7,8	5,3	5,2	3,7	3,9	3,4	3,4

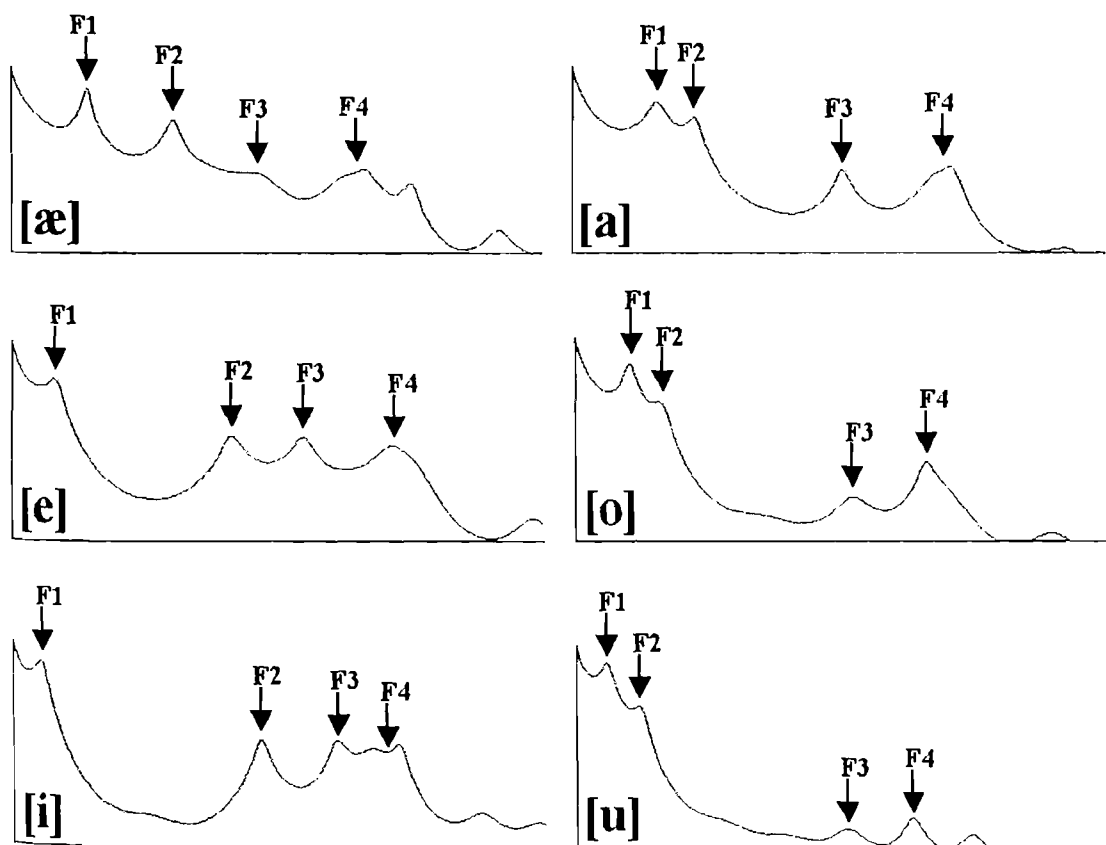
33. tabula. Fonoloģiskajai klasifikācijai izmantojamie izolētu latviešu valodas patskaņu akustiski auditīvie dati (vīriešu izruna), kas izteikti barkos (Z) pēc H. Traunmillera ieteiktās formulas (sk. 1. un 2. formulu).

Fonoloģiskās klasifikācijas izstrādei par pamatu tika ņemts uztveres psihofizikālajās mērvienībās (barkos) pārrēķināts mērījums iegūto vīriešu izrunātu izolētu latviešu valodas patskaņu akustisko datu materiāls (sk. pielikumā) un no tā pēc 23. formulas aprēķinātās (Bladon & Fant 1978) efektīvā otrā formanta (F2') vērtības. Izmantojot šo materiālu, tika aprēķinātas šķirēj pazīmes nosakošo parametru vērtības, kam tika izdarīta statistiska apstrāde, iegūstot vidējās statistiskās vērtības (sk. 33. tab.).

Pirmā formanta F1 vērtība parasti tiek saistīta ar artikulāro pazīmi [augstums], ko izsaka mēles pacēlums vai žokļa vērums. Tai uztverē aptuveni atbilst auditīvā pazīme [kompakts], vai [difūzs], kas raksturo spektrālo līkni kopumā (ilustrācijai sk. 59. att. – informanta V2 izrunāto garo patskaņu LPC spektrus). Patskanis ir [+kompakts], ja tam ir augsts F1 (augsta F1 frekvences vērtība) un spektrālā līkne kopumā ir ar lielu enerģiju gan



formantu smaiļu rajonos, gan arī ieplakās starp tiem (patskanis [æ] un [a] 59. att.). Patskanis ir [+difūzs], ja tam ir zems F1 (zema F1 frekvences vērtība) un spektrālās līknes enerģija ir zema ieplaku rajonos (patskanis [i] un [u] 59. att.). F1 vērtības pieaugums artikulācijā atbilst pieaugošam žokļa atvērumam un mēles pārvietošanai uz faringālā stāvokļa pusi (Fant 1973: 186). Aplūkojot 33. tabulu, redzams, ka dažādas kvalitātes patskaņu F1 vērtības pakāpeniski pieaug no augsta pacēluma patskaņiem ( $F1 \approx 3 \div 3,5 Z$ ) ar 1,5 barku intervālu līdz vidēja pacēluma patskaņiem ( $F1 \approx 4,5 \div 5 Z$ ) un zema pacēluma patskaņiem ( $F1 \approx 6 \div 6,5 Z$ ).



59. attēls. Vīrieša izrunāto garo patskaņu LPC spektri (Hz) – pirmie četri formanti norādīti ar bultiņām un apzīmēti atbilstoši ar F1, F2, F3 un F4.

Efektīvais otrais formants F2' sintezētos divformantu patskaņos aizstāj par F1 augstākos formantus (F2, F3 un F4). To var noteikt auditīvajos testos vai aprēķināt teorētiski, ņemot vērā spektrālo integrāciju starp patskaņa formantiem (Bladon & Fant 1978). Artikulācijā F2' vērtības pieaugumam atbilst mēles pārvietošana no velāra stāvokļa uz palatālu (Fant 1973: 186).

Formantu enerģijas spektrālo integrāciju un spektrālo “gravitācijas centru” veidošanos var paredzēt no auditīvajām jeb tonotopiskajām distancēm starp formantiem. Ja distance starp pirmo un otro formantu ir mazāka par 3,5 barkiem ( $F2 - F1 < 3,5 Z$ ), tad tie

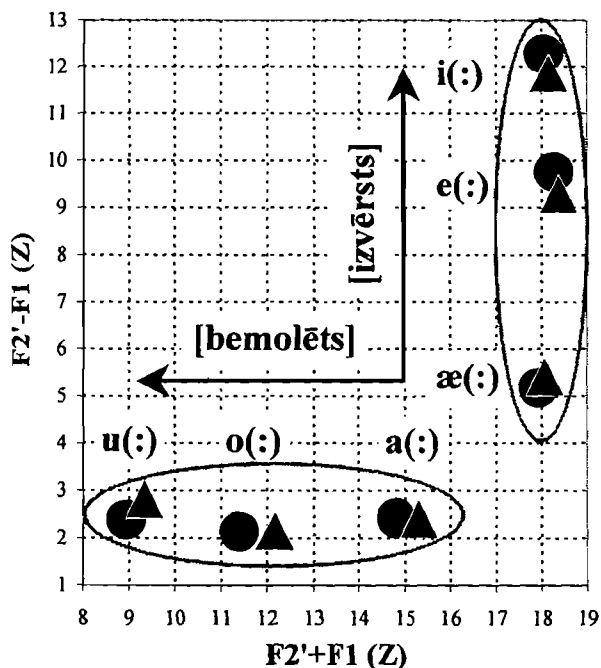
savstarpēji integrējas un veidojas “gravitācijas centrs” jeb spektrālā dominante zemajās frekvencēs. Šāda dominante raksturīga pakalējiem ([+pakalējs]) patskaņiem, kurus var apzīmēt ar auditīvo pazīmi [+gravis]. Jo vairāk ir atvilkta mēles sakne to izrunā, jo augstāks šiem patskaņiem ir F1. Pakalējiem [+gravis] patskaņiem kalkulētā F2' vērtība parasti sakrīt ar mērījumos noteikto F2 vērtību vai ir tuva tai, tāpēc arī starpība F2–F1 ir vienāda vai gandrīz vienāda ar F2'–F1 (sk. 33. tab.). G. Fants (Fant 1983: 14) iesaka izmantot tonotopisko distanci starp pirmo un otro formantu ( $F2-F1=F2'-F1 < 3,5 Z$ ), lai psihofizikālajā plaknē nošķirtu [+pakalējs] patskaņus no [-pakalējs] patskaņiem, par robežšķirtni starp tiem nosakot 3,5 Z auditīvo frekvenci. Tādā veidā kā [+pakalējs] (akustiski auditīvi – [+gravis]) no pārējiem tiek nodalīti latviešu valodas patskaņi [u(:)], [o(:)] un [a(:)], kuriem F2–F1 (arī F2'–F1) ir robežās no 2,1 Z (patsk. [o(:)] līdz 2,8 Z (patsk. [u] – sk. 33. tab.).

Ja distance starp pirmo un otro formantu ir lielāka par 3,5 barkiem ( $F2-F1 > 3,5 Z$ ), bet distance starp otro un trešo formantu – mazāka ( $F3-F2 < 3,5 Z$ ), tad savstarpēji integrējas otrais un trešais formants un “gravitācijas centrs” veidojas augstajās frekvencēs. Šo patskaņu F2' parasti ir tuvs mērījumos noteiktajam F3 vai ir novirzīts uz tā pusi. Šāda spektrālā dominante raksturīga priekšējiem ([-pakalējs]) patskaņiem, kurus var apzīmēt ar auditīvo pazīmi [+akūts] vai [-gravis]. Latviešu valodas patskaņiem [i(:)], [e(:)] un [æ(:)] distance F2–F1 ir robežās no 4,9 Z (patsk. [æ(:)] līdz 10,7 Z (patsk. [i(:)]), bet distance F3–F2 ir robežās no 1,9 Z (patskaņiem [i] un [e(:)] līdz 3,2 Z (patskanim [æ(:)] – sk. 33. tab.), kas pilnībā atbilst priekšējās rindas akustiski auditīvajām pazīmēm. Kā tas redzams, salīdzinot šiem patskaņiem 33. tabulā norādīto F2' ar 10. tabulā norādītajām F2 un F3 (arī F4) vērtībām, augstfrekvences gravitācijas centra (tam atbilst F2') frekvence palielinās, palielinoties F2 frekvencei. Patskanim [æ(:)] F2 un F2' gandrīz sakrīt, un F2' atrodas tikai nedaudz augstāk par F2, tāpēc var teikt ka spektrālā integrācija ar augstākiem formantiem ir nenozīmīga. Patskanim [e(:)] F2' atrodas pa vidu starp F2 un F3, jo ir notikusi spektrālā integrācija starp otro un trešo formantu. Patskanim [i(:)] F2' atrodas tuvāk F3, kas skaidrojams ar to, ka šim patskanim savstarpēji integrējas F2, F3 un F4, tāpēc F2' atrodas apmēram pa vidu starp F2 un F4.

Pēc teorijas centrālajiem ir jābūt patskaņiem, kuriem distance starp pirmo un otro kā arī otro un trešo formantu ir lielāka par 3,5 barkiem ( $F2-F1 > 3,5 Z < F3-F2$ ). Tādus patskaņus apzīmē vai nu [-akūts] un [-gravis], vai [ $\pm$ gravis]. Šiem patskaņiem spektrālā integrācija starp pirmo un otro vai otro un trešo formantu nav gaidāma, tāpēc aprēķinātais F2' sakrīt ar mērījumos noteikto F2 tāpat kā pakalējiem patskaņiem. Tāds ir igauņu valodas

patskanis 'ō', ko A. Ēks artikulāri raksturo kā vidējās rindas vidēja vai augsta pacēluma patskani un transkribē /ə/ (kaut artikulāri atbilstošāks liekas simbols /ə/ vai /i/ lietojums atkarībā no mēles pacēluma). Latviešu valodā šādu patskaņu nav.

Pēc G. Fanta (Fant 1973: 186-187) summa  $F2'+F1$  atbilst dubultotam spektra "gravitācijas centra" lielumam<sup>17</sup>, kas līdzsvaro  $F1$  un  $F2'$  nozīmi. "Gravitācijas centru"



60. attēls. Latviešu valodas patskaņi auditīvi akustiskajā  $(F2'+F1)/(F2'-F1)$  (Z) plaknē. Ar aplīšiem apzīmēti garie, bet ar trīsstūriem – īsie patskaņi.

pazemina gan labializācija, gan velarizācija, gan žokļa aizvērsana, gan arī balsenes nolaišana (rezultātā pazeminās visu formantu frekvenču vērtības). Latviešu valodā no minētajiem artikulācijas procesiem to visvairāk ietekmē pirmie trīs. Spektrālās gravitācijas centra pazeminājumam atbilst akustiski auditīvā pazīme [bemolēts]. Ar auditīvo pazīmi [+bemolēts] saistāms zems summas ( $F2'+F1$ ) lielums. Uz šīs pazīmes pamata tiek nošķirti noapaļotie patskaņi

no nenoapaļotajiem. Jo mazāks ir summas ( $F2'+F1$ ) skaitliskais rezultāts, jo lielākā mērā patskanim piemīt pazīme [+bemolēts]. Lai savstarpēji nodalītu

pakaļējos noapaļotos patskaņus, G. Fants iesaka [+bemolēts] patskaņiem papildus lietot pazīmi [sevišķi bemolēts]. Šo dalījumu var salīdzināt ar N. Čomska un M. Halles ieteikto pakaļējās rindas patskaņu dalījumu pēc lūpu noapaļojuma stipruma un veida [noapaļots] un [labiāls] (sk. 28. tab. un 58. att.).

Tā kā starpība ( $F2'-F1$ ) raksturo spektrālo izvērsumu, kas saistīts ar pazīmju kopumu: [-kompakts], [+difūzs], [-gravis], G. Fants definē pazīmi [izvērstis] un lieto to kopā ar pazīmi [bemolēts], lai attēlotu patskaņus divdimensiju  $(F2'+F1)/(F2'-F1)$  akustiski auditīvā plaknē (sk. 60. att.). Pazīme [+izvērstis] norāda uz artikulācijas pārvietošanu no faringāla novietojuma uz palatālu, kā arī uz žokļa aizvērsanu (starpība ( $F2'-F1$ ) palielinās). Pazīme [+bemolēts] norāda uz labializāciju, kas saistīta ar velarizāciju, žokļa aizvērsanu un

<sup>17</sup> Lai pamatotu patskaņu novietojumu ar to auditīvās uztveres īpatnībām, G. Fants savā darbā lieto tehnisko mel (TM) skalu un parametrus un grafika asis apzīmē ar  $M_1+M_2'$  un  $M_2'-M_1$ .

balsenes nolaišanu (visu formantu frekvences pazeminās, tāpēc samazinās arī summa ( $F2'+F1$ )). Patskaņu koordinātēm 60. attēlā izmantoti vīriešu izrunātu izolētu patskaņu akustiskie dati, kas pārveidoti psihofizikālās mērvienībās (sk. 33. tab.). Atšķirībā no G. Fanta darba (Fant 1973: 188), attēlā tehniskās melu (TM) skalas vietā izmantota promocijas darbā jau iepriekš aprakstītā barku skala (Z). Šajā attēlā redzams, ka žokļa atvērums palielinājums palielina  $F1$  vērtību, kas savukārt padara spektru mazāk bemolētu un mazāk izvērstu. Bemolējuma pieaugums no [a(:)] uz [u(:)] var tikt saistīts ar lūpu noapaļojumu un velarizāciju, bet [u(:)] gadījumā liela nozīme ir arī mazajam lūpu atvērumam. Šie vērojumi pilnībā saskan ar G. Fanta aprakstītajiem (Fant 1973: 187-189).

Lai turpinātu latviešu valodas patskaņu fonoloģisko analīzi, pamatojot to ar izrunas pētījumos iegūtajiem akustiskajiem un no tiem aprēķinātajiem auditīvajiem skaitliskajiem lielumiem, nepieciešams noteikt skaitliskās atbilstmes artikulāri aprakstītajiem parametriem. Tā kā [+pakaļējs] ([+gravis]) patskaņiem akustiski auditīvā distance  $F2'-F1$  ir mazāka par 3,5 Z, šie formanti savstarpēji integrējoties veido vienotu zemfrekvences gravitācijas centru, tāpēc šo patskaņu spektrālā izvērsuma vērtību var apzīmēt ar 0 (sk. 34. tab.). Pārējiem patskaņiem piemīt dažāda apjoma spektrālais izvērsums, kas ir atkarīgs no pacēluma. Maksimālā spektrālā izvērsuma pakāpe, ko apzīmē ar vērtību 3, piemīt augsta mēles pacēluma (šauriem) palatāliem patskaņiem, kuru artikulārais atvērums ir tik mazs, ka gaisa plūsma gandrīz jau rada berzes troksni. Šī vērtība, atbilstoši artikulārajam aprakstam un akustiski auditīvajiem skaitliskajiem lielumiem (sk. 34. tab.), ir piešķirama patskaņim [i(:)]. Zinot šīs vērtības, jānosaka zonas, kurās patskaņa spektrālā izvērsuma pakāpei būtu piešķiramas vērtības 1 un 2.

Parametrs	Pazīme	[u(:)]	[o(:)]	[a(:)]	[æ(:)]	[e(:)]	[i(:)]
$F2'-F1$	[izvērstis]	2,60	2,15	2,42	5,30	9,53	12,08
$F2'-F1$		0	0	0	1	2	3

**34. tabula.** Pazīmes [izvērstis] gradācijas noteikšana, izmantojot no 33. tabulas aprēķinātos vidējos datus kopīgus īsajiem un garajiem patskaņiem. Pirmajā rindā katram patskaņim norādīta  $F2'-F1$  fonētiskā vērtība barkos (Z), bet otrajā rindā – tiem piešķirtā fonoloģiskajā klasifikācijā izmantojamā pazīmes [izvērstis] piemītības vērtība.

Vērtējot 34. tabulā dotos fonētiskos  $F2'-F1$  datus, redzams, ka pakaļējiem patskaņiem šī vērtība ir ļoti tuva un svārstās mazāk par 0,5 Z, t. i., robežās no 2,15 līdz 2,60 Z. Parametra  $F2'-F1$  skaitliskā vērtība pakāpeniski pieaug priekšējās rindas patskaņiem no zema pacēluma (5,30 Z) līdz augstam (12,08 Z) ar nevienmērīgu intervālu ([a]-[æ]≈3 Z; [æ]-[e]≈4 Z; [e]-[i]≈2,5 Z). Lai pazīmes [izvērstis] piemītības gradācija būtu

balstīta uz iespējami vienlīdzīgām distancēm, tā tika noteikta izmantojot 3,5 Z lielumu (ja  $F2'-F1$  skaitliskais lielums ir robežās  $0 \div 3,5$  Z, patskaņa spektrālā izvērsuma pakāpe ir 0; ja  $3,5 \div 7$  Z, tad pakāpe ir 1; ja  $7 \div 10,5$  Z, tad – 2; ja  $10,5 \div 14$  Z, tad – 3).

Līdzīgā veidā pēc skaitliskajiem datiem jānovērtē arī pazīmes [bemolēts] piemītības pakāpe. Jāatceras, ka summa  $F2'+F1$  atbilst dubultotam gravitācijas centra lielumam un ka šīs summas skaitliskā vērtība ir jo mazāka, jo lielākā mērā patskanim piemīt pazīme [bemolēts]. Atbilstoši G. Fanta apgalvojumam (Fant 1973: 189) bemolējums [+pakaļējs] ([+gravis]) patskaņiem ir atkarīgs no lūpu noapaļojuma un velarizācijas. Lai pazīmes [bemolēts] piemītību izteiktu kvantitatīvi no 33. tabulā dotajiem  $F2'+F1$  skaitliskajiem datiem tika aprēķināti vidējie dati kopīgi garajiem un īsajiem patskaņiem, tos dalot ar 2, lai iegūtu spektrālās gravitācijas centru skaitliskās vērtības (sk. 35. tab.).

Parametrs	Pazīme	[u(:)]	[o(:)]	[a(:)]	[æ(:)]	[e(:)]	[i(:)]
$(F2'+F1)/2$	[bemolēts]	4,57	5,89	7,53	9,00	9,17	9,05
$-(F2'+F1)$		3	2	1	0	0	0
$-(F2'+F1)$		2	1	0	0	0	0

**35. tabula.** Pazīmes [bemolēts] gradācijas noteikšana, izmantojot no 33. tabulas aprēķinātos vidējos datus kopīgus īsajiem un garajiem patskaņiem. Pirmajā rindā katram patskanim norādīta  $(F2'+F1)/2$  fonētiskā vērtība barkos (Z), otrajā rindā – pazīmes [bemolēts] gradācija pēc fonētiskajām vērtībām, bet trešajā rindā – tiem piešķirtā fonoloģiskajā klasifikācijā izmantojamā pazīmes [bemolēts] piemītības vērtība.

Visiem priekšējās rindas ([–gravis]) patskaņiem šī vērtība ir ap 9 Z. Redzams, ka tā vienmērīgi ar apmēram 1,5 Z intervālu samazinās, pārejot uz [a], tad [o] un [u]. Izmantojot šo intervālu, var skaitliski izteikt pazīmes [bemolēts] piemītības pakāpi. Patskaņiem [i], [e] un [æ]  $(F2'+F1)/2$  vērtība ir vislielākā (9,00–9,17 Z), tāpēc tiem šīs pazīmes piemītība ir vismazākā un apzīmējama ar 0, patskanim [a]  $(F2'+F1)/2$  vērtība ir apmēram par 1,5 Z mazāka (7,53 Z), tāpēc – 1, patskanim [o] (5,89 Z) – 2, bet patskanim [u] (4,57 Z) – 3. Pēc šāda dalījuma tiek iegūtas 4 bemolējuma pakāpes (0-3). Ja pazīmi [bemolēts] saista ar lūpu noapaļojumu, velarizāciju, žokļa aizvēršanu un balsenes nolaišanu, tad tik smalks dalījums ir attaisnojams, bet, ja ar pazīmi [bemolēts] grib izteikt galvenokārt lūpu noapaļojuma un velarizācijas pakāpi, tad šāda gradācija ir par smalku. Tā kā pēc N. Čomska un M. Halles ieteikuma patskaņu artikulācijā tiek šķirtas 3 lūpu noapaļojuma pakāpes – nenoapaļots, noapaļots un labiāls (sk. 28. tab.), tās var skaitliski izteikt ar vērtībām no 0 līdz 2 (nenoapaļots – 0, noapaļots – 1, labiāls – 2). Tā kā latviešu valodā visi priekšējās rindas patskaņi un [a] ir nenoapaļoti, tiem piešķirama vienāda pazīmes [bemolēts] pakāpe, proti – 0. Pakaļējās rindas ([+gravis]) patskaņiem, pieaugot mēles pacēlumam (velarizācijai),

latviešu valodā pieaug arī lūpu noapaļojums. Abi šie procesi palielina bemolējumu, tāpēc patskanim [o] (vidējs pacēlums, lūpas noapaļotas) pazīmes [bemolēts] piemītības pakāpe ir 1, bet patskanim [u] (augsts pacēlums, stiprs lūpu noapaļojums, kas artikulāri jau apzīmējams ar pazīmi [labiāls]) – 2.

Uz skaitliski izteiktās pazīmju [izvērstis] un [bemolēts] piemītības gradācijas pamata var veikt latviešu valodas patskaņu fonēmisko klasifikāciju, ko var attēlot 36. tabulā redzamās matricas veidā.

Parametrs	Pazīme	/u(:)/	/o(:)/	/a(:)/	/æ(:)/	/e(:)/	/i(:)/
$F2'-F1$	[izvērstis]	0	0	0	1	2	3
$-(F2'+F1)$	[bemolēts]	2	1	0	0	0	0

36. tabula. Latviešu valodas patskaņu fonēmiskā matrica.

Tādā veidā, izmantojot šīs divas akustiski auditīvās pazīmes, var raksturot visu latviešu valodas patskaņu sistēmu. Pazīme [izvērstis] dod iespēju sadalīt priekšējās rindas patskaņus pēc pacēluma, bet pazīme [bemolēts] rāda lūpu noapaļojuma un velarizācijas ietekmi, uz kuras pamata latviešu valodas pakaļējās rindas patskaņus var sadalīt pēc pacēluma un lūpu noapaļojuma apjoma. Tomēr šādu matricu fonoloģiskajā klasifikācijā tiešā veidā ir grūti izmantot, jo pazīmei [izvērstis] izšķiramas 4 gradācijas pakāpes, bet pazīmei [bemolēts] – 3 pakāpes. Lai skaņu raksturojošās pazīmes ietvertu bināru opozīciju (piemīt/nepiemīt), katru no pazīmēm [izvērstis] un [bemolēts] varētu sadalīt divās binārās kategorijās.

G. Fants (Fant 1983: 13-14) patskaņu fonoloģiskai klasifikācijai iesaka citu risinājumu, kas atspoguļots 37. tabulā.

Parametrs	Pazīme	/u(:)/	/o(:)/	/a(:)/	/æ(:)/	/e(:)/	/i(:)/
$-(F2-F1)$	[gravis]	+	+	+	-	-	-
$-(F2'+F1)$	[bemolēts]	(+)	+	-	-	-	-
$-(F2'+F1)$	[sevišķi bemolēts]	+	-				
$F2'-F1$	[difūzs]				-	+	(+)
$F2'-F1$	[diēzēts]					-	+

37. tabula. Latviešu valodas patskaņu fonoloģiskajai klasifikācijai izmantotās šķirējpazīmes un tām atbistošie akustiski auditīvie parametri pēc G. Fanta (Fant 1983).

Izmantojot parametru  $-(F2-F1)$ , kam atbilst pazīme [gravis], no pārējiem patskaņiem nošķir pakaļējos patskaņus ( $[+gravis] = F2-F1 < 3,5 Z$ ). Šie patskaņi latviešu valodā ir vienīgie, kuriem vērojama opozīcija pēc lūpu noapaļojuma. Tā kā pazīme [bemolēts], ko izsaka ar parametru  $-(F2'+F1)$ , lielā mērā saistīta ar lūpu noapaļojumu un velarizāciju, tā labi noder  $[+gravis]$  patskaņu savstarpējai nošķiršanai gan pēc pacēluma,

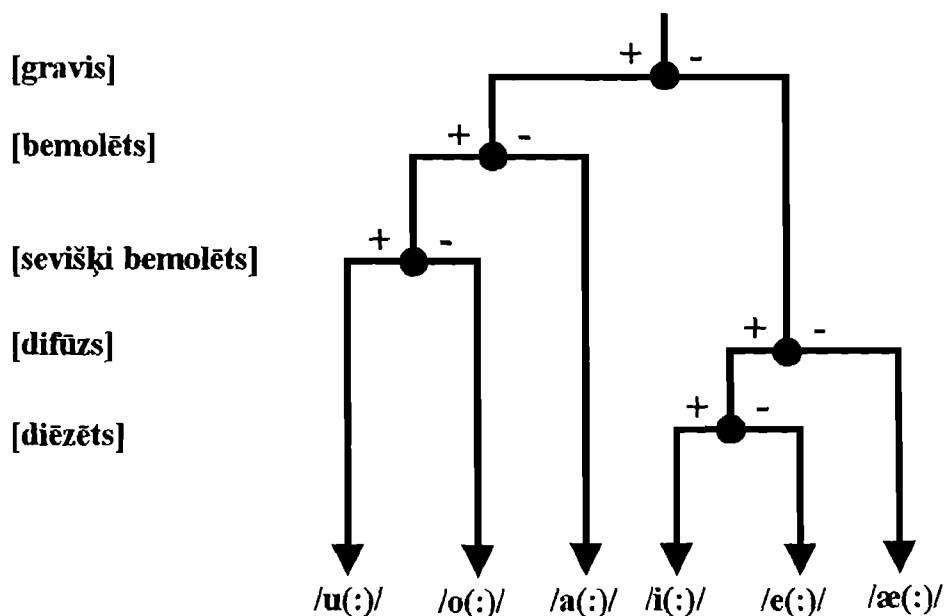
gan lūpu noapaļojuma. Lai 36. tabulā norādītās 3 bemolējuma pakāpes izteiktu binārās opozīcijās, tās jāizsaka ar divām binārām pazīmēm – [bemolēts] un [sevišķi bemolēts]. Tā kā patskanim [a(:)] ir augsta F1 vērtība, kas saistīta ar plašu žokļa atvērumu un zemu mēles stāvokli, tam ir viszemākā bemolējuma pakāpe (0), kas atbilst pazīmei [–bemolēts]. Patskanim [o(:)] bemolējuma pakāpe ir 1 (sk. 36. tab.), kas saistīta ar mēles pacēlumu pret mīkstajām aukslējām (velarizāciju) un vidēju lūpu noapaļojumu, tāpēc to var raksturot ar pazīmi [+bemolēts]. Patskanim [u(:)] ir vislielākā bemolējuma pakāpe – 2, ko nosaka vēl augstāks mēles pacēlums pret mīkstajām aukslējām un izteikts lūpu noapaļojums, tās stipri izstiepjot uz priekšu un samazinot lūpu atvēruma šķērsriezuma laukumu, tāpēc tas raksturojams ar pazīmi [+sevišķi bemolēts], kura automātiski ietver arī pazīmi [+bemolēts]. Patskaņa [o(:)] izrunas laikā lūpu noapaļojums ir krietni mazāks, tāpēc tas, lai arī ir [+bemolēts], ir klasificējams kā [–sevišķi bemolēts].

Latviešu valodas [–gravis] patskaņi ir raksturojami kā priekšējās rindas jeb priekšējie patskaņi ( $F2-F1 > 3,5 Z$  un  $F3-F2 < 3,5 Z$ ), un tiem nepiemīt opozīcija pēc lūpu noapaļojuma, tāpēc šo patskaņu nošķiršanai pazīme [bemolēts] nav izmantojama. Šos patskaņus raksturo spektrālais izvērsums, tomēr pazīmes [izvērst] lietojums izjauktu bināro opozīciju principu. G. Fants iesaka četrpakāpju pazīmes [izvērst] vietā lietot divas binārās pazīmes – [difūzs] un [diēzēts]. G. Fants raksturo [+difūzs] patskaņus kā “mazāk atvērtus priekšējos patskaņus” (Fant 1983: 16). Izmantojot pazīmi [difūzs], no priekšējās rindas patskaņiem var nodalīt patskaņi [æ(:)], kuram raksturīgs zems mēles pacēlums un plats žokļa vērums, tāpēc tas raksturojams kā [–difūzs]. Patskanis [æ(:)] tā būtu raksturojams arī pēc tradicionālā iedalījuma, jo tam ir augsts F1 un liela spektrālā enerģija starp formantiem, kas atbilst raksturojumam [+kompakts], tātad – [–difūzs]. Tā kā pazīmes [difūzs] noteikšanai tiek izmantots tas pats parametrs  $F2'-F1$ , kas tiek izmantots arī pazīmes [izvērst] noteikšanai, jādoma, ka G. Fants pazīmi [difūzs] funkcionālu apsvērumu dēļ ir pielīdzinājis pazīmei [izvērst], ignorējot F1 novietojumu un spektrālās līknes enerģiju kopumā<sup>18</sup>. Difuzitāti G. Fants izmanto, lai savstarpēji nošķirtu patskaņus [e(:)] un [æ(:)], tāpēc arī promocijas darbā ar [+difūzs] apzīmēti patskaņi, kuru spektrālā izvērsuma pakāpe ir lielāka par 1. Lai savstarpēji nošķirtu patskaņus [i(:)] un [e(:)], G. Fants lieto pazīmi [diēzēts], ko skaidro ar palatalizāciju, kad mēles radītā maksimālā sašaurinājuma vieta ir priekšējā nekā [e(:)] izrunā. Šāda mēles novietojuma rezultātā palielinās  $F2'$  un vienlaicīgi samazinās F1 vērtība, tāpēc palielinās starpības  $F2'-F1$  skaitliskā vērtība un

<sup>18</sup> Šis apsvērums ir saistīts ar to, ka pēc spektrālās līknes īpašībām patskanis [e:] G. Fanta darbā (Fant 1983: 14) būtu klasificējams gan kā [–kompakts], gan arī [–difūzs].

spektrālā izvērsuma pakāpe. Tādējādi patskanis [i(:)] raksturojams kā [+diēzēts], bet patskanis [e(:)] – kā [-diēzēts].

Grafiski šo klasifikāciju var attēlot ar fonoloģiskās klasifikācijas dendrogrammu (sk. 61. att.), kuras uzbūve ataino 37. tabulā norādīto šķīrējpatzīmju hierarhisko sazarojumu.



61. attēls. Latviešu valodas patskaņu fonoloģiskās klasifikācijas dendrogramma, kas izveidota, balstoties uz akustiski auditīvajiem parametriem (sk. 37. tab.).

Šāds hierarhiskais sazarojums atbilst latviešu valodas patskaņu klasifikācijai, izmantojot G. Fanta ieteiktās pazīmes un tām atbilstošos akustiski auditīvos parametrus.

Līdzīgā veidā uz akustiski auditīvo pazīmju pamata A. Ēks ir klasificējis igauņu valodas patskaņus (Eek & Meister 1994). Arī A. Ēks igauņu valodas klasificēšanu ir sācis ar to, ka no pārējiem patskaņiem nošķīris pakaļējās rindas patskaņus pēc pazīmes [+gravis]. Atšķirībā no G. Fanta viņš šīs pazīmes noteikšanai ir lietojis parametru  $F2'$  (nevis  $F2-F1$ ) un par [+gravis] patskaņiem klasificējis tos, kuriem  $F2'$  vērtība ir mazāka par 10 Z un praktiski sakrīt ar šo patskaņu  $F2$  vērtību. Igauņu valodas patskaņu sistēmas klasificēšanai, A. Ēks pazīmes [difūzs] vietā lietojis pazīmi [kompakts], pamatojot savu izvēli ar to, ka pazīme [kompakts] ir tieši saistīta ar artikulācijas atvērtību (žokļa atvērumu un mēles pacēlumu), ko var izteikt ar parametru  $F1$ , bet vēl precīzāk – ar tonotopisko distanci  $F1-F0$  (Eek & Meister 1994: 84). Jo lielāka ir tonotopiskā distance  $F1-F0$ , jo atvērtāka ir patskaņa artikulācija (lielāks žokļa atvērumu un zemāks mēles pacēlums). Tādējādi pazīme [+kompakts] norāda uz zema mēles pacēluma patskaņiem, ļaujot nodalīt



no pārējiem [æ(:)] un [a(:)]. A. Ēks norāda, ka šādu izvēli attaisno tas, ka igauņu valodā zema mēles pacēluma patskaņi neveido opozīciju pēc lūpu noapaļojuma. Arī latviešu valodā nav šādas opozīcijas<sup>19</sup>, tāpēc A. Ēka piedāvātais risinājums ir izdevīgāks par pazīmes [difūzs] lietojumu (sk. 38. tab.).

Parametrs	Pazīme	/u(:)/	/o(:)/	/a(:)/	/æ(:)/	/e(:)/	/i(:)/
-(F2')	[gravis]	+	+	+	-	-	-
F1-F0	[kompakts]	-	-	+	+	-	-
-(F2'+F1)	[bemolēts]	(+)	+				
-(F2'+F1)	[sevišķi bemolēts]	+	-				
F2'-F1	[diēzēts]					-	+

**38. tabula.** *Latviešu valodas patskaņu fonoloģiskajai klasifikācijai izmantotās šķīrēj pazīmes un tām atbistošie akustiski auditīvie parametri pēc A. Ēka (Ēek & Meister 1994).*

Neatkarīgi no tā, vai pazīmes [kompakts] noteikšanai lieto F1 novietojumu un spektrālās enerģijas apjomu (sk. 59. att.), F1 frekvences akustiski auditīvo vērtību vienu pašu, vai tonotopiskās distances F1-F0 lielumu (sk. 33. tab.), patskaņi [æ(:)] un [a(:)] arī latviešu valodā klasificējami kā [+kompakts]. Pēc tam, kad pēc pazīmes [+kompakts] no pārējiem latviešu valodas patskaņiem ir nodalīti [æ(:)] un [a(:)], atlikušos patskaņus pēc A. Ēka ieteikuma varētu sadalīt pēc lūpu noapaļojuma, izmantojot pazīmi [bemolēts], ko nosaka pēc parametra F2'+F1. Šis dalījums latviešu valodas patskaņiem nav lietderīgs, jo [+bemolēts] patskaņiem vienas artikulācijas rindas robežās nav pretstatītu [-bemolēts] patskaņu<sup>20</sup>. Lai savstarpēji nošķirtu pakaļējās rindas noapaļotos patskaņus pēc mēles pacēluma, izmantojama pazīme [sevišķi bemolēts], kas norāda uz stipru lūpu noapaļojumu un velarizāciju. Pazīmei [+sevišķi bemolēts] atbilst parametra F2'+F1 vismazākā vērtība, kas norāda uz bemolējuma pakāpi 2 (sk. 36. tab.). Tā tiek noteikts, ka patskanis [u(:)] latviešu valodā ir [+sevišķi bemolēts], bet [o(:)] - [-sevišķi bemolēts]. Priekšējās rindas patskaņu nošķiršanai pēc mēles pacēluma jeb artikulācijas atvēruma A. Ēks (tāpat kā G. Fants) ir izmantojis pazīmi [diēzēts]<sup>21</sup>, ko nosaka izmantojot spektrālā izvērsuma parametra F2'-F1 vērtības. A. Ēks definē, ka pazīmei [+diēzēts] artikulācijā atbilst šaurāks palatālais kanāls un mazāks žokļa atvērums (atbilstoši arī lielākas F2'-F1 vērtības) nekā skaņām, kuru izrunas akustiski auditīvais rezultāts būtu raksturojams ar pazīmi [-diēzēts].

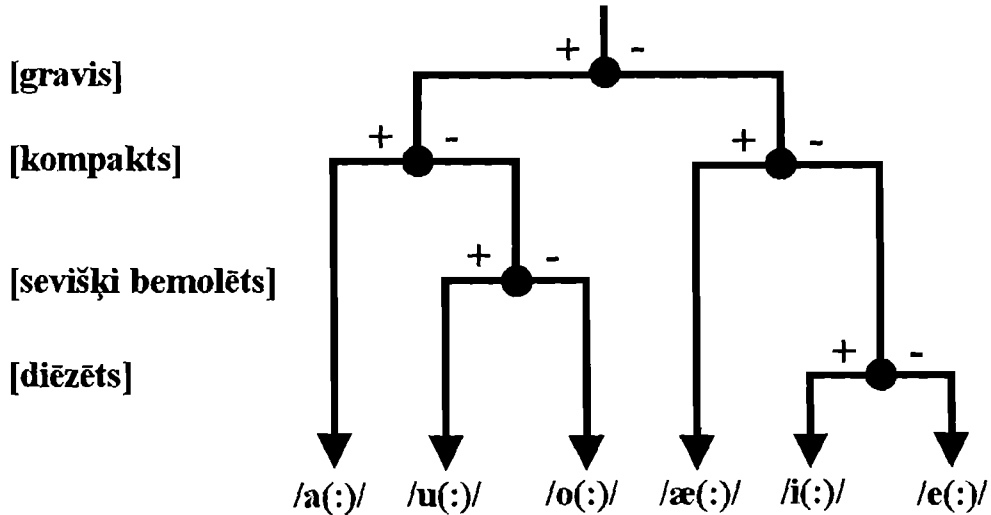
<sup>19</sup> Latviešu valodā nav opozīcijas pēc lūpu noapaļojuma vienas artikulācijas rindas viena mēles pacēluma patskaņiem. Šāda opozīcija tomēr veidojas viena mēles pacēluma, izņemot zema, patskaņiem, kas atrodas dažādās artikulācijas rindās, tā pastiprinot artikulācijas rindas noteikto kontrastu.

<sup>20</sup> Patskanis [a(:)] no šīs opozīcijas jau ir izslēgts pēc pazīmes [+kompakts], kas latviešu (un arī igauņu) valodā vienlaicīgi nozīmē arī [-bemolēts].

<sup>21</sup> Arī šeit jāatceras, ka patskanis [æ(:)] jau iepriekš no pārējiem priekšējās rindas patskaņiem ir nodalīts pēc pazīmes [+kompakts].

Vērtējot pēc spektrālā izvērsuma pakāpes (sk. 36. tab.) un pēc parametra F2'-F1 vērtībām (sk. 33. tab.), patskanis [i(:)] raksturojams kā [+diēzēts], bet patskanis [e(:)] – kā [-diēzēts].

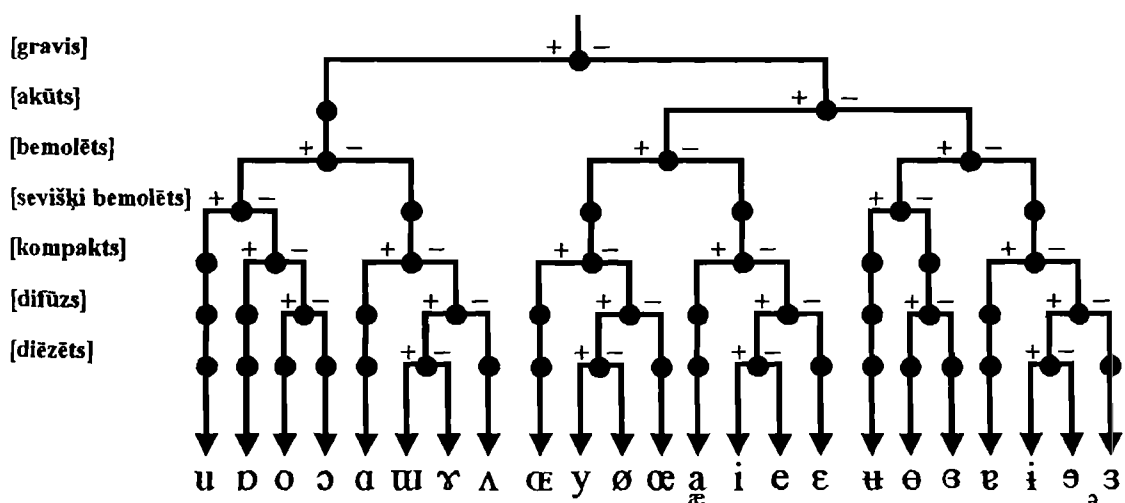
Latviešu valodas patskaņu klasifikācija, izmantojot A. Ēka ieteiktās šķirējpazīmes redzama 38. tabulā, bet tās hierarhiskais sazarojums dendrogrammā – 62. attēlā.



62. attēls. Latviešu valodas patskaņu fonoloģiskās klasifikācijas dendrogramma pēc A. Ēka ieteiktajiem akustiski audītīvajiem parametriem (38. tab.).

Interpretējot fonoloģiskās klasifikācijas dendrogrammu (sk. 62. att.), jāatceras, ka patskaņi, kas ir [+gravis] un [+kompakts], latviešu valodā vienmēr ir nenoapaļoti ([-bemolēts]), tāpēc tie ir [-sevišķi bemolēts], bet patskaņi, kas ir [+gravis] un [-kompakts], vienmēr ir noapaļoti ([+bemolēts]) un var būt gan [+sevišķi bemolēts], gan [-sevišķi bemolēts]. Patskaņi, kas ir [-gravis], latviešu valodā vienmēr ir nenoapaļoti ([-bemolēts] un [-sevišķi bemolēts]). No tā secināms, ka dalījums pēc pazīmes [sevišķi bemolēts] attiecas tikai uz noapaļotiem jeb [+bemolēts] patskaņiem, uz kuriem latviešu valodā jau norāda pazīmes [+gravis] un [-kompakts], tāpēc nelietderīga kļūst pazīmes [bemolēts] atsevišķa analīze. Šāda šķirējpazīmju hierarhiskā struktūra ļauj padarīt patskaņu klasifikāciju ekonomiskāku, tomēr jāatceras, ka pazīmju hierarhijas maiņa un kādas pazīmes izlaišana ir pieļaujama ar noteiktām atrunām tikai vienas valodas ietvaros vai arī vairāku valodu patskaņu sistēmu raksturošanai, ja visās šajās vlodās fonēmas netiek diferencētas pēc vienām un tām pašām šķirējpazīmēm. Tātad pazīmi [bemolēts] latviešu valodas patskaņu sistēmas fonoloģiskā klasifikācijā var izlaist ar iepriekš minētajām atrunām, ja nav nepieciešamības salīdzināt to ar citu valodu patskaņu sistēmām un ir vēlēšanās padarīt klasifikāciju ekonomiskāku. Ja latviešu valodas patskaņu sistēma

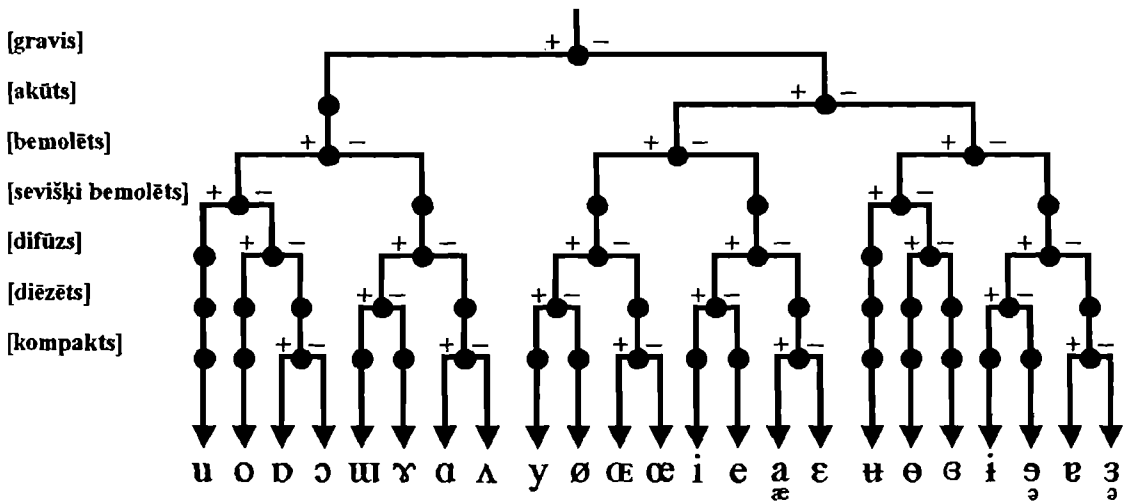
jāsalīdzina, piem., ar igauņu valodas patskaņu sistēmu, tad šo pazīmi izlaist nedrīkst, lai dendrogrammā tiktu ievērota vienota sazarojuma hierarhiskā struktūra. Te gan jāpiebilst, ka A. Ēka piedāvātā pazīmju hierarhija ir voluntāra un neatbilst tai, kas būtu jāievēro, veidojot visu IPA patskaņu sistēmas dendrogrammu, vai salīdzinot divu vai vairāku valodu patskaņu sistēmas, kurās klasifikācijā būtu jāiekļauj atšķirības gan pēc visām trijām artikulācijas rindām, gan pēc visām četrām artikulārā atvēruma pakāpēm (sk. 63. un 64. att.).



63. attēls. IPA patskaņu sistēmas fonoloģiskās klasifikācijas dendrogramma, kurā par svarīgāko artikulārā atvēruma diferencēšanā izvirzīta pazīme [kompakts].

Lai patskaņus sadalītu pēc trīs artikulācijas rindām, nepieciešams izmantot ne tikai pazīmi [gravis], kad ar to no pārējiem ir nodalīti pakalējās rindas patskaņi, bet arī pazīmi [akūts], kas ļauj nodalīt priekšējās rindas patskaņus no vidējās rindas patskaņiem. Tālāk, lai diferencētu trīs lūpu noapaļojuma pakāpes (nenopaļots-noapaļots-labiāls), izmanto pazīmes [bemolēts] un [sevišķi bemolēts], un tikai pēc tam patskaņus klasificē pēc artikulārā atvēruma, izmantojot pazīmes [kompakts], [difūzs] un [diēzēts]. Artikulārā atvēruma diferencēšanai izmantojamo pazīmju hierarhija ir atkarīga no pētnieka mērķa un attiecīgās pazīmes funkcionālās nozīmības dotās valodas patskaņu sistēmā. Ja, vadoties pēc A. Ēka ieteikuma, no pārējiem patskaņiem vispirms grib nodalīt zema mēles pacēluma jeb atvērto patskaņus, jo tie gan latviešu, gan igauņu valodā neveido opozīciju pēc lūpu noapaļojuma, kā pirmā ir jāizmanto pazīme [kompakts] (sk. 63. att.). Ja funkcionalitātes dēļ grib vispirms nodalīt augsta mēles pacēluma jeb slēgtos patskaņus, tad klasifikācijas hierarhijā vispirms izmanto pazīmes [difūzs] un [diēzēts] (sk. 64. att.). Šāda pazīmju hierarhija būtu lietojama atbilstoši N. Čomska un M. Halles (sk. 28. tab.), P. Ladefogeda

(sk. 30. tab.) un K. Stīvensa (sk. 31. tab.) ieteiktajai patskaņu klasifikācijai pēc to artikulāri auditīvajām pazīmēm.



64. attēls. IPA patskaņu sistēmas fonoloģiskās klasifikācijas dendrogramma, kurā par svarīgāko artikulārā atvēruma diferencēšanā izvirzīta pazīme [difūzs].

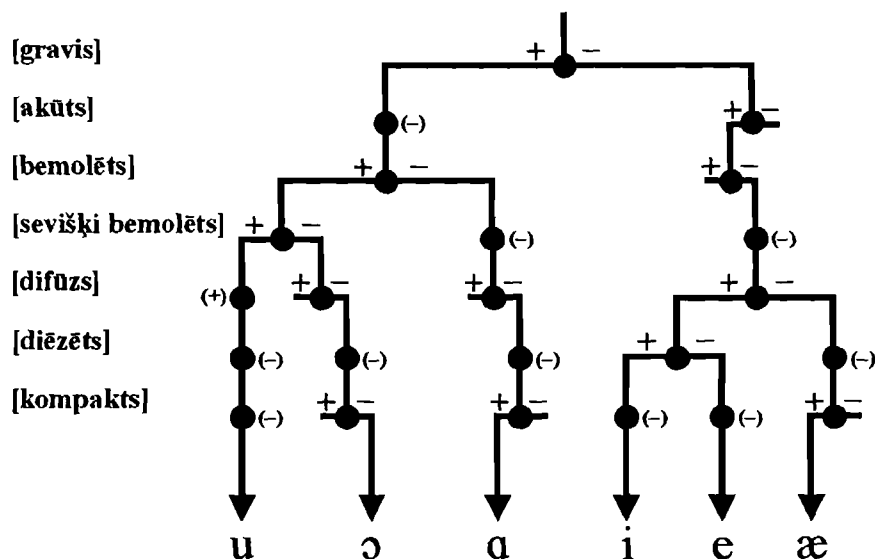
Lai šķīrēj pazīmju hierarhija latviešu valodas patskaņu klasifikācijā atbilstu vadošo pasaules fonētiķu ieteiktajai un nebūtu jāmaina, salīdzinot latviešu valodas patskaņu sistēmu ar citu valodu patskaņu sistēmām, pēc 33. tabulas datiem tika izveidota 39. tabula, kurā norādītas visas patskaņu klasifikācijai izmantojamās pazīmes un tām atbilstošie akustiski auditīvie parametri. Šķīrēj pazīmes šajā tabulā (sk. 39. tab.) sakārtotas tādā pašā hierarhijā, kā 64. attēlā.

Parametrs	Pazīme	/u(:)/	/o(:)/	/a(:)/	/æ(:)/	/e(:)/	/i(:)/
-(F2-F1)	[gravis]	+	+	+	-	-	-
F2-F1	[akūts]	-	-	-	+	+	+
-(F2'+F1)	[bemolēts]	(+)	+	-	-	-	-
-(F2'+F1)	[sevišķi bemolēts]	+	-	(-)	(-)	(-)	(-)
-(F1-F0)	[difūzs]	+	-	-	-	+	(+)
F2'-F1	[diēzēts]	(-)	(-)	(-)	(-)	-	+
F1-F0	[kompakts]	(-)	-	+	+	(-)	(-)

39. tabula. Pilnīgai latviešu valodas patskaņu sistēmas fonoloģiskai klasifikācijai izmantojamās šķīrēj pazīmes un tām atbilstošie akustiski auditīvie parametri.

Tabulā iekavās norādīta attiecīgās pazīmes piemītība vai nepiemītība, ja dotajam patskanim to nosaka citu pazīmju piemītība. Patskanis [o(:)] šajā tabulā klasificēts kā [-difūzs] un [-kompakts], kas artikulācijā atbilst atvērti vidējam patskanim, jo, salīdzinot tā F1 frekvences vērtību ar kardinālo patskaņu datiem, tika konstatēts, ka, lai gan latviešu valodas patskaņa F1 atrodas starp kardinālo patskaņu [o] un [ɔ] F1, tas ir nedaudz tuvāks atvērti vidēja patskaņa [ɔ] F1. Pēc 39. tabulā norādītajiem šķīrēj pazīmju piemītības datiem

tika izveidota dendrogramma, kurā saglabāts IPA patskaņu sistēmas dendrogrammā (sk. 64. att.) izmantotais sazarojums, iekavās norādot to pazīmju piemītību vai nepiemītību, kuru nosaka hierarhijā augstāk stāvošas pazīmes.



65. attēls. Latviešu valodas patskaņu sistēmas fonoloģiskās klasifikācijas dendrogramma pēc 39. tabulā dotajām pazīmēm.

Tā kā praksē reti nākas salīdzināt patskaņu sistēmas, izmantojot opozīcijas pēc visām iespējamām šķirēj pazīmēm, gan pazīmju piemītības tabulas, gan dendrogrammas bieži tiek vienkāršotas, izlaižot neaktīvās pazīmes. Pret to promocijas darba autoram ir šādi iebildumi:

- 1) patskaņu klasifikācijai lietojamo šķirēj pazīmju daudzums ir samērā neliels, tāpēc kādas pazīmes izlaidums ievērojamu vietās un laika ekonomiju nedod;
- 2) patskaņu sistēmas fonoloģisko struktūru ir vieglāk salīdzināt ar citu patskaņu sistēmu struktūrām, ja tiek izmantoti vienoti klasifikācijas principi un ir vienota šķirēj pazīmju hierarhija.

Par vienotas fonoloģiskās klasifikācijas sistēmas pamatu varētu kalpot viena no promocijas darba autora izveidotajām IPA patskaņu sistēmas dendrogrammām (sk. 63. un 64. att.). Tomēr promocijas darba autoram ir iebildumi pret ārzemju kolēģu lietotajām pazīmēm [sevišķi bemolēts] un [diēzēts], jo ir apšaubāms to lietojuma lietderīgums universālas sistēmas izstrādei. Pazīme [sevišķi bemolēts] nav lietderīga, jo IPA patskaņu sistēmā vienas artikulācijas rindas un viena artikulārā atvērums (bieži aprakstīta ar mēles pacēluma apjomu) robežās nav trīskārša pretstatījuma pēc lūpu noapaļojuma, bet ir binārs pretstats noapaļots-venoapaļots, ko var norādīt ar pazīmi [bemolēts]. Pazīme [diēzēts] faktiski ir attiecināma tikai uz priekšējās artikulācijas rindas patskaņiem, jo ir saistīta ar

šauru palatālo kanālu, kas akustiski auditīvi izpaužas kā liela  $F2'-F1$  skaitliskā vērtība, tāpēc šo pazīmi nevar lietot vidējās un pakaļējās artikulācijas rindas augsta mēles pacēluma jeb slēgto patskaņu nodalīšanai. Pazīmes [diēzēts] vietā daudz lietderīgāk būtu izmantot pazīmi [sevišķi difūzs], kuras akustiski auditīvais rādītājs būtu zema  $F1-F0$  skaitliskā vērtība, tāpēc šāda pazīme būtu attiecināma uz visiem augsta mēles pacēluma patskaņiem un būtu universāla.

### 3.4. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU IZRUNAS APZĪMĒŠANA STARPTAUTISKAJĀ FONĒTISKAJĀ TRANSKRIPCIJĀ (IPA)

Sakarā ar Latvijas tiekšanos uz Eiropas Savienību, kā arī dažādu starptautisku projektu izstrādi, kas saistīti ar runas pētījumiem un to rezultātu lietojumu valodniecībā, medicīnā vai tehnikā, rodas nepieciešamība pēc vienota, standartizēta izrunas pieraksta jeb transkripcijas. Starptautiskā fonētiķu asociācija jau sen ir pieņēmusi standartizētu universālu zīmju sistēmu, ko sauc par Starptautisko fonētisko alfabētu (IPA). Šī alfabēta zīmes ir universālas, jo apzīmē pasaules valodās sastopamās skaņas, balstoties uz to izrunu (sk. IPA simbolu tabulu pielikumā).

Valodas skaņu artikulācijas vietas un artikulācijas veida variantu skaits dažādās pasaules valodās nav bezgalīgs, tas ir runas un dzirdes orgānu fizioloģijas ierobežots, tāpēc kopumā IPA zīmju sistēma ir neliela, skaidra un viegli lietojama. Savukārt, lai apzīmētu ne tikai pamatfonēmas izrunu, bet arī dažādas izrunas nianses, īpatnības, prosodiskās u. c. atšķirības, lietojamas IPA diakritiskās zīmes, kas palīdz precizēt un detalizēti parādīt katras valodas skaņas izrunu (IPA 1999).

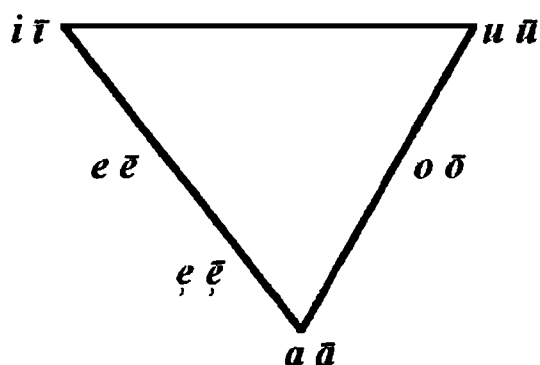
Nav grūti atrast atbilstošos IPA simbolus latviešu valodas līdzskaņiem, jo to izruna ir ļoti precīzi definēta (sk. 40. tab.).

<i>Vieta Veids</i>	Bilabiāls		Labio- dentāls		Dentāls		Alveolārs		Palatāls		Velārs	
<b>Eksplōzīvs slēdzenis</b>	p	b			t	d			c	ɟ	k	g
<b>Nazāls slēdzenis</b>		m				n				ɲ		(ŋ)
<b>Vibrants</b>								r				
<b>Berzenis</b>			f	v	s	z	ʃ	ʒ	(ç)	j	x	
<b>Laterāls spraudzenis</b>								l		ʎ		
<b>Afrikatīvs slēdzenis</b>					t̪s	d̪z	t̪ʃ	d̪ʒ				

40. tabula. Latviešu valodas līdzskaņu apzīmēšanai lietojamie IPA simboli.

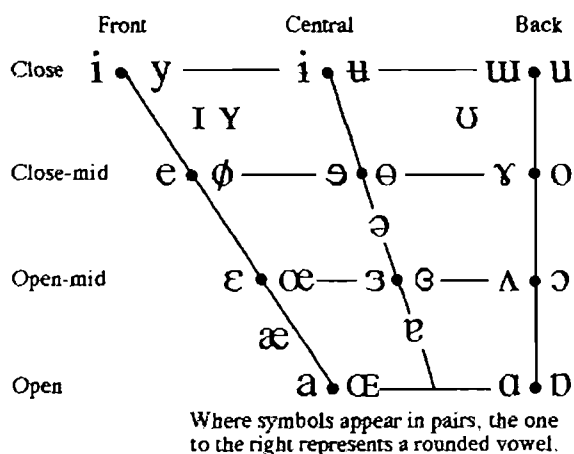
Izvēlēties patskaņu apzīmēšanai lietojamus simbolus ir grūtāk, jo robeža starp augstu, augsti vidēju, zemi vidēju un zemu mēles pacēlumu, kā arī starp priekšējo, vidējo un pakaļējo artikulācijas rindu nav precīzi definēta. Tradicionālajā latviešu valodas fonēmu

klasifikācijā latviešu valodas patskaņi tiek iedalīti pēc to izrunas un latviskajā transkripcijā apzīmēti ar latīņu alfabēta burtiem. Atšķirīgi no ortogrāfijas ir plato patskaņu *e* un *ē* apzīmējumi /*ɛ*/ un /*ɛ̄*/ un garā patskaņa *o* apzīmējums /*ō*/ . Agrākos latviešu fonētiķu darbos latviešu valodas patskaņu sistēma tika attēlota trijstūra veidā (sk. 66. att.), kurā patskaņi izkārtoti pēc mēles pacēluma virziena un apjoma, salīdzinot ar pamatpatskaņu /*a*/ un /*ā*/ artikulāciju (Laua 1997: 23).



66. attēls. Tradicionālais latviešu valodas patskaņu fonoloģiskās klasifikācijas trijstūris.

Latviskajā transkripcijā garie patskaņi kā garo zilbju intonācijas nesēji var tikt apzīmēti gan ar krītošās, gan ar lauztās, gan ar stieptās intonācijas zīmi, kas vienlaicīgi norāda uz patskaņa garumu un tonālo modulāciju, piem., /*i*/, /*ī*/ vai /*ī̄*/ . Starptautiskajā transkripcijā tiek piedāvāts ļoti plašs simbolu klāsts dažādas kvalitātes patskaņu apzīmēšanai. Patskaņu daļā IPA transkripcijas tabulā (sk. 67. att.) patskaņi atbilstoši to īpašībām sakārtoti nevis fonoloģiskās klasifikācijas trijstūrī, bet – četrstūrī. Šis sakārtojums balstīts uz patskaņu artikulāri auditīvajām īpašībām. Visi garie patskaņi tiek apzīmēti ar trīsstūrīšu kolu pēc patskaņa burta.



67. attēls. IPA patkaņu klasifikācijas četrstūris. Patskaņu pāros labās puses simbols apzīmē patskaņi, kuru izrunā noapaļojot lūpas. Patskaņa augstums raksturots ar artikulārā atvēruma plašumu starp mēles muguras augstāko punktu un atbilstošo aukslēju daļu.

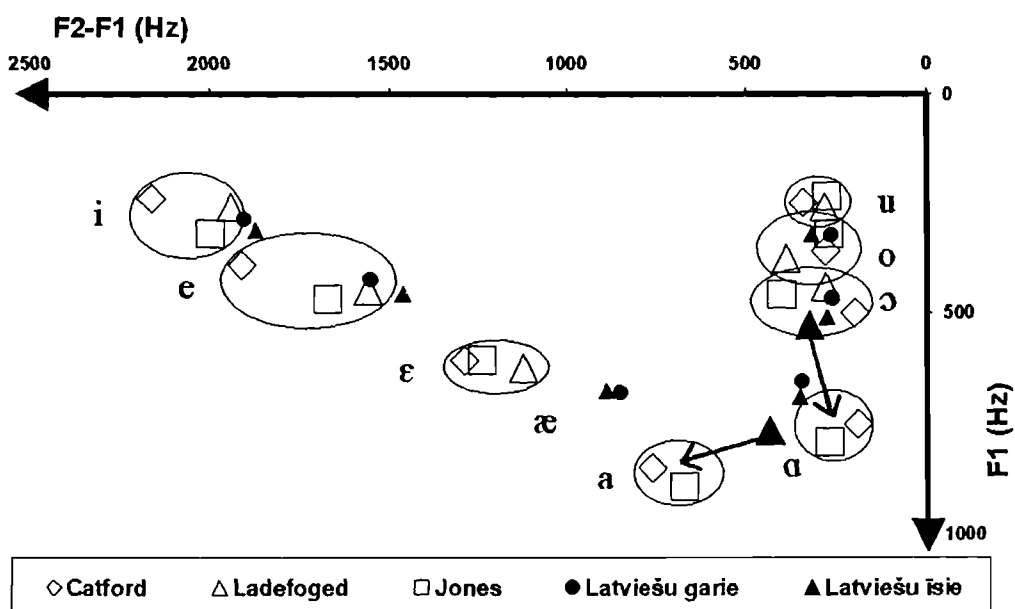


Viena no atšķirībām starp tradicionālā latviešu valodas patskaņu trijstūra (sk. 66. att.) un IPA patskaņu četrstūra (sk. 67. att.) grafisko attēlojumu ir mēles vertikālā stāvokļa izteikšana ar artikulārā atvēruma plašumu, nevis ar mēles pacēluma apjomu pret aukslējām. Šāds raksturojums ir precīzāks tīri semantiski, jo fonētikas praksē dažādu patskaņu artikulāciju parasti salīdzina nevis ar galēji atvērta patskaņa /a/, bet ar neitrāla patskaņa /ə/ (“šva”) izrunu. Vērtējot no šāda viedokļa, “zema mēles **pacēluma**” patskaņu izrunas laikā mēle kopā ar žokli no neitrāla stāvokļa tiek nevis celta uz augšu, bet – laista uz leju, palielinot artikulāro atvērumu, kas ir pretrunā ar vārda ‘pacēlums’ semantiku. Patskaņu kvalitātes raksturošanai starptautiskajā klasifikācijā šķir četras artikulārā atvēruma pamatpakāpes – slēgts, slēgti vidējs, atvērti vidējs un atvērts, kas atbilst auditīvās distances sadalījumam trīs vienādos posmos starp maksimāli šauru un maksimāli plašu artikulāro atvērumu vienas artikulācijas rindas robežās. Katrā artikulācijas rindā šīm pamatpakāpēm ir norādīti atbilstošos patskaņus apzīmējošie simboli – pa labi no rindas līnijas ar lūpu noapaļojumu, bet pa kreisi – bez lūpu noapaļojuma izrunāto patskaņu simboli. Izņēmums ir vidējās rindas atvērtie patskaņi, kuriem nav norādīti īpaši simboli. Bez pamatpakāpēm IPA patskaņu klasifikācijas četrstūrī ir vērojamas arī starppakāpes, taču transkripcijas simboli ir norādīti tikai dažām no tām. Ja salīdzina latviešu valodas patskaņu attēlojumu patskaņu klasifikācijas trijstūrī (sk. 66. att.) ar IPA patskaņu četrstūrī (sk. 67. att.), rodas problēmas precīzi noteikt, kuriem IPA simboliem pēc kvalitātes vistuvāk atbilst latviešu valodas patskaņi.

Problēmu risinājumā noderīgi ir akustiskie dati. Patskaņu attēlojums akustiskajā (F2–F1)/F1 plaknē (sk. 68. att.) ir ļoti tuvs to attēlojumam fonoloģiskajā patskaņu četrstūrī (sk. 67. att.), kas veidots, balstoties uz artikulāriem un psihofizikāliem datiem. Šī četrstūra izveides pamatā ir Daniela Džounsa (*Daniel Jones*) teorija par kardinālajiem patskaņiem (*Cardinal Vowels*), kurus nosaka runas aparāta fizioloģija (UCL DLP 1996).

Izolēti izrunātu latviešu valodas patskaņu datu novietojums akustiskajā (F2–F1)/F1 plaknē tika salīdzināts ar primāro kardinālo patskaņu formantu vērtībām (sk. 68. att.), kas norādītas teorētiskajā literatūrā (Catford 1988; Jassem 1973), kā arī ar vērtībām, kas iegūtas, akustiski analizējot P. Ladefogeda un D. Džounsa izrunas paraugus no P. Ladefogeda grāmatai “Vowels and Consonants” (Ladefoged 2000) pievienotā kompaktdiska. Attēlā (sk. 68. att.) redzams, ka no dažādiem avotiem ņemto kardinālo patskaņu punkti akustiskajā plaknē ir ievērojami izkliedēti. Tas saistīts ar to, ka kardinālo patskaņu jēdziens ir psihofizikāls, jo attiecināms uz skaņām, kurām ir noteikta artikulāra un

perceptīva kvalitāte, bet kuru konkrētās akustiskās īpašības var atšķirties atkarībā no runātāju runas orgānu fizioloģiskajām atšķirībām. Latviešu valodas patskaņu transkribēšanai lietojamie IPA simboli tika izvēlēti atbilstoši tiem tuvāko kardinālo patskaņu apzīmējumiem (sk. 68. att.).



68. attēls. Latviešu valodas patskaņu un dažādos avotos norādīto kardinālo patskaņu novietojums akustiskajā  $(F2-F1)/F1$  plaknē. Pelēki ietonētie trīsstūri norāda kardinālo patskaņu punktus, kuru atrašanās neatbilst vispārējām tendencēm un pēc sistēmas būtu gaidāma ar bultiņām norādītajās vietās.

Dažu patskaņu apzīmēšanai IPA simbolus šādi var izvēlēties samērā viegli. Tādi ir latviešu valodas priekšējās rindas augsta un vidēja mēles pacēluma patskaņi, jo tie pēc kvalitātes ir tuvi primārajiem kardinālajiem patskaņiem, tāpēc apzīmējami ar IPA simboliem [i:], [i], [e:] un [e]. Ja grib pilnīgi precīzi norādīt to kvalitāti attiecībā pret kardinālajiem patskaņiem, jālieto diakritiskā zīme (horizontāla svītriņa zem burta), kas norāda pakāļējāku artikulāciju ([i:̄], [i], [e:̄], [e]). Tas gan praktiski nav nepieciešams, jo izrunas atšķirības ir minimālas. Latviešu valodas priekšējās rindas zema mēles pacēluma patskaņu artikulācijas akustiskais rezultāts samērā precīzi atbilst tam, kas, balstoties uz kardinālo patskaņu datiem, atrodams patskaņu fonoloģiskajā četrstūrī, t. i., starp patskaņiem [ɛ] un [a] (sk. 68. att.), tāpēc šie patskaņi apzīmējami ar IPA simboliem [æ:] un [æ]. Arī te varētu lietot diakritisko zīmi, kas norāda pakāļējāku latviešu valodas patskaņa artikulāciju – [æ:̄] un [æ:̄]. Par šo nobīdi tomēr vēl nav drošu datu, jo promocijas darba autoram pieejamajā kardinālo patskaņu materiālā nebija [æ] ieraksta. Tā kā šis

patskanis nav viens no primārajiem kardinālajiem patskaņiem, 68. attēlā nav norādīti atskaites patskaņa [æ] punkti, un nav ar ko salīdzināt latviešu valodas datus. Skaidrs ir tas, ka kādreiz ieteiktais IPA simbols [ɛ:] neatbilst latviešu valodas priekšējās rindas augsti vidēja patskaņa jeb šaurā patskaņa *e* apzīmēšanai, jo ar to apzīmē skaņu, kas pēc kvalitātes ir tuvāka latviešu valodas platajam *e*. Savulaik šaurā *e* apzīmēšanai simbolu [ɛ:] kolēģiem kļūdaini ieteica promocijas darba autors, to lietoja arī D. Markus (Markus 2000a), jo latviešu patskaņa izrunas akustiskie dati tika salīdzināti ar zviedru patskaņu [e:] un [ɛ:] datiem un transkripcijas piemērošanā abi autori vadījās no latviešu un zviedru patskaņu savstarpējā novietojuma, nesalīdzinot datus ar kardinālajiem patskaņiem. Vēlākie pētījumi lika secināt, ka šaurā patskaņa kvalitāte latviešu valodā ir vistuvākā kardinālajam patskanim Nr. 2, ko apzīmē ar IPA simbolu [e], tāpēc promocijas darbā iepriekšējā kļūda tiek labota.

IPA transkripcijas simbolu izvēle pārējiem latviešu valodas patskaņiem ir sarežģītāka, jo to dati akustiskajā (F2-F1)/F1 plaknē ir tuvi to primāro kardinālo patskaņu datiem, kuru apzīmējumi latviešu valodas runātājiem varētu radīt neizpratni un pārpratumus.

Ar grafēmu *a* apzīmētā latviešu valodas patskaņa transkribēšanai pēc artikulārās klasifikācijas vistuvākais IPA simbols būtu [ɐ]. Ja transkripcijas simbola izvēli pamato ar akustiskajiem datiem, tad būtu jāizvēlas simbols [ɑ]. Par labu simbolam [ɐ] būtu tas, ka ar to apzīmē vidējās rindas zema (no zemi vidēja līdz zemam) pacēluma patskaņus, kuriem pēc tradicionālā artikulārā apraksta pieskaitāms arī attiecīgais latviešu valodas patskanis. Lietojot šo simbolu, ar diakritisko zīmi būtu vēlams norādīt uz šī patskaņa pakaļējāku artikulāciju – [ɐ̠]. Savukārt pēc akustiskajiem datiem un uz tiem balstītās šī patskaņa fonoloģiskās klasifikācijas un funkcijām, šī skaņa būtu apzīmējama ar [ɑ]. Simbola [ɑ] lietojumu varētu apgrūtināt tas, ka IPA ar to apzīmē pakaļējās rindas zema pacēluma patskani, kura izrunas laikā mēle mutē ir izteikti atvilka atpakaļ. Tomēr tieši šis simbols būtu visieteicamākais atbilstošā latviešu valodas patskaņa apzīmēšanai, nepieciešamības gadījumā to modificējot ar diakritisko zīmi (krustiņu zem burta), kas norāda uz nedaudz priekšējāku artikulāciju – [ɑ̠]. Šāda simbola izvēle saistīta ar to, ka primārā kardinālā patskaņa [ɑ] koordinātes akustiskajā (F2-F1)/F1 plaknē ir vistuvākās šim latviešu valodas patskanim (sk. 68. att.). Ja transkripcijā gribētu saglabāt tradicionāli pierasto apzīmējumu

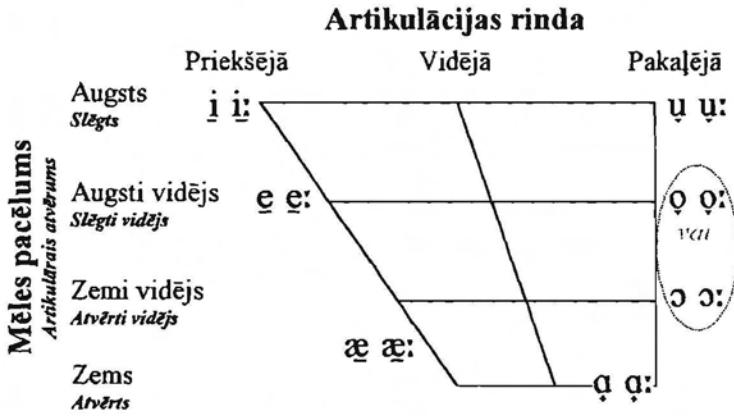
ar simbolu [a], ar ko IPA apzīmē priekšējās rindas zema pacēluma patskani, tad būtu obligāti jānorāda, ka latviešu valodas patskaņa artikulācija ir stipri pakaļējāka un ar augstāku mēles pacēlumu (to nosaka mazāks mutes vērums). Kaut arī [a] lietošana tradicionālātes dēļ būtu ērtāka par pirmajiem diviem simboliem, jo līdzinātos burtam ortogrāfijā, tā varētu radīt pārpratumus šī simbola tulkojumā.

Rakstībā ar grafēmu *o* apzīmējamā pakaļējās rindas vidēja mēles pacēluma patskaņa transkripcijai savulaik promocijas darba autors tika ieteicis IPA simbolu [ɔ], kas vairāk atbilst arī 68. attēlā vērojamajam tā novietojumam akustiskajā plaknē. Vēlāk, tradīcijas ietekmē transkripcijā lietots arī simbols [o], lai samazinātu transkripcijas zīmju atšķirību no rakstībā lietojamajām. Tomēr jāatzīst, ka ar IPA simbolu [o] apzīmētā kardinālā patskaņa kvalitāte stipri atšķiras no aplūkojamā latviešu valodas patskaņa kvalitātes un vairāk līdzinās tā patskaņa kvalitātei, ko latviešu valodā tradicionāli apzīmē ar simbolu [u]. Tātad, ja latviešu valodas patskaņu akustisko kvalitāti salīdzina ar kardinālo patskaņu kvalitāti, nevis ar citu valodu patskaņiem un to transkripcijā lietotajiem simboliem, visatbilstošākais transkripcijas simbols tā apzīmēšanai būtu [ɔ]. Ņemot vērā citu valodu līdzīgu patskaņu apzīmējumus un latviešu valodas ortogrāfijā lietoto grafēmu, varētu tomēr piekrist arī IPA simbola [o] lietošanai. Šādā gadījumā būtu derīgi ar diakritisko zīmi (apakšējo puskrustiņu zem burta) norādīt uz zemāku šī patskaņa artikulāciju latviešu valodā – [ɔ̣]. Tas pats jāievēro arī atbilstošā garā patskaņa apzīmēšanā.

Ar grafēmu *u* apzīmējamā latviešu valodas pakaļējās rindas augsta mēles pacēluma patskaņa punkti akustiskajā plaknē sakrīt ar kardinālā patskaņa [o] (Nr. 7) zonu. Pēc auditīvās kvalitātes šis patskanis tomēr ir tuvāks kardinālajam patskanim Nr. 8, tāpēc būtu apzīmējams ar IPA simbolu [u], ar diakritisko zīmi norādot uz šī patskaņa izrunu ar zemāku mēles pacēlumu – [ụ]. Šāda simbola lietošana transkripcijā ir izdevīga arī tāpēc, ka tādējādi tiek saglabāta līdzība ar ortogrāfiju.

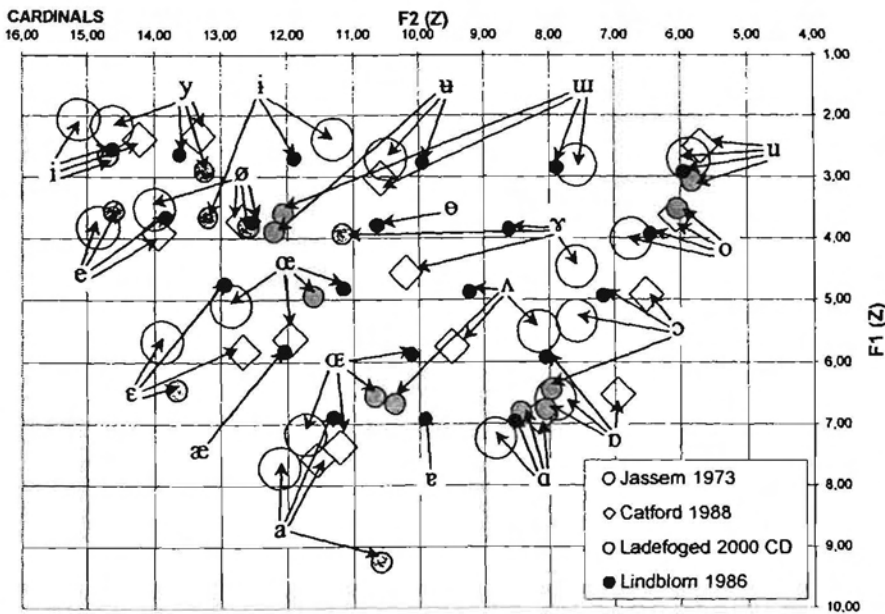
Analīzes rezultāti apkopoti 69. attēlā, kurā, izmantojot IPA transkripcijas simbolus un diakritiskās zīmes un balstoties uz patskaņu savstarpējo novietojumu 68. attēlā, latviešu valodas patskaņu sistēma attēlota fonoloģiskajā patskaņu četrstūrī. Patskaņu vertikālais novietojums patskaņu četrstūrī raksturots gan ar tradicionālo mēles pacēluma apjomu, gan ar artikulārā atvēruma plašumu. Jāatceras, ka patskaņu novietojumu fonoloģiskajā

patskaņu četrstūrī nosaka gan patskaņu artikulārās, gan akustiskās, gan arī auditīvi perceptīvās īpašības.



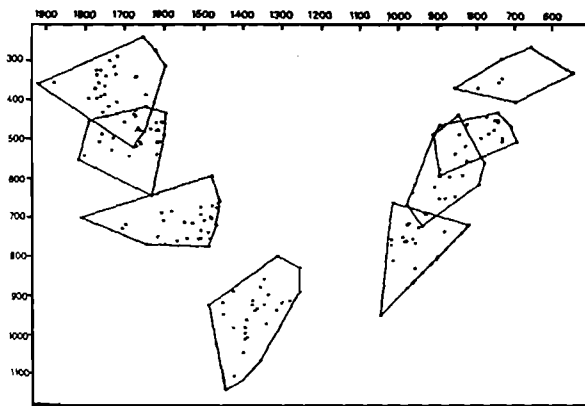
**69. attēls.** Latviešu valodas patskaņu sistēmas attēlojums fonoloģiskajā patskaņu četrstūrī ar IPA simboliem atbilstoši patskaņu akustiski auditīvajai kvalitātei.

Tas, ka primāro kardinālo patskaņu datu punkti 68. attēlā neveido kompakts katram patskanim atbilstošas zonas, vedina domāt par atskaites sistēmas nepilnību. Lai noteiktu atskaites sistēmas izvēles ietekmi uz transkripcijas simbolu izvēli, tika izveidots 70. attēls, kurā no dažādiem avotiem ņemti primāro un sekundāro kardinālo patskaņu dati attēloti psihofizikālajā F2/F1 plaknē vienkopus ar promocijas darba autoram pieejamajos avotos atrodamajiem IPA patskaņu datiem. IPA patskaņu datus pārstāv B. Lindbluma izskaitļotie pseido IPA patskaņi (Lindblom 1986), kas iegūti aprēķinu rezultātā, vienmērīgi dalot patskaņu sfēru. Somu fonētiķis A. Īvonens (*Antti Iivonen*) tos plaši lietojis savos darbos kā atskaites sistēmu dažādu valodu patskaņu klasifikācijai.



**70. attēls.** No dažādiem avotiem ņemto primāro un sekundāro kardinālo patskaņu datu novietojuma salīdzinājums F2/F1 psihofizikālajā (uztveres) plaknē. Koordinātu asu mērvienības ir barki (Z).

Attēlā redzams (sk. 70. att.), ka sekundārajiem kardinālajiem patskaņiem dažādu avotu datos atšķirības ir vērojamas vēl lielākā mērā nekā primārajiem kardinālajiem patskaņiem. Patskaņu akustiskie dati pārveidoti psihofizikālajās mērvienībās (barkos – Z) pēc H. Traunmillera formulām (sk. 1. un 2. formulu), lai ņemtu vērā dzirdes logaritmisko dabu. Jāsecina, ka pēc šāda attēla grūtības radītu pat kardinālo patskaņu klasifikācija un to apzīmēšanai izmantojamo simbolu izvēle. Lielo viena un tā paša patskaņa punktu izkliedi F2/F1 plaknē varētu skaidrot ar to, ka dažādos avotos ir aprakstītas atšķirīgas patskaņu sistēmas – gan kardinālie patskaņi, gan IPA patskaņi. Ievērojamā amerikāņu fonētiķa P. Ladefogeda savulaik izdarītie pētījumi liecina, ka pat ekspertu (Daniela Džounsa un viņa mācekļu) izrunātu kardinālo patskaņu akustiskā kvalitāte stipri atšķiras (Ladefoged 1975b).



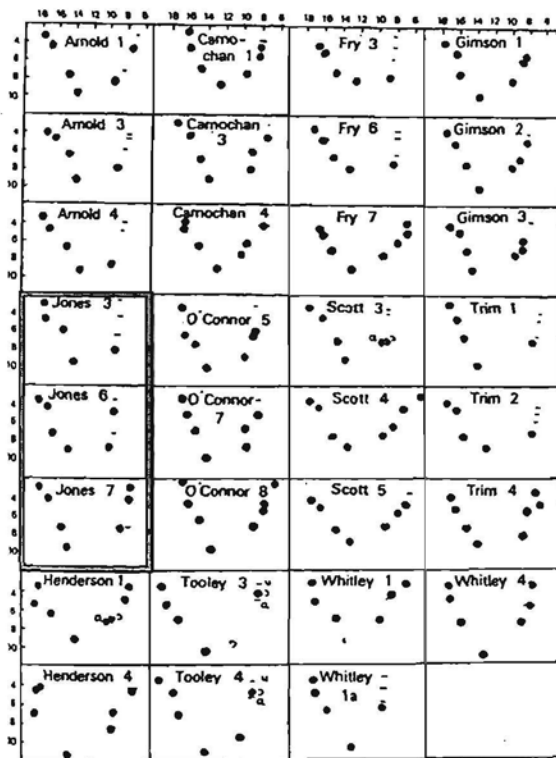
71. attēls. D. Džounsa un 10 viņa mācekļu izrunāto kardinālo patskaņu novietojums psihofizikālajā F2/F1 plaknē (asu mērvienība ir mels – M).

Savā pētījumā P. Ladefogeds tika akustiski analizējis 11 ekspertu vairākkārt izrunātus primāros kardinālos patskaņus (kopā – 31 ierakstu), kuru atbilstību kardinālo patskaņu kvalitātei auditīvi bija noteicis pats sistēmas radītājs un galvenais eksperts D. Džounss. Šo patskaņu novietojums psihofizikālajā F2/F1 plaknē (asu mērvienība ir mels – M) redzams 71. attēlā un atbilst 37. attēlam P. Ladefogeda grāmatā (Ladefoged

1975b). Patskaņu punktu izkliedētais novietojums un patskaņu zonu pārklāšanās ir pretrunā ar hipotēzi, ka ekspertu izrunātiem patskaņiem, kuru auditīvā kvalitāte atbilst kardināliem patskaņiem, psihofizikālajā plaknē būtu jāizvietojas kompaktās, savstarpēji labi nošķirtās zonās. Patskaņu zonu plašumu un savstarpējo pārklāšanos P. Ladefogeds skaidroja ar informantu izrunas individuālo īpašību ietekmi uz patskaņu fonētisko kvalitāti. Viņš secināja, ka “patskaņa precīza fonētiskā kvalitāte nav vis atkarīga no absolūtajām formantu frekvenču vērtībām, bet gan no attiecībām starp šī patskaņa formantu frekvencēm un citu šī paša runātāja izrunāto patskaņu formantu frekvencēm” (Ladefoged 1975b: 97). Lai izvairītos no izrunas individuālo īpašību ietekmes uz patskaņu fonētisko kvalitāti, tika ieteikts salīdzināt nevis atsevišķu patskaņu precīzās formantu vērtības dažādu informantu izrunā, bet gan patskaņu sistēmas kopumā. Tas nozīmē, ka dažādu informantu runā būtu jāsalīdzina patskaņu savstarpējais novietojums F2/F1 plaknē. P. Ladefogeda veiktais

salīdzinājums ilustrēts 72. attēlā. Tas atbilst 40. attēlam P. Ladefogeda grāmatā (Ladefoged 1975b: 98).

Attēlā redzams (sk. 72. att.), ka patskaņu savstarpējais novietojums psihofizikālajā plaknē atšķiras ne tikai dažādiem informantiem, bet pat viena runātāja (arī D. Džounsa –



72. attēls. Primāro kardinālo patskaņu sistēmu attēlojums psihofizikālajā F2/F1 plaknē 31 ierakstam 11 ekspertu izrunā.

izrunāto patskaņu zonu savstarpējās nobīdes rezultātā, bet atspoguļo daļai informantu raksturīgo kardinālo patskaņu izrunu. Nav skaidrs, kāpēc ļoti pieredzējušais eksperts D. Džounss, nosakot informantu izrunas atbilstību pamatpatskaņu skanējumam, ir atstājis bez ievērības šīs izrunas īpatnības.

Kaut arī 72. attēlā redzamās patskaņu zonas pēc formas stipri atšķiras, to salīdzinājums ļauj klasificēt patskaņus vismaz aptuveni un rast tiem vienojošus apzīmējumus transkripcijā. Katrā patskaņu zonā patskaņu saskaršanās un sakrišana vērojama mazākā mērā nekā tad, kad visu runātāju dati attēloti vienā F2/F1 plaknē (sk. 71. att.). Patskaņu nevienmērīgo izkārtojumu pēc atvēruma vienā artikulācijas rindā var skaidrot ar to, ka visi šīs sistēmas eksperti (izņemot D. Džounsu), izrunājot kardinālos patskaņus, tikai imitē skaņu sēriju, ko apguvuši pēc dzirdes no sistēmas radītāja paša, t. i., Daniela Džounsa, vai kāda no viņa audzēkņiem. Tādējādi var gadīties, ka auditīvo distanču vienmērīgums starp patskaņiem var piemist tikai paša sistēmas radītāja D. Džounsa

sk. iezīmēto att. daļu) vairākos ierakstos.

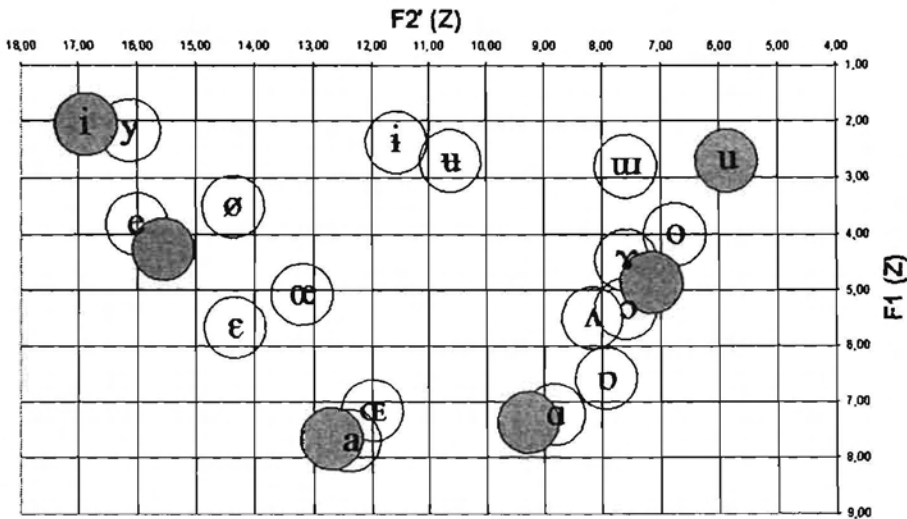
Informantu datus vērojams, ka, vairākkārt ierakstot tos pašus primāros kardinālos patskaņus, mainās gan ar patskaņu novietojumu iezīmētās patskaņu zonas forma, gan arī patskaņu savstarpējā nošķiruma pakāpe. Dažu informantu izrunā vērojama pat divu vienā artikulācijas rindā esošu patskaņu datu nepietiekama nošķiršana vai pat daļēja sakrišana pēc patskaņa atvēruma (mēles pacēluma). Tas ir pretrunā ar kardinālo patskaņu principu, ka patskaņi vienā artikulācijas rindā pēc atvēruma izkārtojas tā, lai uztverē starp tiem būtu vienāds auditīvais attālums. Tātad 71. attēlā vērojamā patskaņu zonu pārklāšanās nav radusies tikai dažādu informantu





tendencēm. Šādi iegūtās F4 vērtības tika izmantotas kardinālo patskaņu F2' aprēķināšanai. Plaknes konstruēšanai tāpat kā 70. attēlā izmantotas psihofizikālās vienības – barki (Z), kas izskaitļotas pēc H. Traunmillera formulas.

Pēc iepriekš aprakstītā P. Ladefogeda ieteikuma objektīvāks patskaņu sistēmu salīdzinājums ir iegūstams, ja salīdzina nevis patskaņu formantu absolūtās vērtības, bet gan patskaņu zonu formu. Salīdzinot abas patskaņu sistēmas, latviešu valodas patskaņu zona tika proporcionāli palielināta un pārvietota, līdz patskaņu *i* un *u* punkti sakrita ar atbilstošo kardinālo patskaņu punktiem (sk. 74. att.).



74. attēls. Kardinālie patskaņi un latviešu valodas patskaņi, kuru zona palielināta un pārvietota, lai patskaņi [i] un [u] sakristu ar atbilstošajiem kardinālajiem patskaņiem.

Šādi tiek lielā mērā atvieglots latviešu valodas patskaņu salīdzinājums ar atskaites sistēmu un starptautiskās transkripcijas simbolu izvēle arī ir stipri vienkāršāka, nekā balstoties uz 68. attēlu. Latviešu valodas augsta mēles pacēluma patskaņu punkti pilnībā sakrīt ar atbilstošo kardinālo patskaņu punktiem (sk. 74. att.). Šos patskaņus pēc artikulārā atvēruma raksturo kā slēgtus un to apzīmēšanai lietojami IPA simboli [i:] un [u:].

Latviešu valodas priekšējās rindas vidēja mēles pacēluma patskaņa punkts daļēji pārklājas ar tās pašas artikulācijas rindas augsti vidēja pacēluma jeb slēgti vidēja kardinālā patskaņa punktu, tāpēc šis patskanis apzīmējams ar IPA simbolu [e:]. Nepieciešamības gadījumā tā kvalitāti var precizēt, ar diakritisko zīmi norādot uz nedaudz atvērtāku izrunu - [ɛ:]. Kā redzams attēlā (sk. 74. att.), šī patskaņa apzīmēšana ar IPA simbolu [ɛ:] būtu kļūdaina.

Latviešu valodas priekšējās rindas zema mēles pacēluma patskaņa punkts daļēji pārklājas ar tās pašas artikulācijas rindas zema pacēluma jeb atvērta pamatpatskaņa punktu

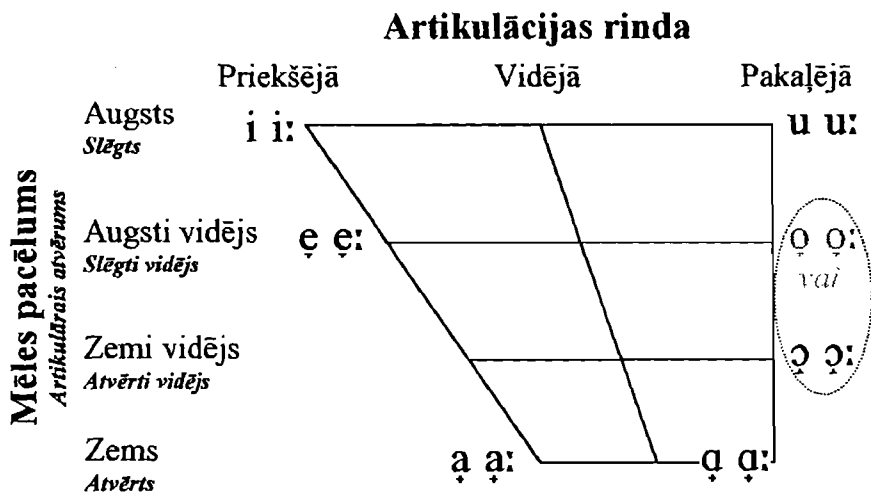
(sk. 74. att.), tāpēc šajā gadījumā šis patskanis ir apzīmējams ar IPA simbolu [a:]. Nepieciešamības gadījumā tā kvalitāti var precizēt, ar diakritisko zīmi norādot uz nedaudz frontālāku izrunu – [a:]. Šī simbola lietošana varētu radīt nelielas psiholoģiskas problēmas, jo ar atbilstošo grafēmu ortogrāfijā tiek apzīmēts vidējās vai pakaļējās rindas zema mēles pacēluma patskanis. Bez tam, auditīvi latviešu valodas priekšējās rindas atvērta patskaņa izruna ievērojami atšķiras no tā kardinālā patskaņa, kuru apzīmē ar simbolu [a:], un atbilstošā IPA patskaņa audio piemēriem.

Latviešu fonētikā ar grafēmu *a* apzīmētais “nepriekšējās” rindas zema mēles pacēluma patskanis tradicionāli tiek uzskatīts par vidējās rindas patskani. Grafikā redzams (sk. 74. att.), ka zema mēles pacēluma patskaņa punkts daļēji pārklājas ar pakaļējās artikulācijas rindas zema pacēluma jeb atvērta kardinālā patskaņa punktu, tāpēc, vismaz akustiski, šis patskanis uzskatāms par pakaļējās rindas patskani un apzīmējams ar IPA simbolu [ɑ:]. Nepieciešamības gadījumā tā kvalitāti var precizēt, ar diakritisko zīmi norādot uz nedaudz frontālāku izrunu – [ɑ:]. Atbilstoši šai atskaites sistēmai galīgi nepieņemami šī patskaņa apzīmēšanai ir iepriekš pieļautie IPA simboli [a:] un [ɛ:], kuru lietošana tika atzīta par iespējamu pēc 68. attēla analīzes.

Latviešu valodas noapaļota pakaļējās rindas vidēja mēles pacēluma patskaņa punkts nedaudz pārklājas ar augsti vidēja pacēluma jeb slēgti vidēja, bet vairāk – zemi vidēja pacēluma jeb atvērti vidēja tās pašas artikulācijas rindas kardinālā patskaņa punktu (sk. 74. att.), tāpēc IPA transkripcijas simbola izvēle šim latviešu valodas patskanim ir nedaudz apgrūtināta. Ja ņem vērā patskaņu punktu pārklāšanās apjomu, tas ir apzīmējams ar IPA simbolu [ɔ:]. Šis simbols ir atbilstošāks par [o:], ar kuru apzīmē slēgti vidēju kardinālo patskani, arī ar to, ka latviešu valodas patskaņa auditīvā kvalitāte ir tuvāka kardinālā patskaņa [ɔ:] nevis kardinālā patskaņa [o:] kvalitātei. Nepieciešamības gadījumā latviešu valodas patskaņa kvalitāti var precizēt, ar diakritisko zīmi norādot uz nedaudz slēgtāku izrunu – [ɔ:]. Ja primārais mērķis ir maksimāli vienkāršot transkripcijas zīmju sistēmu, padarot to pēc iespējas tuvu ortogrāfijai, tad, ņemot vērā citu valodu līdzīgu patskaņu apzīmējumus un latviešu ortogrāfijā lietoto grafēmu, varētu piekrist IPA simbola [o:] lietošanai. Šādā gadījumā būtu svarīgi ar diakritisko zīmi norādīt uz zemāku šī patskaņa artikulāciju latviešu valodā – [o]. Šī IPA simbola lietošana gan nebūtu ieteicama jau iepriekš pieminētā iemesla dēļ – kardinālais patskanis, ko apzīmē ar šo simbolu, pēc

akustiski auditīvās kvalitātes ievērojami atšķiras no analizējamā latviešu valodas patskaņa un vairāk līdzinās latviešu valodas patskanim, ko apzīmē ar simbolu [u:].

Analīzes rezultāti ir apkopoti 75. attēlā, kurā, izmantojot IPA transkripcijas simbolus un diakritiskās zīmes un balstoties uz patskaņu savstarpējo novietojumu 74. attēlā, latviešu valodas patskaņu sistēma attēlota fonoloģiskajā patskaņu četrstūrī. Jāatceras, ka diakritiskās zīmes var nelietot, ja latviešu valodas patskaņi nav jāsālīdzina ar IPA patskaņiem vai pamatpatskaņiem un pēc šīm sistēmām precīzi aprakstītiem citu valodu patskaņiem.



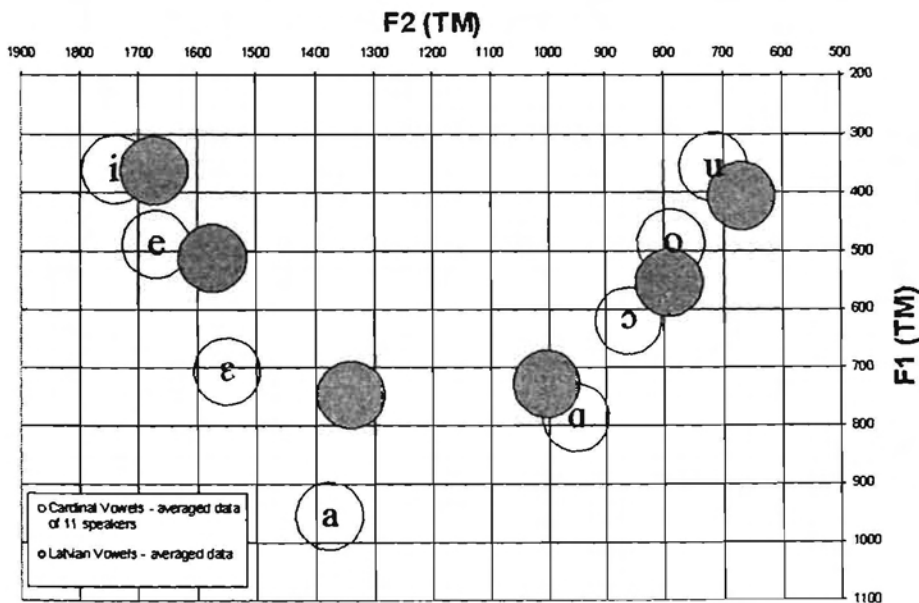
**75. attēls.** Latviešu valodas patskaņu sistēmas attēlojums fonoloģiskajā patskaņu četrstūrī. IPA simboli izraudzīti atbilstoši patskaņu akustiski auditīvajai kvalitātei, pēc to salīdzinājuma ar D. Džounsa izrunātajiem kardinālajiem patskaņiem.

Vienīgais iebildums pret šādu latviešu valodas patskaņu raksturojumu varētu būt tas, ka to klasifikācijai un transkripcijas simbolu izvēlei izmantota atskaites sistēma, kas balstīta uz D. Džounsa izrunas viena ieraksta analīzes datu pamata. Kā jau iepriekš tika pieminēts P. Ladefogeda pētījuma sakarā, pat D. Džounsa izrunāto pamatpatskaņu akustiskā kvalitāte dažādos ierakstos atšķiras, tāpēc nevar droši apgalvot, kurš no tiem ir labākais atskaites sistēmas veidošanai. Praksē, lai raksturotu kāda runātāju kopuma kopējās īpatnības, katra runātāja individuālo īpašību vietā tiek aprakstīti no kopuma pārstāvju grupas iegūtu individuālo īpatnību statistiskās analīzes dati.

Iepriekšējās klasifikācijas (sk. 75. att.) pamatā bija indivīda (D. Džounsa) un latviešu valodas runātāju grupas izrunas īpatnību salīdzinājums, jo latviešu valodas garo patskaņu dati, kas šeit izmantoti, iegūti statistiskās apstrādes rezultātā no informantu grupas izrunas datiem (sk. 1. tab.). Katra latviešu valodas patskaņa vidējās statistiskās vērtības tika aprēķinātas no deviņiem garo patskaņu ierakstiem, t. i., no katra patskaņa trijiem

atkārtojumiem triju informantu izrunā. Šie trīs informanti latviešu valodas patskaņu izrunai tika izraudzīti uz plašāka pētījuma pamata (Grigorjevs 1995), kurā tika akustiski analizēti divdesmit vīriešu izrunas dati (100 ieraksti katram patskanim). Tā kā statistiskā apstrāde parasti palīdz nošķirt dažādu runātāju individuālās īpatnības no runātāju grupai raksturīgajām, būtu loģiski par atskaites sistēmu izvēlēties kardinālo patskaņu datus, kas iegūti vairāku ekspertu izrunas datu statistiskās apstrādes rezultātā.

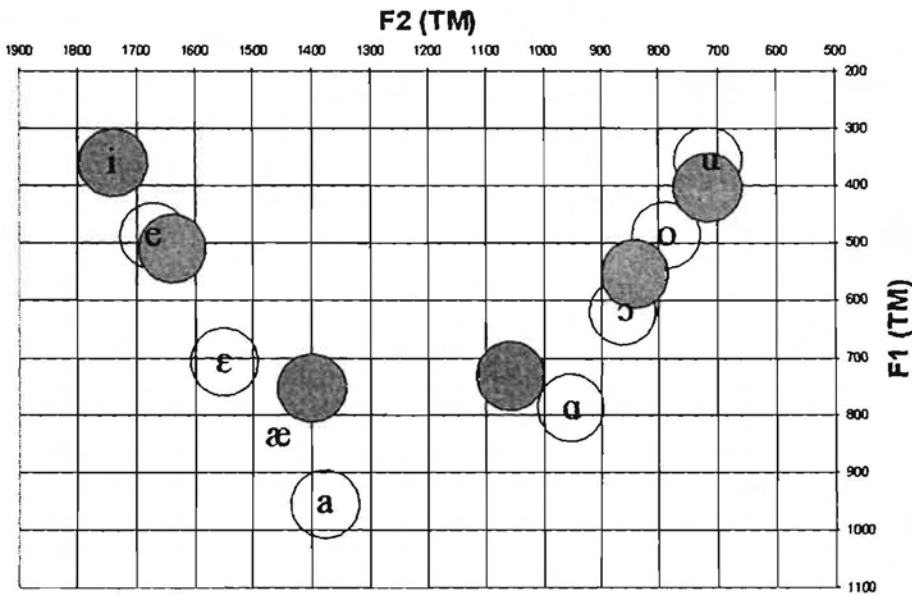
P. Ladefogeds (Ladefoged 1975b: 88-89) psihofizikālajās vienībās (melos – M) pārveidojis primāro kardinālo patskaņu akustiskos datus pamattonim un pirmajiem trim formantiem, kas iegūti, analizējot autoritatīvi atlasītu trīsdesmit vienu ierakstu vienpadsmit informantu izrunā. No šiem datiem tika aprēķinātas vidējās statistiskās vērtības, kas pēc tam tika izmantotas par atskaites sistēmu latviešu valodas patskaņu klasifikācijā. Lai netērētu laiku aprēķiniem, pārejot uz citām psihofizikālām mērvienībām (barkiem) un aprēķinot efektīvo otro formantu (sk. 73. un 74. att.), kardinālo patskaņu un latviešu valodas patskaņu vidējās statistiskās vērtības tika grafiski attēlotas psihofizikālajā F2/F1 plaknē (sk. 76. att.), kurā mērvienība ir tehniskais mels. Akustisko datu pārveidojums psihofizikālajos tika veikts pēc 18. formulas.



76. attēls. Kardinālo patskaņu (baltie punkti) un latviešu valodas patskaņu (pelēkie punkti) vidējo statistisko vērtību attēlojums psihofizikālajā F2/F1 plaknē. Mērvienība – tehniskais mels (TM).

Lai salīdzinātu abas patskaņu sistēmas, latviešu valodas patskaņu zona tika proporcionāli palielināta un pārvietota, līdz patskaņa *i* punkts sakrita ar atbilstošo kardinālā

patskaņa punktu un patskaņa *u* punkts maksimāli pārklājās ar kardinālā patskaņa punktu (sk. 77. att.).



77. attēls. Kardinālie patskaņi un latviešu valodas patskaņi, kuru zona proporcionāli palielināta un pārvietota, lai patskaņi [i] un [u] pēc iespējas sakristu ar atbilstošajiem kardinālajiem patskaņiem.

Patskaņu zonu savietošana ir balstīta uz patskaņa *i* stabilo galējo novietojumu patskaņu sistēmās un plašo izplatību pasaules tautu valodās. Līdz ar to latviešu valodas priekšējās rindas augsta mēles pacēluma patskaņa punkts sakrīt ar tās pašas artikulācijas rindas augsta pacēluma jeb slēgta kardinālā patskaņa punkta atrašanās vietu akustiski auditīvajā plaknē (sk. 77. att.), tāpēc šis patskanis apzīmējams ar IPA simbolu [i:].

Latviešu valodas priekšējās rindas vidēja mēles pacēluma patskaņa punkts lielā mērā pārklājas ar tās pašas artikulācijas rindas augsti vidēja pacēluma jeb slēgti vidēja kardinālā patskaņa punktu (sk. 77. att.), tāpēc patskanis apzīmējams ar IPA simbolu [e:]. Nepieciešamības gadījumā tā kvalitāti var precizēt, ar diakritisko zīmi norādot uz nedaudz atvērtāku izrunu – [e:].

Latviešu valodas priekšējās rindas zema mēles pacēluma patskaņa punkts atrodas starp priekšējās rindas zemi vidēja pacēluma jeb atvērti vidēja (ε) un zema pacēluma jeb atvērtā (a) tās pašas artikulācijas rindas kardinālā patskaņa punktu (sk. 77. att.). Kardinālo patskaņu sistēmā šādai kvalitātei neatbilst neviens patskanis, bet IPA patskaņu sistēmā (sk. 67. att.) šāds patskanis ir atzīmēts, tāpēc tas apzīmējams ar IPA simbolu [æ:]. Šī latviešu valodas patskaņa punkta novietojums F2/F1 plaknē (sk. 77. att.) norāda uz nedaudz

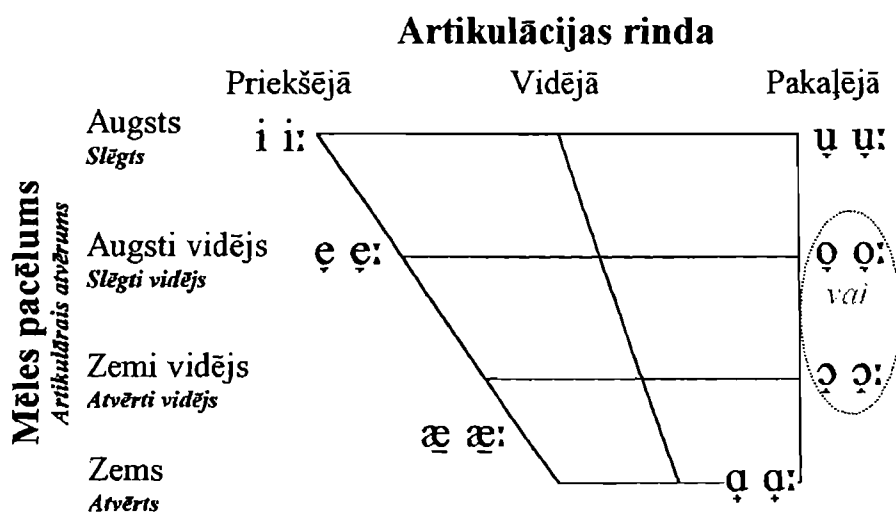
pakaļējāku patskaņa artikulāciju, tāpēc nepieciešamības gadījumā tā kvalitāti var precizēt, ar diakritisko zīmi norādot uz nedaudz atvilktaču tā izrunu – [æ:].

Arī šajā grafikā vērojams (sk. 77. att.), ka otrā latviešu valodas zema mēles pacēluma patskaņa punkta novietojums F2/F1 plaknē neatrodas pa vidu starp atvērta priekšējās rindas un atvērta pakaļējās rindas kardinālā patskaņa punktiem, tāpēc tas nebūtu klasificējams par vidējās rindas patskani. Tā kā šī patskaņa punkts ir ļoti tuvs pakaļējās artikulācijas rindas zema pacēluma jeb atvērta kardinālā patskaņa punktam (sk. 77. att.), šis latviešu valodas patskanis ir uzskatāms par pakaļējās rindas patskani un apzīmējams ar IPA simbolu [ɑ:]. Nepieciešamības gadījumā tā kvalitāti var precizēt, ar diakritisko zīmi norādot uz frontālāku izrunu – [ɑ:]. Atbilstoši šai atskaites sistēmai galīgi nepieņemams šī patskaņa apzīmēšanai ir pēc 68. attēla analīzes pieļautais IPA simbols [a:]. Teorētiski var pieņemt, ka latviešu valodas patskanis atrodas starp IPA patskaņiem [ɐ:] un [ɑ:]. Simbola [ɑ:] lietojums tomēr būtu ieteicamāks šī patskaņa fonoloģiskās funkcionalitātes dēļ.

Latviešu valodas noapaļota pakaļējās rindas vidēja mēles pacēluma patskaņa punkts nedaudz pārklājas ar augsti vidēja pacēluma jeb slēgti vidēja (o), bet vairāk – zemi vidēja pacēluma jeb atvērti vidēja (ɔ) tās pašas artikulācijas rindas kardinālā patskaņa punktu (sk. 77. att.), tāpēc IPA transkripcijas simbola izvēle šim latviešu valodas patskanim ir nedaudz apgrūtināta. Ja ņem vērā patskaņu punktu pārklāšanās apjomu, tas ir apzīmējams ar IPA simbolu [ɔ:]. Šis simbols ir atbilstošāks par [o:], ar kuru apzīmē slēgti vidēju kardinālo patskani, arī tādēļ, ka latviešu valodas patskaņa auditīvā kvalitāte ir tuvāka kardinālā patskaņa [ɔ:], nevis kardinālā patskaņa [o:] kvalitātei. Nepieciešamības gadījumā patskaņa kvalitāti var precizēt, ar diakritisko zīmi norādot uz nedaudz slēgtāku tā izrunu – [ɔ:]. Ja primārais mērķis ir maksimāli vienkāršot transkripcijas zīmju sistēmu, padarot to pēc iespējas tuvu ortogrāfijai, tad, ņemot vērā citu valodu līdzīgu patskaņu apzīmējumus un latviešu ortogrāfijā lietoto grafēmu, varētu piekrist IPA simbola [o:] lietošanai. Šādā gadījumā būtu svarīgi ar diakritisko zīmi norādīt uz zemāku šī patskaņa artikulāciju latviešu valodā – [ɔ:]. Šī IPA simbola lietošana tomēr nebūtu ieteicama jau iepriekš pieminētā iemesla dēļ – kardinālais patskanis, ko apzīmē ar šo simbolu, pēc akustiski auditīvās kvalitātes atšķiras no analizējamā latviešu valodas patskaņa vairāk nekā ar simbolu [ɔ:] apzīmētais.

Latviešu valodas noapaļota pakaļējās rindas augsta mēles pacēluma patskaņa punkts daļēji pārklājas ar augsta pacēluma jeb slēgta pakaļējās rindas kardinālā patskaņa punktu, tikai nedaudz saskaroties ar augsti vidēja jeb slēgti vidēja kardinālā patskaņa punktu, tāpēc šī patskaņa apzīmēšanai ir lietojams IPA simbols [u]. Nepieciešamības gadījumā patskaņa kvalitāti var precizēt, ar diakritisko zīmi norādot uz nedaudz atvērtāku tā izrunu – [u:]

Analīzes rezultāti apkopoti 78. attēlā, kurā, izmantojot IPA transkripcijas simbolus un diakritiskās zīmes un balstoties uz patskaņu savstarpējo novietojumu 77. attēlā, latviešu valodas patskaņu sistēma attēlota fonoloģiskajā patskaņu četrstūrī. Jāatceras, ka diakritiskās zīmes var nelietot, ja latviešu valodas patskaņi nav jāsalīdzina ar IPA patskaņiem vai pamatpatskaņiem un pēc šīm sistēmām precīzi aprakstītiem citu valodu patskaņiem.



**78. attēls.** Latviešu valodas patskaņu sistēmas attēlojums fonoloģiskajā patskaņu četrstūrī ar IPA simboliem atbilstoši patskaņu akustiski auditīvajai kvalitātei.

Kardinālo patskaņu kā atskaites sistēmas lietojums tomēr ir problemātisks, jo šo patskaņu sistēma ir balstīta galvenokārt uz patskaņu auditīvi uztveramo kvalitāti. Kardinālo patskaņu sistēma, izņemot patskaņus [i] un [ɑ], nav saistīta ar kaut cik precīzi definētiem runas orgānu stāvokļiem, bet praksē patskaņus apraksta un klasificē lielākoties pēc to artikulārajām pazīmēm. No vienas puses, artikulācijas polimorfisma dēļ auditīvai skaņu kvalitātei būtu jābūt noteicošajai skaņu, tostarp arī patskaņu, klasifikācijā un aprakstā, bet, no otras puses, ir ļoti grūti raksturot skaņas kvalitāti, lietojot auditīvus terminus, piemēram, augsta/zema, asa (*sharp*)/maiga (*soft*), gaiša/tumša skaņa utt. Runas orgānu stāvokli skaņas izrunas laikā turpretim var instrumentāli noteikt un precīzi aprakstīt. Artikulācijas

polimorfisma dēļ valodas skaņu aprakstā būtu jāraksturo visi iespējamie noteiktas auditīvās kvalitātes skaņas izrunai nepieciešamie runas orgānu stāvokļi. Lai no tā izvairītos, katra valodas skaņa būtu jāraksturo tikai ar vienu, šīs valodas runātājiem visbiežāk novēroto runas orgānu stāvokli. Tā kā jebkurš cilvēks ļoti reti precīzi atkārtoti vienu un to pašu runas orgānu stāvokli, būtu jādomā par vidējo vērtību izmantošanu.

Latviešu valodā daļējās vokalizācijas rezultātā var rasties arī divi nezilbiski patskaņi. Atbilstoši IPA diakritiskajām zīmēm šie nezilbiskie patskaņi transkribējami kā [i̯] un [u̯], uz to nezilbiskumu norādot ar lociņu zem patskaņa. Savukārt pārīsu patskaņu apzīmēšanai noder lociņš virs patskaņa simbola, piemēram, [ě], [ů], [ǎ] u. tml. Jebkura gara skaņa ir apzīmējama ar trīsstūrīšu kolu, kas novietots pēc skaņas simbola, piemēram, [i:], [u:], [s:], [ʃ:] u. tml., bet pusgara skaņa - ar šī kola augšējo pusi, piemēram, [iː], [uː], [sː], [ʃː] u. tml.

Promocijas darba autors apzinās, ka plašāki pētījumi patskaņu artikulācijā, akustikā un uztverē var sniegt vēl precīzāku informāciju, kuras ietekmē pašreizējais latviešu valodas patskaņu novietojums fonoloģiskajā patskaņu četrstūrī var tikt mainīts, atbilstoši ietekmējot arī patskaņu klasifikāciju.



## SECINĀJUMI

1. Promocijas darbā veiktās izolēti izrunātu latviešu valodas garo un īso patskaņu akustiskās analīzes rezultātā pirmo reizi noteikti šo patskaņu akustiskās ideālformas raksturojošie lielumi.
  - Promocijas darbā veikto akustisko mērījumu dati pieļauj latviešu valodas patskaņus klasificēt arī pēc sasprieguma. Lai gūtu pilnīgu priekšstatu par patskaņu saspriegumu, šī parādība būtu jāpētī arī artikulācijas eksperimentos.
2. Pēc noteikto akustisko ideālformu datiem pārbaudīta garo un īso patskaņu kvalitatīvās līdzvērtības hipotēze un konstatēts, ka garo un īso patskaņu akustisko īpašību atšķirības ir nebūtiskas, jo to datu punkti lielā mērā pārklājas gan akustiskajā gan psihofizikālajā F2/F1 plaknē, turklāt psihofizikālajā plaknē garo un īso patskaņu zonu novietojuma atšķirības nepārsniedz 1 barku.
3. Vērtējot pēc dažādām metodēm veiktās izrunas datu normalizēšanas rezultātus, var secināt, ka tehniskām vajadzībām būtu ieteicama vienmērīga datu normalizēšana, jo tā ir vienkārša, bet pietiekami efektīva runātāju dzimuma un vecuma noteikto patskaņu izrunas datu atšķirību novēršanai. Efektīvākie rezultāti akustisko ideālformu datu normalizēšanā latviešu valodā tika panākti ar koeficientu  $k = 27\%$ , kas aprēķināts no patskaņa [i(:)] otrā formanta (F2) centra frekvenču lielumu skaitliskās attiecības.
  - Nevienmērīgai latviešu valodas patskaņu datu normalizēšanai ieteicams lietot koeficientus, kas aprēķināti no vienādā vai pēc iespējas tuvā fonētiskā apkaimē izrunātu patskaņu datiem.
  - Lai normalizēšanas rezultātā iegūtu pēc iespējas kompaktākas patskaņu zonas, pirms runātāju dzimuma noteikto atšķirību normalizēšanas viena dzimuma ietvaros būtu jānormalizē katra runātāja dati attiecībā pret noteikta vīrieša vai sievietes prototipa datiem.
4. Teorētiskās literatūras un promocijas darbā veikto eksperimentu rezultātā secināms, ka valodas skaņu akustiskos pētījumos ieteicama pāreja no akustiskajām frekvences vienībām (Hz) uz psihofizikālajām vienībām barkiem (Z) un patskaņu raksturošana ar tonotopiskajām distanēm starp to formantiem, jo tādā veidā iespējams patskaņu akustiskos parametrus saistīt ar patskaņu uztveri, vienlaicīgi gandrīz pilnībā novēršot runātāju dzimuma un vecuma noteiktās patskaņu izrunas datu atšķirības.

- Raksturojot patskaņus pēc tonotopiskajām distancēm starp to formantiem, A. Īvonena ieteiktais 1 Z intervāls var tikt izmantots patskaņu kvalitatīvās līdzības noteikšanai gan starp garā un īsā patskaņu pāra locekļiem, gan starp sieviešu un vīriešu izrunas datiem.
5. Promocijas darbā veiktajos auditīvajos eksperimentos noteikto latviešu valodas patskaņu ideālformu analīzē konstatēts, ka:
    - pakalējās rindas patskaņiem eksperimentos noteiktās un teorētiskos aprēķinos iegūtās efektīvā otrā formanta (F2') vērtības sakrīt ar izrunas datu otrā formanta vērtībām;
    - priekšējās rindas patskaņiem, ir vērojamas atšķirības starp eksperimentos noteiktā un teorētiskos aprēķinos iegūtā efektīvā otrā formanta frekvenci, kas skaidrojamas ar to, ka latviešu valodā nav noapaļotu priekšējās rindas patskaņu, tāpēc nav nepieciešamības kontrasta palielināšanai paaugstināt nenoapaļoto patskaņu efektīvā otrā formanta frekvenci;
    - eksperimentu rezultātos nav vērojams uztveres hipersfēras efekts, jo patskaņu auditīvajām ideālformām atbilstošo divu formantu stimulu F1 un F2 frekvences būtiski neatšķiras no divu formantu stimulu frekvencēm, kas iegūtas, nosakot četru formantu atskaites stimulam vislabāk atbilstošo divu formantu stimulu.
  6. No uztveres eksperimentu rezultātiem redzams, ka ir nepieciešams veikt vēl citus plašākus eksperimentus, variējot auditīvo stimulu parametrus, lai precizētu auditīvo ideālformu kvalitāti un latviešu valodas patskaņu zonas cilvēka uztverē, kā arī pārbaudītu, kāpēc promocijas darbā aprakstītie latviešu valodas patskaņu psihoakustiskie dati atšķiras no citu valodu datiem.
  7. Promocijas darbā izmantota IPA patskaņu sistēma, lai varētu latviešu valodas patskaņu klasifikāciju salīdzināt ar citu valodu fonoloģisko klasifikāciju un raksturotu patskaņus gan pēc trijām artikulācijas rindām, gan pēc četrām artikulārā atvēruma pakāpēm.
  8. Promocijas darbā iegūtā latviešu valodas patskaņu akustiskā datu bāze, patskaņu uztverei nozīmīgo akustisko un psihofizikālo parametru noteikšana un pārbaudītā pētījumu metodika ir būtisks ieguldījums, lai attīstītu latviešu valodas akustisko fonētiku un iekļautos tipoloģiskos citu valodu pētījumos.

## LITERATŪRA

- Ābele 1915                   Абель, А. (1915). “Об акцентуации ударенных простых гласных в латышском языке.”, в книге *Известия отделения русского языка и словестности Императорской академии наук*, 20, Ст.-Петербург, стр. 152–196.
- Ābele 1921                   Ābele, A. (1921). “Par zilbiskām skaņām latviešu divskaņos.”, grām.: *FBR*, I, Rīga, 41.–46. lpp.
- Ābele 1923                   Ābele, A. (1923). “Par stieptās intonācijas pāreju krītošā.”, grām.: *FBR*, III, Rīga, 40.–44. lpp.
- Ābele 1924                   Ābele, A. (1924). “Par lejciemiešu izlokšņi”, grām.: *FBR*, IV, Rīga, 40.–51. lpp.
- Ābele 1926                   Ābele, A. (1926). “Piezīmes par Dundagas izlokšnes fonētiku.”, grām.: *FBR*, VIII, Rīga, 22.–30. lpp.
- Ābele 1927                   Ābele, A. (1927). “Īso patskaņu pagarinājumi nebalsīgu līdzskaņu priekšā.”, grām.: *FBR*, VII, Rīga, 110.–111. lpp.
- Ābele 1929                   Ābele, A. (1929). “Dundagas izlokšnes intonācijas.”, grām.: *FBR*, IX, Rīga, 168.–198. lpp.
- Ābele 1930                   Ābele, A. (1930). “Alūksnes izlokšnes intonācijas.”, grām.: *FBR*, X, Rīga, 80.–91. lpp.
- Ābele 1931                   Ābele, A. (1931). “Rūjienas izlokšnes sekundārās intonācijas.”, grām.: *FBR*, XI, Rīga, 84.–99. lpp.
- Ābele 1932a                  Ābele, A. (1932). “Piezīmes par Vidzemes lībisko izlokšņu intonācijām.”, grām.: *FBR*, XII, Rīga, 94.–99. lpp.
- Ābele 1932b                  Ābele, A. (1932). “Par neuzsvērto zilbju intonācijām.”, grām.: *FBR*, XII, Rīga, 149.–163. lpp.
- Ābele 1933a                  Ābele, A. (1933). “Daži sīkumi izlokšņu vokālismā. (Sekundāra kāpjoša intonācija piedēkļu zilbēs dažās sēliskajās izlokšnēs. Ar intonāciju saistīta patskaņu kvalitātes maiņa. Augšzemnieku iz<uz?).”, grām.: *Filoloģijas materiāli*, Rīga, 58.–62. lpp.
- Ābele 1933b                  Ābele, A. (1933). “Kā varēja rasties epentēze un palatālā pārskaņa mūsu sēliskajās izlokšnēs.”, grām.: *Ceļi*, III, Rīga.
- Ābele 1934                   Ābele, A. (1934). “Vēl par tāmnieku sekundārajiem garumiem.”, grām.: *FBR*, XIV, Rīga, 141.–180. lpp.

- Ābele 1935a                      Ābele, A. (1935). "Kāds piedēkļu zilbju metatonijas gadījums ziem.-austrumu izloksnēs.", grām.: *FBR*, **XV**, Rīga, 197.–198. lpp.
- Ābele 1935b                      Ābele, A. (1935). "Augšzemnieku -ys, -is, -as, -es.", grām.: *Ceļi*, **V**, Rīga, 56.–57. lpp.
- Ābele 1936                        Ābele, A. (1936). "Anaptikse Kalsnavas izloksnē.", grām.: *Ceļi*, **VII**, Rīga, 89.–96. lpp.
- Āboliņa 1927                    Āboliņa, O. (1927). "Sausējas pagasta izloksne", grām.: *FBR*, **VII**, Rīga, 129.–153. lpp.
- Āboliņa 1928                    Āboliņa, O. (1928). "Skrīveru pagasta izloksne", grām.: *FBR*, **VIII**, Rīga, 98.–107. lpp.
- Ancītis 1935                    Ancītis, K. (1935). "Par Aknīstes izloksni", grām.: *FBR*, **XV**, Rīga, 161.–196. lpp.
- Ancītis 1977                    Ancītis, K. (1977). Aknīstes izloksne: Izloksnes statika un dinamika. Ievads, fonētika, morfoloģija. Rīga: Zinātne.
- Bearnek 1949                    Bearnek, L. (1949). *Acoustic Measurements*. New York.
- Bendiks 1972                    Bendiks, H. (1972). "Divskaņu fonēmiskā interpretācija.", grām.: *Veltījums akadēmiķim Jānim Endzelīnam: 1873–1973.*, Rīga: Zinātne, 27.–42. lpp.
- Bērzaunietis 1923            Bērzaunietis (1923). "Bērzaunes izloksne", grām.: *FBR*, **III**, Rīga, 35.–41. lpp.
- Bičolis 1932                    Bičolis, J. (1932). "Birziešu izloksne.", grām.: *FBR*, **XII**, Rīga, 59.–93. lpp.
- Bladon & Fant 1978            Bladon, R., and G. Fant (1978). "A two-formant model and the cardinal vowels.", in *Speech Transmission Laboratory - Quarterly Progress and Status Report*, **1 / 1978**, pp. 1–8.
- Bond 1994                        Bond, Dz. (1994). "A note on the quality of Latvian vowels.", in *Journal of Baltic Studies*, **XXV/1**, pp. 3–14.
- Brēde 1981                      Бреде, М. (1981). Просодическая природа сонантов латышского языка (в сопоставлении с английским). Дис. канд. филол. наук. Вильнюс: ВГУ.
- Breidaks 1972                    Breidaks, A. (1972). "Latgalisko izlokšņu prosodijas jautājumi.", grām.: *Veltījums akadēmiķim Jānim Endzelīnam: 1873–1973.*, Rīga: Zinātne, 93.–105. lpp.
- Breidaks 1974                    Бреидак, А. (1974)., "Некоторые периферийные гласные в говорах Латгалии.", в книге: *Baltistica*, **10(2)**, стр. 173–175.
- Breidaks 1979                    Бреидак, А. (1979)., "Из истории латгало-селонского вокализма.", в книге: *Baltistica*, **15(2)**, стр. 124–129.

- Breidaks 1980 Breidak, A. (1980)., “Из истории балтийского вокализма.”, в книге: *Lingua Posnaniensis*, 23, стр. 65–79.
- Breidaks 1989 Breidak, A. (1989)., Фонетика латгальских говоров латышского языка: диахрония и синхрония. Дис. докт. филол. наук, Рига.
- Broka 1969 Broka, V. (1969). Angļu un latviešu valodas jautājuma teikumu intonācijas sastatījums. Filol. zin. kand. dis. Rīga: LVU.
- Carlson et al. 1970 Carlson, R., B. Granström, and G. Fant (1970). “Some studies concerning perception of isolated vowels.”, in *Speech Transmission Laboratory - Quarterly Progress and Status Report*, 2-3 / 1970, pp. 19–35.
- Catford 1988 Catford, J. (1988). *A Practical Introduction to Phonetics*. Oxford: Clarendon Press.
- Ceplītis 1974 Цеплитис, Л. (1974). Анализ речевой интонации. Рига: Зинатне.
- Chiba & Kajiyama 1941 Chiba, T., and M. Kajiyama (1941). The vowel - its nature and structure. Tokyo: Tokyo Kaiseikan.
- Chistovich & Lublinskaya 1979 Chistovich, L., and V. Ljublinskaya (1979). “The ‘centre of gravity’ effect in vowel spectra and critical distance between the formants: psychoacoustical study of the perception of vowel-like stimuli.”, in *Hearing research*, 1, pp. 185–195.
- Chistovich et al. 1979 Chistovich, L., R. Sheikin, and V. Ljublinskaya (1979). “‘Centres of gravity’ and spectral peaks as the determinants of vowel quality.”, in *Frontiers of Speech Communication Research* (Eds: B. Lindblom and S. Öhman). London: Academic Press.
- Chomsky & Halle 1968 Chomsky, N., and M. Halle (1968). *The Sound Pattern of English*. New York: Harper and Row.
- Clark & Yallop 1990 Clark, J., and C. Yallop (1990). *An Introduction to Phonetics and Phonology*. Oxford: Basil Blackwell Ltd.
- Crystal 1997 Crystal, D. (1997). *Dictionary of Linguistics and Phonetics* (4<sup>th</sup> edn). Oxford: Blackwell Publishers Ltd.
- Denes & Pinson 1970 Denes, P., and E. Pinson (1970). *The Speech Chain: The Physics and Biology of Spoken Language* (7<sup>th</sup> edn). Murray Hill, NJ: Bell Telephone Laboratories.
- Disner 1980 Disner, S. (1980). “Insights on vowel spacing: results of a language survey.”, in *UCLA Working Papers in Phonetics*, 50, pp. 70–92.
- Eek & Meister 1994 Eek, A., and E. Meister (1994). “Acoustics and perception of Estonian vowel types.”, in *PERILUS*, 18, pp. 55–90.

- Ekblom 1933 Ekblom, R. (1933). Die Lettischen Akzentarten. Uppsala: Almqvist & Wiksell.
- Elksnītis 1929 Elksnītis, A. (1929). "Lazdonas, Praulienas, Sarkaņa, Patkules, Cesvaines un Dzelzavas izloksnes", grām.: *FBR*, IX, Rīga, 119.–160. lpp.
- Endzelīns 1922 Endzelīns, J. (1922). Lettische Grammatik. Herausgegeben vom Lettischen Bildungsministerium, Rīga: A.Gulbis.
- Endzelīns 1938 Endzelīns, J. (1938). Latviešu valodas skaņas un formas., Rīga: Latvijas Universitāte.
- Endzelīns 1948 Endzelīns, J. (1948). Baltu valodu skaņas un formas., Rīga: LVI.
- Endzelīns 1951 Endzelīns, J. (1951). Latviešu valodas gramatika. Rīga: LVI.
- Endzelīns 1971 Endzelīns, J. (1971). Darbu izlase. I sēj. Rīga: Zinātne.
- Endzelīns 1979 Endzelīns, J. (1979). Darbu izlase. III<sub>1</sub> sēj. Rīga: Zinātne.
- Fant 1966 Fant, G. (1966). "A note on vocal tract size factors and non-uniform F-pattern scalings.", in *Speech Transmission Laboratory - Quarterly Progress and Status Report*, 4 / 1966, pp. 22–30.
- Fant 1969 Fant, G. (1969). "Distinctive features and phonetic dimensions.", in *Speech Transmission Laboratory - Quarterly Progress and Status Report*, 2-3 / 1969, pp. 1–18.
- Fant 1973 Fant, G. (1973). *Speech sounds and features*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fant 1975 Fant, G. (1975). "Non-uniform vowel normalization.", in *Speech Transmission Laboratory - Quarterly Progress and Status Report*, 2 - 3 / 1975, pp. 1–19.
- Fant 1983 Fant, G. (1983). "Feature Analysis of Swedish Vowels – a revisit.", in *Speech Transmission Laboratory - Quarterly Progress and Status Report*, 2-3 / 1983, pp. 1–18.
- Fox 1983 Fox, R. (1983). "Perceptual structure of monophthongs and diphthongs in English.", in *Language and Speech*, 26, pp. 21–60.
- Goodhill & Guggenheim 1971 Goodhill, V., and P. Guggenheim (1971). "Pathology, Diagnosis, and Therapy of Deafness.", in *Handbook of Speech Pathology and Audiology* (ed L. Travis). Englewood, NJ: Prentice-Hall.
- Greenwood 1961 Greenwood, D. (1961). "Auditory masking and the critical band.", in *Journal of the Acoustical Society of America*, 33, pp. 484–501.

- Grigorjevs 1995 Grigorjevs, J. (1995). "Latviešu literārās valodas patskaņu akustisks raksturojums.", grām.: *Baltu filoloģija*, 5, 81.–83. lpp.
- Grīšle 1970 Grīšle, R. (1970). "Latviešu heterotoni.", in *Donum Balticum: To Professor Chr. S. Stang*, Stockholm, pp. 155–161.
- Grīšle 1972 Grīšle, R. (1972). "Latviešu zilbes intonāciju sēmantiskais svars.", in *Baltistica*, I priedas, pp. 73–81.
- Gurtaja 1980 Гуртая, В. (1980). Просодическая природа глухого шумного консонантизма в современном латышском языке (в сопоставлении с английским). Дис. канд. филол. наук. Вильнюс: ВГУ.
- Harrington & Cassidy 1994 Harrington, J., and S. Cassidy (1994). "Dynamic and target theories of vowel classification: Evidence from monophthongs and diphthongs in Australian English.", in *Language and Speech*, 37, pp. 357–373.
- Harris 1960 Harris, J. (1960). "Scaling of pitch intervals.", in *Journal of the Acoustical Society of America*, 32, pp. 1575–1581.
- Hauzenberga 1925 Hauzenberga, E. (1925). "Par Vecgulbenes izloksni.", grām.: *FBR*, V, Rīga, 142.–158. lpp.
- Hauzenberga 1934 Hauzenberga, E. (1934). "Liezērišu izloksne", grām.: *FBR*, XIV, Rīga, 172.–197. lpp.
- Iivonen 1987 Iivonen, A. (1987). "The critical band in the explanation of the number of possible vowels and psychoacoustical vowel distances.", in *Helsingin yliopiston fonetiikan laitoksen monisteita*, 12, Helsinki.
- Indāne 1986 Indāne, I. (1986). Dignājas izloksne. Rīga: Zinātne.
- IPA 1999 Corporate Author International Phonetic Association (1999). Handbook of the International Phonetic Association: A Guide to the Use of the International Phonetic Alphabet. Cambridge: Cambridge University Press.
- Īvena 1928 Īvena, A. (1928). "Pļaviņu (stukmaniešu) izluoksnes apraksts", grām.: *FBR*, VIII, Rīga, 78.–97. lpp.
- Jakobson et al. 1969 Jakobson, R., G. Fant, and M. Halle (1969). Preliminaries to Speech Analysis: The Distinctive Features and Their Correlates (9<sup>th</sup> edn). Cambridge, MA: MIT Press.
- Jassem 1973 Jassem, W. (1973). *Podstawy fonetyki akustycznej*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Jenkins et al. 1983 Jenkins, J., W. Strange, and T. Edman (1983). "Identification of vowels in "vowelless" syllables.", in *Perception and Psychophysics*, 34, pp. 441–450.

- Johnson et al. 1993a Johnson, K., M. Fernandez, M. Henniger and J. Sandstrum (1993). "Spectral integration in vowel perception: matching and discrimination studies.", in *UCLA Working Papers in Phonetics*, **83**, pp. 47–54.
- Johnson et al. 1993b Johnson, K., E. Flemming, and R. Wright (1993). "The hyperspace effect: phonetic targets are hyperarticulated.", in *UCLA Working Papers in Phonetics*, **83**, pp. 55–73.
- Kancāns 1937 Kancāns, V. (1937). "Kaldabruniešu izloksne", grām.: *FBR*, **XVII**, Rīga, 43.–75. lpp.
- Kārklīš 1926 Kārklīš, K. (1926). "Praulēniešu izloksne", grām.: *FBR*, **VI**, Rīga, 70.–122. lpp.
- Kauliņš 1923 Kauliņš, J. (1923). "Garumu intonācijas sausnējiešu izloksnē.", grām.: *FBR*, **III**, Rīga, 51.–69. lpp.
- Kent & Read 1992 Kent, R., and Ch. Read (1992). *The Acoustic Analysis of Speech*. San Diego, CA: Singular Publishing Group, Inc.
- Koenig 1949 Koenig, W. (1949). "A new frequency scale for acoustic measurements.", in *Bell Laboratories Record*, **27**, pp. 299–301.
- Kuhl 1991 Kuhl, P. (1991). "Human adults and human infants show a "perceptual magnet effect" for the prototypes of speech categories, monkeys do not.", in *Perception and Psychophysics*, **50**, pp. 93–107.
- Kušķis 1959 Kušķis, J. (1959). "Intonācijas Grostonas un Meirānu izloksnē.", grām. *LVU Zinātniskie raksti*, **XXX**, 69.–82. lpp.
- Kušķis 1967 Kušķis, J. (1967). "Dažas sēļu valodas vokālisma īpatnības pēc mūsdienu latviešu valodas sēlisko izloksņu materiāliem.", grām. *LVU Zinātniskie raksti*, 9.A laidiens, **60**, 9.–20. lpp.
- Ladefoged 1975a Ladefoged, P. (1975). *A Course in Phonetics* (1<sup>st</sup> edn). London: Harcourt Brace Jovanovich.
- Ladefoged 1975b Ladefoged, P. (1975) *Three Areas of Experimental Phonetics* (4<sup>th</sup> edn). London: Oxford University Press.
- Ladefoged 1982 Ladefoged, P. (1982). *A Course in Phonetics* (2<sup>nd</sup> edn). London: Harcourt Brace Jovanovich.
- Ladefoged 1989 Ladefoged, P. (1989). "Representing Phonetic Structure.", in *UCLA Working Papers in Phonetics*, **73**.
- Ladefoged 2000 Ladefoged, P. (2000). *Vowels and Consonants: An Introduction to the Sounds of Languages*. Oxford: Blackwell Publishers Ltd.
- Ladefoged & Maddieson 1998 Ladefoged, P., and I. Maddieson (1998). *The Sounds of the World's Languages*. Oxford: Blackwell Publishers Ltd.



- Latkovskis 1940 Latkovskis, L. (1940). "Līvānu izloksne", grām.: *FBR*, **XX**, Rīga, 134.–158. lpp.
- Laua 1954 Laua, A. (1954). Mūsdienu latviešu literārās valodas fonētiski fonoloģiskā sistēma. Kand. dis. – Rīga: LVU.
- Laua 1997 Laua, A. (1997). Latviešu literārās valodas fonētika. 4. izd. Rīga: Zvaigzne ABC.
- Liepa 1963 Liepa, E. (1963). "Nebalsīgo troksneņu kvantitāte atkarā no pozīcijas mūsdienu latviešu literārajā izrunā.", grām.: *Latviešu valodas jautājumi*, LVU ZR, **35**, 5A laidniens, Rīga: LVU, 9.–26. lpp.
- Liepa 1967a Liepa, E. (1967). "Nebalsīgo troksneņu kvantināte starp uzsvērtu un neuzsvērtu īsu patskani trīs zilbju un četrzilbju vārdos.", grām.: *Latviešu valodas apcerējumi*, LVU ZR, **60**, 9A laidniens, Rīga: LVU, 21.–69. lpp.
- Liepa 1967b Liepa, E. (1967). "Troksneņu kvantitāte morfēmu sadūrā.", grām.: *Latviešu valodas apcerējumi*, LVU ZR, **60**, 9A laidniens, Rīga: LVU, 71.–113. lpp.
- Liepa 1970a Liepa, E. (1970). "Skaneņu kvantitāte.", grām.: *Latviešu valodas struktūras jautājumi*, LVU ZR, **98**, Rīga: LVU, 39.–88. lpp.
- Liepa 1970b Liepa, E. (1970). "Īso patskaņu kvantitātes attieksmes divzilbju vārdos.", grām. *LVU Zinātniskie raksti*, **98**, 89.–115. lpp.
- Liepa 1979 Liepa, E. (1979). Vokālisma un zilbju kvantitāte latviešu literārajā valodā. Rīga: Zvaigzne.
- Liljencrats & Lindblom 1971 Liljencrats, J., and B. Lindblom (1971). "Numerical simulation of vowel quality systems: The role of perceptual contrast.", in *PILUS*, **May 1971**.
- Lindblom 1963 Lindblom, B. (1963). "Spectrographic study of vowel reduction.", in *Journal of the Acoustical Society of America*, **35**, pp. 1773–1781.
- Lindblom 1984 Lindblom, B. (1984). "Economy of speech gestures.", in *The Production of Speech* (ed. P. MacNeilage). New York, NY: Springer-Verlag.
- Lindblom 1986 Lindblom, B. (1986). "Phonetic universals in vowel systems." in *Experimental Phonology* (eds J. Ohala & J. Jaeger). Orlando, FL: Academic Press, pp. 13–44.
- Lindblom 1988 Lindblom, B. (1988). "Some remarks on the origin of the "phonetic code".", in *PERILUS*, **8**, pp. 1–19.
- Lindblom 1990 Lindblom, B. (1990). "Models of phonetic variation and selection.", in *PERILUS*, **11**, pp. 65–99.

- Markus 1978 Markus, D. (1978). "Ziemeru izloksnes vokāļu ilgums (eksperimentāls pētījums).", grām.: *LPSR ZA Vēstis*, 11, Rīga: LZA, 76.–84. lpp.
- Markus 1982 Маркус, Д. (1982). "Основной тон и интенсивность монофтонгов и дифтнгов в зиимерском говоре.", в книге *Известия АН ЛССР*, 8, стр. 49–59.
- Markus 1983 Маркус, Д. (1983). Вокализм зиимерского говора (экспериментальное исследование). Дис. канд. филол. наук. Вильнюс: ВГУ.
- Markus 1989 Маркус, Д. (1989). "Слоговые акценты в зиимерском и в соседних с ним говорах.", в книге *Верхнелатышский диалект*, Рига, стр. 68–80.
- Markus 1991 Markus, D. (1991). "Bērzgales izloksnes zilbes tonēmas.", grām.: *LZA Vēstis*, 2, Rīga, 57.–62. lpp.
- Markus 1992 Markus, D. (1992). "Vokālisma kvantitātes atkarība no tonēmas veida augšzemnieku dialekta izloksnēs.", grām.: *LZA Vēstis*, 3 (536), Rīga, 20.–23. lpp.
- Markus 1994 Markus, D. (1994). Latviešu valodas augšzemnieku izlokšņu zilbes prosodija: Eksperimentāls pētījums. Disertācija. Viļņa: VU.
- Markus 2000a Markus, D. (2000). "Latviešu valodas patskaņu fonoloģiskā klasifikācija.", grām.: *Valoda un literatūra kultūras apriņķī*, LU ZR, 624, Rīga: LU, 135.–143. lpp.
- Markus 2000b Markus, D. (2000). "Pretrunas latviešu valodas līdzskaņu klasifikācijā.", grām.: *Valoda un literatūra kultūras apriņķī*, LU ZR, 624, Rīga: LU, 120.–135. lpp.
- Markus 2002 Markus, D. (2002). "Latviešu valodas fonēmu galvenās šķirēj pazīmes fonoloģijas attīstības kontekstā.", grām.: *DU Humanitāro zinātņu vēstnesis*, 1, Daugavpils: DU, 61.–67. lpp.
- Martinsone 1934 Martinsone, I. (1934). "Vārkavas, Pildas un Zirgzdines pagasta intonācijas.", grām.: *FBR*, XIV, Rīga, 143.–165. lpp.
- Meņģele 1939 Meņģele, V. (1939). "Neretiešu izloksne", grām.: *FBR*, XIX, Rīga, 96.–116. lpp.
- Mieze 1972 Mieze, S. (1972). "Garo patskaņu kvantitāte divzilbju vārdos.", grām.: *Veltījums akadēmiķim Jānim Endzelīnam: 1873–1973.*, Rīga: Zinātne, 58.–86. lpp.
- Miller 1989 Miller, J. (1989). "Auditory-perceptual interpretation of the vowel.", in *Journal of the Acoustical Society of America*, 85, pp. 2114–2134.
- Mol 1970 Mol, H. (1970). *Fundamentals of Phonetics*, Vol. 2. Mouton, The Hague.

- Moore & Glasberg 1983 Moore, B. and B. Glasberg (1983). "Suggested formulae for calculating auditory-filter bandwidths and excitation patterns.", in *Journal of the Acoustical Society of America*, 74, pp. 750–753.
- Moore & Glasberg 1987 Moore, B. and B. Glasberg (1987). "Formulae describing frequency selectivity as a function of frequency and level, and their use in calculating excitation patterns.", in *Hearing Research*, 28, pp. 209–225.
- Navenickis 1933 Navenickis, M. (1933). "Zasa pagasta izloksne", grām.: *FBR*, XIII, Rīga, 81.–98. lpp.
- Neilande 1965 Neilande, M. (1965). Mūsdienu angļu un latviešu literārās valodas diftongu fonēmu fizikālo īpašību salīdzinājums. Kand. dis. Rīga: LVU.
- Neilande 1970 Neilande, M. (1970). "Latviešu valodas divskaņu fonēmu fizikālo īpašību raksturojums.", grām.: *Latviešu valodas struktūras jautājumi*, LVU ZR, 98, Rīga: LVU, 117.–134. lpp.
- Nordström 1975 Nordström, P.-E. (1975). "Attempts to simulate female and infant vocal tracts from male area functions.", in *Speech Transmission Laboratory - Quarterly Progress and Status Report*, 2 - 3 / 1975, pp. 20–33.
- Nordström & Lindblom 1975 Nordström, P.-E. and B. Lindblom (1975). "A normalization procedure for vowel formant data.", in *Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Congress of Phonetic Sciences*, Leeds, England.
- Ozoliņa 1934 Ozoliņa, M. (1934). "Piezīmes par ērglēniešu, ogrēniešu un katrēniešu izloksni", grām.: *FBR*, XIV, Rīga, 120.–129. lpp.
- Ozoliņa 1937 Ozoliņa, M. (1937). "Vestieniešu izloksne", grām.: *FBR*, XVII, Rīga, 76.–97. lpp.
- Peterson & Barney 1952 Peterson, G. and H. Barney, (1952). "Control methods used in a study of the vowels.", in *Journal of the Acoustical Society of America*, 24, pp. 175–184.
- Plāķis 1914 Плакись, Г. (1914). "Опыт экспериментально-фонетического исследования латышского ударения.", в книге *Русский Филологический вестник*, ТЛ XXII, Варшава, стр. 203-205.
- Plāķis 1924 Plāķis, J. (1924). "Latviešu dialektu intonāciju attiecības.", grām.: *Latvijas augstskolu raksti*, IX, Rīga, 3.–14. lpp.
- Poiša 1985 Poiša, M. (1985). Vidzemes sēliskās izloksnes. 1. sēj. Rīga: Zinātne.
- Reformatskis 1975 Reformatskis, A. (1975). Ievads valodniecībā. 4. izd. tulkojums. Rīga: Zvaigzne.

- Roca & Johnson 2000 Roca, I. and W. Jonson (2000). *A Course in Phonology*. Repr. Oxford: Blackwell Publishers Ltd.
- Rosner & Pickering 1994 Rosner, B. and J. Pickering (1994). *Vowel perception and production*. Oxford: Oxford University Press.
- Rudzīte 1954 Rudzīte, M. (1954). *Ziemeļvidzemes izloksnes [Braslavas, Vecates, Bauņu un Vilzēnu]*. Filol. zin. kand. disert. Rīga: LVU.
- Sarkanis 1989 Sarkanis, A. (1989). "Augšzemes sēlisko Dignājas un Kaldabruņas izlokšņu vokāļu kvantitāte.", grām.: *LPSR ZA Vēstis*, 10 (507), 86.–95. lpp.
- Sarkanis 1991 Sarkanis, A. (1991). "Augšzemes sēlisko izlokšņu patskaņu psihoakustiskā klasifikācija.", grām.: *Latvijas ZA Vēstis*, 5 (526), 19.–29. lpp.
- Sarkanis 1993 Sarkanis, A. (1993). *Latviešu valodas Augšzemes sēlisko izlokšņu prosodija un vokālisms: Eksperimentālie pētījumi*. Filol. dokt. disert. Viļņa: VU.
- Stelle 1968 Stelle, A. (1968). "Zilbes intonācijas akustiskā analīze.", grām.: *A. Ozola diena. Fonētikas un fonoloģijas aktuālas problēmas*. - zinātn. konf. referātu tēzes, Rīga, 56.–61. lpp.
- Stelle 1970 Stelle, A. (1970). "Uzsvērto patskaņu un divskaņu ilgums.", grām.: *Latviešu valodas un literatūras problēmas*, Rīga: Zvaigzne, 3.–12. lpp.
- Stelle 1971 Stelle, A. (1971). *Latviešu literārās valodas uzsvērtā vokālisma akustisks skaidrojums*.- Filol. zin. kand. dis. Rīga: LVU.
- Stevens 1998 Stevens, K. (1998). *Acoustic Phonetics*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Stevens & Davis 1960 Stevens, S. and H. Davis (1960). *Hearing: Its Psychology and Physiology* (5<sup>th</sup> edn). New York, NY: John Wiley & Sons.
- Sundberg & Nordström 1976 Sundberg, J. and P.-E. Nordström (1976). "Raised and lowered larynx - the effect on vowel formant frequencies.", in *Speech Transmission Laboratory - Quarterly Progress and Status Report*, 2 - 3 / 1975, pp. 35–39.
- Traunmüller 1981 Traunmüller, H. (1981). "Perceptual dimension of openness in vowels.", in *Journal of the Acoustical Society of America*, 69, pp. 1465–1475.
- Traunmüller 1984 Traunmüller, H. (1984). "Articulatory and perceptual factors controlling the age- and sex-conditioned variability in formant frequencies of vowels.", in *Speech Communication*, 3, pp. 49–61.

- Traunmüller 1988 Traunmüller, H. (1988). "Analytical expressions for the tonotopic sensory scale.", in *PERILUS*, **8**, pp. 93–102.
- Traunmüller & Lacerda 1987 Traunmüller, H. and F. Lacerda (1987). "Perceptual relativity in identification of two-formant vowels.", in *Speech Communication*, **6**, pp. 143–157.
- UCL DPL 1996 University College London, Dept. of Phonetics and Linguistics (1996). *Cardinal Vowels* by Daniel Jones. London: UCL Press.
- Vecozola 1953 Vecozola, M. (1953). *Latviešu un angļu valodas patskaņu fonēmu sistēmas salīdzinājums*. Filol. zin. kand. dis. Rīga: LVU.
- Vīksne 1936 Vīksne, I. (1936). "Sunākstiešu izloksne.", grām.: *FBR*, **XVI**, Rīga, 40.–62. lpp.
- Vīksne 1937 Vīksne, I. (1937). "Daudziesiešu izloksne.", grām.: *FBR*, **XVII**, Rīga, 143.–161. lpp.
- Vīksne 1940 Vīksne, I. (1940). "Sēlpiliešu izloksne.", grām.: *FBR*, **XX**, Rīga, 59.–74. lpp.
- Zariņš 1931 Zariņš, J. (1931). "Ērgļu un Ogres pagasta izloksne.", grām.: *FBR*, **XI**, Rīga, 8.–21. lpp.
- Zemlin 1998 Zemlin, W. (1998). *Speech and Hearing Science: Anatomy and Physiology* (4<sup>th</sup> edn). Needham Heights, MA: Allyn and Bacon
- Zwicker & Terhardt 1980 Zwicker, E. and E. Terhardt (1980). "Analytical expressions for critical-band rate and critical bandwidth as a function of frequency.", in *Journal of the Acoustical Society of America*, **68**, pp. 1523–1525.

## ***PIELIKUMI***

- Latviešu literārās valodas patskaņu audioierakstu akustiskās analīzes dati
- Uztveres eksperimentu rezultātu statistiskās apstrādes dati
- Starptautiskās transkripcijas simboli (IPA)
- Promocijas darbā izmantoto formulu rādītājs
- Promocijas darbā ietverto tabulu rādītājs
- Publikācijas par promocijas darba tēmu
- Referāti par promocijas darba tēmu

## LATVIEŠU LITERĀRĀS VALODAS PATSKAŅU AUDIOIERAKSTU AKUSTISKĀS ANALĪZES DATI

*Visu sešu informantu izrunāto patskaņu pamattona un pirmo četru formantu centru frekvenču dati (hercos), pēc R. Bladona un G. Fanta formulas aprēķinātā efektīvā otrā formanta frekvences vērtības (hercos) un patskaņu ilgums (milisekundēs)*

INFORMANTS	PATSKAŅIS	F0 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)	F2' (Hz)	ILGUMS (ms)
V1	[i:]	104	253	2109	2871	3457	2888	335
V1	[i:]	133	234	2109	2929	3515	2931	330
V1	[i:]	127	312	2363	2636	3417	2636	338
V1	[e:]	100	390	1914	2558	3437	2169	347
V1	[e:]	129	410	1972	2597	3593	2158	296
V1	[e:]	136	468	1796	2558	3320	2130	334
V1	[æ:]	94	644	1484	2480	3613	1513	390
V1	[æ:]	131	683	1445	2519	3398	1510	344
V1	[æ:]	138	664	1484	2402	3417	1528	414
V1	[a:]	94	625	1074	2519	3574	1078	372
V1	[a:]	119	605	957	2617	3535	959	340
V1	[a:]	129	683	1054	2734	3203	1117	447
V1	[o:]	95	468	742	2402	3320	742	329
V1	[o:]	122	410	644	2421	3417	644	364
V1	[o:]	126	507	820	2714	3125	842	353
V1	[u:]	107	289	520	2170	3188	520	333
V1	[u:]	124	273	546	2148	3261	546	329
V1	[u:]	137	371	683	2265	3105	684	353
V2	[i:]	127	341	2172	3173	3710	3205	629
V2	[i:]	124	317	2172	3076	3588	3152	678
V2	[i:]	121	341	2172	3051	3637	3059	730
V2	[e:]	123	439	2075	2856	3491	2777	620
V2	[e:]	121	415	2026	2709	3515	2424	721
V2	[e:]	116	463	2075	2807	3515	2645	694
V2	[æ:]	121	756	1635	2416	3320	1736	629
V2	[æ:]	118	756	1660	2563	3344	1855	675
V2	[æ:]	114	732	1611	2490	3320	1748	607
V2	[a:]	118	732	1074	2636	3442	1081	628
V2	[a:]	111	708	1025	2709	3491	1030	661
V2	[a:]	116	708	976	2709	3417	981	620
V2	[o:]	119	488	708	2636	3515	708	624
V2	[o:]	118	488	708	2685	3466	708	644
V2	[o:]	115	488	732	2661	3320	733	637
V2	[u:]	126	366	610	2270	3344	610	549
V2	[u:]	128	366	634	2221	3051	634	598
V2	[u:]	125	366	610	2148	3271	610	580
V3	[i:]	110	253	2207	2988	4023	2506	470
V3	[i:]	105	273	2167	2851	4160	2281	482
V3	[i:]	105	253	2226	2949	4101	2434	394
V3	[e:]	105	410	1933	2558	3437	2189	444

INFORMANTS	PATSKA-NIS	F0 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)	F2' (Hz)	ILGUMS (ms)
V3	[e:]	99	410	1933	2558	3437	2189	437
V3	[e:]	100	429	2050	2597	3475	2328	439
V3	[æ:]	99	605	1503	2519	3554	1550	491
V3	[æ:]	95	683	1542	2500	3632	1576	482
V3	[æ:]	108	605	1425	2500	3378	1492	409
V3	[a:]	96	605	976	2695	3457	982	490
V3	[a:]	96	625	976	2656	3535	979	508
V3	[a:]	108	625	937	2734	3414	943	447
V3	[o:]	101	468	800	2285	3320	801	501
V3	[o:]	100	468	742	2363	3457	742	510
V3	[o:]	108	429	683	2363	3398	683	430
V3	[u:]	109	286	549	2487	3215	549	424
V3	[u:]	110	298	562	2198	3215	562	410
V3	[u:]	118	312	585	2246	3242	585	349
S1	[i:]	196	341	2783	3173	4614	2896	541
S1	[i:]	204	390	2734	3125	4687	2812	472
S1	[i:]	197	341	2807	3125	4663	2877	439
S1	[e:]	193	561	2392	2856	4589	2428	579
S1	[e:]	193	561	2319	2856	4492	2366	564
S1	[e:]	189	561	2368	2905	4589	2413	502
S1	[æ:]	188	781	1635	2905	4443	1647	586
S1	[æ:]	197	830	1733	2709	4394	1744	520
S1	[æ:]	203	830	1831	2832	4492	1847	488
S1	[a:]	190	781	1245	2587	3906	1248	543
S1	[a:]	195	805	1220	2783	4077	1222	527
S1	[a:]	202	830	1245	2783	4199	1247	528
S1	[o:]	186	537	927	2563	3833	928	575
S1	[o:]	191	537	952	2587	3906	953	556
S1	[o:]	200	537	952	2661	4028	952	511
S1	[u:]	179	341	708	2832	3906	708	548
S1	[u:]	195	366	781	2685	4003	781	531
S1	[u:]	199	390	756	2783	4101	756	521
S2	[i:]	211	366	2783	3540	4101	3722	582
S2	[i:]	218	366	2636	3247	4296	3032	511
S2	[i:]	216	366	2734	3466	4150	3595	516
S2	[e:]	209	585	2392	2880	4223	2494	527
S2	[e:]	214	610	2514	3149	4272	2796	563
S2	[e:]	216	634	2490	3100	4223	2752	483
S2	[æ:]	197	756	1660	2905	4174	1690	527
S2	[æ:]	212	1049	1879	3076	4272	1935	479
S2	[æ:]	209	1025	1879	3051	4199	1947	488
S2	[a:]	186	1025	1440	3076	3857	1477	538
S2	[a:]	209	1000	1245	3027	4150	1247	506
S2	[a:]	197	1049	1464	3002	4003	1479	469
S2	[o:]	202	561	952	2563	3833	953	560
S2	[o:]	212	561	927	2661	3857	928	536
S2	[o:]	203	585	878	2661	3979	878	470
S2	[u:]	202	390	756	3442	3906	762	437
S2	[u:]	209	415	830	3271	3979	832	375
S2	[u:]	214	439	756	3442	3906	761	348



INFORMANTS	PATSKANIS	F0 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)	F2' (Hz)	ILGUMS (ms)
S3	[i:]	260	341	2709	3295	4223	3232	361
S3	[i:]	281	317	2954	3466	4150	3649	366
S3	[i:]	220	415	2954	3588	4418	3681	338
S3	[e:]	253	683	2343	3198	4199	2723	373
S3	[e:]	264	610	2368	3198	4174	2791	418
S3	[e:]	218	634	2514	3198	4467	2717	421
S3	[æ:]	248	805	2099	3173	4199	2338	377
S3	[æ:]	270	878	2270	3417	4296	2793	412
S3	[æ:]	209	976	1782	2807	4223	1803	381
S3	[a:]	246	854	1269	3027	3906	1282	433
S3	[a:]	256	830	1318	3051	3686	1391	400
S3	[a:]	216	854	1367	2978	4150	1375	434
S3	[o:]	262	781	1049	3076	3881	1052	432
S3	[o:]	251	732	1025	3222	3735	1044	385
S3	[o:]	215	585	976	3027	3906	979	382
S3	[u:]	269	292	830	3002	4052	831	365
S3	[u:]	250	341	781	3173	4003	782	354
S3	[u:]	202	390	805	3027	4272	805	373
V1	[i]	136	351	2304	2695	3593	2575	164
V1	[i]	118	253	2148	2812	3339	2910	167
V1	[i]	134	351	2246	2597	3496	2472	162
V1	[e]	106	410	1914	2558	3652	2036	160
V1	[e]	111	429	1835	2539	3554	1976	164
V1	[e]	137	507	1855	2539	3378	2116	147
V1	[æ]	100	625	1484	2539	3710	1510	189
V1	[æ]	106	644	1542	2500	3515	1598	165
V1	[æ]	126	664	1503	2460	3300	1603	183
V1	[a]	98	625	1054	2441	3535	1057	189
V1	[a]	106	625	1015	2363	3513	1017	170
V1	[a]	119	742	1035	2675	3593	1037	177
V1	[o]	100	527	820	2421	3339	821	193
V1	[o]	106	468	722	2402	3398	722	170
V1	[o]	124	546	820	2597	3125	827	176
V1	[u]	111	253	585	2226	3144	585	171
V1	[u]	117	371	742	2285	3144	743	170
V1	[u]	129	371	742	2617	3164	747	174
V2	[i]	131	366	2075	3125	3637	3132	229
V2	[i]	127	341	2148	3125	3515	3248	216
V2	[i]	127	366	2197	3100	3613	3181	242
V2	[e]	120	488	2001	2783	3295	2814	219
V2	[e]	123	488	2026	2832	3417	2781	225
V2	[e]	123	488	1977	2783	3369	2704	227
V2	[æ]	117	756	1660	2416	3027	2036	237
V2	[æ]	118	781	1706	2441	3442	1787	222
V2	[æ]	117	708	1635	2490	3369	1758	242
V2	[a]	114	781	1147	2587	3149	1196	269
V2	[a]	115	732	1049	2807	3344	1076	263
V2	[a]	115	756	1147	2636	3271	1179	263
V2	[o]	121	561	878	2490	3247	881	257
V2	[o]	121	512	781	2563	3491	781	260

INFOR- MANTS	PATSKA- NIS	F0 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)	F2' (Hz)	ILGUMS (ms)
V2	[o]	120	488	732	2539	3369	732	246
V2	[u]	124	366	683	2172	3002	684	208
V2	[u]	131	366	708	2270	3076	709	238
V2	[u]	125	366	634	2270	3076	634	196
V3	[i]	137	273	2246	2773	3886	2430	228
V3	[i]	127	253	2109	2851	4140	2223	244
V3	[i]	119	253	2167	2968	4082	2392	213
V3	[e]	110	449	1875	2519	3535	2018	244
V3	[e]	112	410	1914	2558	3652	2036	251
V3	[e]	118	449	1894	2558	3496	2094	235
V3	[æ]	106	625	1542	2539	3671	1579	237
V3	[æ]	102	625	1503	2519	3730	1527	234
V3	[æ]	109	644	1503	2460	3515	1544	264
V3	[a]	96	683	957	2539	3671	958	233
V3	[a]	96	644	1035	2441	3554	1037	245
V3	[a]	112	625	957	2421	3496	958	252
V3	[o]	103	488	800	2382	3359	801	220
V3	[o]	103	527	809	2486	3320	810	307
V3	[o]	114	468	722	2382	3359	722	230
V3	[u]	112	252	551	2571	3185	551	181
V3	[u]	111	273	546	2458	3116	546	221
V3	[u]	118	292	585	2285	3180	585	168
S1	[i]	205	341	2783	3222	4638	2921	196
S1	[i]	216	390	2832	3222	4589	2974	210
S1	[i]	209	390	2734	3076	4614	2804	202
S1	[e]	190	585	2441	2783	4541	2466	236
S1	[e]	209	585	2368	2832	4589	2400	258
S1	[e]	202	634	2441	2905	4565	2486	245
S1	[æ]	183	830	1904	2734	4440	1921	240
S1	[æ]	211	854	1855	2661	4443	1866	253
S1	[æ]	204	854	1879	2709	4443	1893	237
S1	[a]	191	830	1220	2685	4170	1221	234
S1	[a]	207	830	1220	2563	4174	1221	239
S1	[a]	208	854	1245	2709	4223	1246	271
S1	[o]	202	634	976	2539	4003	976	233
S1	[o]	214	634	1025	2709	4003	1026	252
S1	[o]	198	634	927	2636	4028	927	271
S1	[u]	193	390	732	2685	4101	732	190
S1	[u]	209	415	805	2709	4199	805	193
S1	[u]	215	463	781	2685	4028	781	177
S2	[i]	211	366	2789	3466	4223	3565	360
S2	[i]	220	390	2734	3393	4174	3459	279
S2	[i]	212	366	2685	3369	4174	3394	277
S2	[e]	199	634	2368	3173	4223	2704	343
S2	[e]	224	659	2490	3125	4199	2796	326
S2	[e]	214	683	2441	3100	4223	2698	301
S2	[æ]	195	1074	1928	3149	4174	2045	355
S2	[æ]	203	1025	1977	3100	4150	2108	286
S2	[æ]	204	976	1953	2880	4052	2033	310
S2	[a]	190	1049	1440	3198	4028	1465	344
S2	[a]	209	1098	1538	3247	4174	1564	323

INFOR- MANTS	PATSKA- NIS	F0 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)	F2' (Hz)	ILGUMS (ms)
S2	[a]	214	1074	1538	3027	4028	1560	313
S2	[o]	186	708	1025	3100	3930	1028	353
S2	[o]	187	659	1049	3051	4125	1051	311
S2	[o]	200	732	1098	2978	3955	1101	307
S2	[u]	194	390	805	3198	4077	806	259
S2	[u]	200	439	830	3222	3955	832	229
S2	[u]	210	439	732	3320	3808	735	240
S3	[i]	258	268	2758	3076	4150	2977	183
S3	[i]	257	317	2734	3320	4223	3291	152
S3	[i]	223	341	2856	3442	4394	3409	159
S3	[e]	257	659	2294	3344	4199	2899	190
S3	[e]	273	634	2416	3198	4101	2929	187
S3	[e]	220	634	2441	3027	4321	2589	199
S3	[æ]	265	830	2221	3320	4223	2672	171
S3	[æ]	279	927	2221	3369	4370	2537	174
S3	[æ]	214	878	2001	3076	4394	2069	179
S3	[a]	243	805	1220	3002	3759	1239	159
S3	[a]	285	878	1440	3222	3930	1523	194
S3	[a]	214	1025	1464	2905	4150	1471	169
S3	[o]	271	708	1074	3027	3833	1080	184
S3	[o]	273	708	1123	3149	4003	1130	180
S3	[o]	211	610	1049	2880	3759	1054	186
S3	[u]	269	341	805	3051	4101	806	149
S3	[u]	248	439	781	3271	4321	781	175
S3	[u]	195	390	683	2856	4003	683	164

## UZTVERES EKSPRIMENTU REZULTĀTU STATISTISKĀS APSTRĀDES DATI

**Tabula SE 1.** Trešā eksperimenta rezultātu statistiskās apstrādes dati: katram patskanim norādīts eksperimentos noteiktās zemākās, vidējās un augstākās divu formantu stimulu F1 frekvences vidējās statistiskās vērtības (VSV), standartnovirzes no VSV (SN), minimuma, maksimuma un mediānas vērtības skaitliskais lielums hercos (Hz).

PATSKANIS	PARAMETRS	F1 zemākā (Hz)	F1 vidējā (Hz)	F1 augstākā (Hz)
<b>a:</b>	VSV	709	775	841
	SN	51	42	65
	Minimums	631	718	718
	Maksimums	813	862	915
	Mediāna	718	765	838
<b>æ:</b>	VSV	664	729	780
	SN	71	58	55
	Minimums	509	631	674
	Maksimums	862	862	915
	Mediāna	674	718	765
<b>e:</b>	VSV	483	504	579
	SN	74	61	63
	Minimums	399	399	471
	Maksimums	674	674	674
	Mediāna	471	509	588
<b>i:</b>	VSV	335	376	395
	SN	65	72	58
	Minimums	234	265	297
	Maksimums	509	509	509
	Mediāna	330	399	399
<b>o:</b>	VSV	467	530	578
	SN	44	35	38
	Minimums	399	471	471
	Maksimums	588	588	631
	Mediāna	471	509	588
<b>u:</b>	VSV	274	314	347
	SN	41	32	43
	Minimums	204	265	265
	Maksimums	363	399	434
	Mediāna	265	330	347

**Tabula SE 2.** Otrā eksperimenta rezultātu statistiskās apstrādes dati: katram patskanim norādīts eksperimentos noteiktās zemākās, vidējās un augstākās divu formantu stimulu F2 frekvences vidējās statistiskās vērtības (VSV), standartnovirzes no VSV (SN), minimuma, maksimuma un mediānas vērtības skaitliskais lielums hercos (Hz).

<b>PATSKANIS</b>	<b>PARAMETRS</b>	<b>F2 zemākā (Hz)</b>	<b>F2 vidējā (Hz)</b>	<b>F2 augstākā (Hz)</b>
<b>a:</b>	<b>VSV</b>	<b>709</b>	<b>775</b>	<b>841</b>
	<b>SN</b>	<b>51</b>	<b>42</b>	<b>65</b>
	Minimums	631	718	718
	Maksimums	813	862	915
	Mediāna	718	765	838
<b>æ:</b>	<b>VSV</b>	<b>664</b>	<b>729</b>	<b>780</b>
	<b>SN</b>	<b>71</b>	<b>58</b>	<b>55</b>
	Minimums	509	631	674
	Maksimums	862	862	915
	Mediāna	674	718	765
<b>e:</b>	<b>VSV</b>	<b>483</b>	<b>504</b>	<b>579</b>
	<b>SN</b>	<b>74</b>	<b>61</b>	<b>63</b>
	Minimums	399	399	471
	Maksimums	674	674	674
	Mediāna	471	509	588
<b>i:</b>	<b>VSV</b>	<b>335</b>	<b>376</b>	<b>395</b>
	<b>SN</b>	<b>65</b>	<b>72</b>	<b>58</b>
	Minimums	234	265	297
	Maksimums	509	509	509
	Mediāna	330	399	399
<b>o:</b>	<b>VSV</b>	<b>467</b>	<b>530</b>	<b>578</b>
	<b>SN</b>	<b>44</b>	<b>35</b>	<b>38</b>
	Minimums	399	471	471
	Maksimums	588	588	631
	Mediāna	471	509	588
<b>u:</b>	<b>VSV</b>	<b>274</b>	<b>314</b>	<b>347</b>
	<b>SN</b>	<b>41</b>	<b>32</b>	<b>43</b>
	Minimums	204	265	265
	Maksimums	363	399	434
	Mediāna	265	330	347

**Tabula SE 3.** Otrā un trešā eksperimenta ( <sup>i</sup> ) un to papildeksperimentu ( <sup>s</sup> ) rezultātu statistiskās apstrādes dati: katram patskanim norādīts eksperimentos noteiktās divu formantu stimulu F1 un F2 frekvences vidējās statistiskās vērtības (VSV), standartnovirzes no VSV (SN), minimuma, maksimuma un mediānas vērtības skaitliskais lielums hercos (Hz).

PATSKANIS	PARAMETRS	F1 <sup>i</sup> augoša (Hz)	F2 <sup>i</sup> augoša (Hz)	F1 <sup>i</sup> dilstoša (Hz)	F2 <sup>i</sup> dilstoša (Hz)	F1 <sup>s</sup> augoša (Hz)	F2 <sup>s</sup> augoša (Hz)	F1 <sup>s</sup> dilstoša (Hz)	F2 <sup>s</sup> dilstoša (Hz)
<b>a:</b>	<b>VSV</b>	<b>757</b>	<b>1141</b>	<b>781</b>	<b>1120</b>	<b>734</b>	<b>1141</b>	<b>781</b>	<b>1101</b>
	<b>SN</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>39</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>38</b>	<b>50</b>	<b>48</b>
	Minimums	718	1081	718	1081	718	1081	718	1022
	Maksimums	813	1202	813	1140	765	1202	862	1140
	Mediāna	765	1140	789	1140	718	1140	765	1111
<b>æ:</b>	<b>VSV</b>	<b>696</b>	<b>1742</b>	<b>720</b>	<b>1811</b>	<b>689</b>	<b>1654</b>	<b>697</b>	<b>1773</b>
	<b>SN</b>	<b>36</b>	<b>162</b>	<b>64</b>	<b>127</b>	<b>36</b>	<b>132</b>	<b>47</b>	<b>203</b>
	Minimums	631	1639	631	1639	631	1479	631	1555
	Maksimums	718	1997	813	1997	718	1807	765	2098
	Mediāna	718	1639	718	1807	696	1639	696	1723
<b>e:</b>	<b>VSV</b>	<b>478</b>	<b>2127</b>	<b>523</b>	<b>2210</b>	<b>447</b>	<b>2084</b>	<b>472</b>	<b>2198</b>
	<b>SN</b>	<b>28</b>	<b>116</b>	<b>58</b>	<b>156</b>	<b>30</b>	<b>248</b>	<b>48</b>	<b>239</b>
	Minimums	434	1997	434	1997	399	1898	434	1997
	Maksimums	509	2319	588	2437	471	2562	548	2562
	Mediāna	471	2098	509	2204	453	2023	453	2073
<b>i:</b>	<b>VSV</b>	<b>331</b>	<b>2587</b>	<b>343</b>	<b>2617</b>	<b>330</b>	<b>2530</b>	<b>336</b>	<b>2546</b>
	<b>SN</b>	<b>55</b>	<b>133</b>	<b>66</b>	<b>235</b>	<b>41</b>	<b>277</b>	<b>45</b>	<b>227</b>
	Minimums	265	2437	265	2319	265	2177	297	2177
	Maksimums	399	2839	399	2988	363	2839	399	2839
	Mediāna	347	2562	365	2630	347	2630	330	2562
<b>o:</b>	<b>VSV</b>	<b>516</b>	<b>890</b>	<b>535</b>	<b>838</b>	<b>522</b>	<b>880</b>	<b>529</b>	<b>863</b>
	<b>SN</b>	<b>29</b>	<b>79</b>	<b>32</b>	<b>42</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	<b>33</b>	<b>32</b>
	Minimums	471	813	509	813	509	862	509	813
	Maksimums	548	1022	588	915	548	915	588	915
	Mediāna	509	889	529	813	509	862	509	862
<b>u:</b>	<b>VSV</b>	<b>314</b>	<b>701</b>	<b>303</b>	<b>672</b>	<b>314</b>	<b>701</b>	<b>325</b>	<b>675</b>
	<b>SN</b>	<b>27</b>	<b>45</b>	<b>32</b>	<b>54</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>25</b>	<b>37</b>
	Minimums	265	631	265	631	265	674	297	631
	Maksimums	330	765	330	765	363	718	363	718
	Mediāna	330	709	314	653	314	699	330	687

# STARPTAUTISKĀS TRANSKRIPCIJAS SIMBOLI (IPA)

## THE INTERNATIONAL PHONETIC ALPHABET (revised to 1993, updated 1996)

### CONSONANTS (PULMONIC)

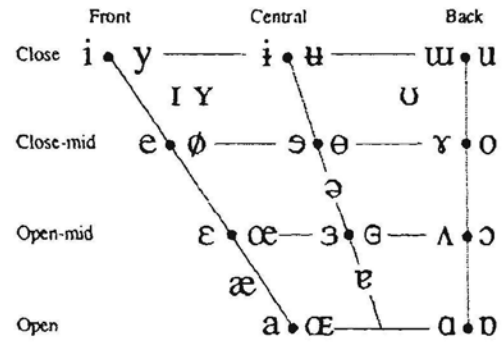
	Bilabial	Labiodental	Dental	Alveolar	Postalveolar	Retroflex	Palatal	Velar	Uvular	Pharyngeal	Glottal
Plosive	p b			t d		ʈ ɖ	c ɟ	k ɡ	q ɢ		ʔ
Nasal	m	ɱ		n		ɳ	ɲ	ŋ	ɴ		
Trill	ʙ			ʀ					ʀ		
Tap or Flap				ɾ		ɽ					
Fricative	ɸ β	f v	θ ð	s z	ʃ ʒ	ʂ ʐ	ç ʝ	x ɣ	χ ʁ	ħ ʕ	h ɦ
Lateral fricative				ɬ ɮ							
Approximant		ʋ		ɹ		ɻ	j	ɰ			
Lateral approximant				l		ɭ	ʎ	ʟ			

Where symbols appear in pairs, the one to the right represents a voiced consonant. Shaded areas denote articulations judged impossible.

### CONSONANTS (NON-PULMONIC)

Clicks	Voiced implosives	Ejectives
⦿ Bilabial	ɓ Bilabial	ʼ Examples:
Dental	ɗ Dental/alveolar	p' Bilabial
! (Post)alveolar	f Palatal	t' Dental/alveolar
≠ Palatoalveolar	ɠ Velar	k' Velar
Alveolar lateral	ɣ Uvular	s' Alveolar fricative

### VOWELS



Where symbols appear in pairs, the one to the right represents a rounded vowel.

### OTHER SYMBOLS

ʌ Voiceless labial-velar fricative	ç ʒ Alveolo-palatal fricatives
ʋ Voiced labial-velar approximant	ɭ Alveolar lateral flap
ɰ Voiced labial-palatal approximant	ɥ Simultaneous ʃ and x
ħ Voiceless epiglottal fricative	
ʕ Voiced epiglottal fricative	Affricates and double articulations can be represented by two symbols joined by a tie bar if necessary
ʡ Epiglottal plosive	

kp̚ ts̚

### SUPRASEGMENTALS

ˈ	Primary stress
ˌ	Secondary stress
ˈfounəˈtʃən	
ː	Long eː
ˑ	Half-long eˑ
˚	Extra-short ɛ̚
	Minor (foot) group
	Major (intonation) group
·	Syllable break Ji.ækt
~	Linking (absence of a break)

### DIACRITICS Diacritics may be placed above a symbol with a descender. e.g. ɲ̥

◌ <sup>◌</sup> Voiceless	◌̥ ◌̜	◌ <sup>◌</sup> Breathy voiced	◌̤ ◌̚	◌ <sup>◌</sup> Dental	◌̪ ◌̫
◌ <sup>◌</sup> Voiced	◌̩ ◌̯	◌ <sup>◌</sup> Creaky voiced	◌̰ ◌̱	◌ <sup>◌</sup> Apical	◌̽ ◌̾
◌ <sup>◌</sup> Aspirated	◌ <sup>h</sup> ◌ <sup>h̥</sup>	◌ <sup>◌</sup> Linguolabial	◌̍ ◌̎	◌ <sup>◌</sup> Laminal	◌̪ ◌̫
◌ <sup>◌</sup> More rounded	◌̙	◌ <sup>◌</sup> Labialized	◌̜ ◌̝	◌ <sup>◌</sup> Nasalized	◌̃
◌ <sup>◌</sup> Less rounded	◌̜	◌ <sup>◌</sup> Palatalized	◌̟ ◌̠	◌ <sup>◌</sup> Nasal release	◌̚ <sup>n</sup>
◌ <sup>◌</sup> Advanced	◌̟	◌ <sup>◌</sup> Velarized	◌̙ ◌̘	◌ <sup>◌</sup> Lateral release	◌̚ <sup>l</sup>
◌ <sup>◌</sup> Retracted	◌̠	◌ <sup>◌</sup> Pharyngealized	◌̙ ◌̘	◌ <sup>◌</sup> No audible release	◌̚
◌ <sup>◌</sup> Centralized	◌̞	◌ <sup>◌</sup> Velarized or pharyngealized	◌̙		
◌ <sup>◌</sup> Mid-centralized	◌̞̞	◌ <sup>◌</sup> Raised	◌̝ (ɹ̝ = voiced alveolar fricative)		
◌ <sup>◌</sup> Syllabic	◌̩	◌ <sup>◌</sup> Lowered	◌̞ (β̞ = voiced bilabial approximant)		
◌ <sup>◌</sup> Non-syllabic	◌̥	◌ <sup>◌</sup> Advanced Tongue Root	◌̠		
◌ <sup>◌</sup> Rhoticity	◌̥ ◌̜	◌ <sup>◌</sup> Retracted Tongue Root	◌̠		

### TONES AND WORD ACCENTS LEVEL

é or ˥	Extra high	ě or ˨	Rising
é	High	ē	Falling
ē	Mid	ē̃	High rising
è	Low	ē̃	Low rising
è̃	Extra low	ē̃	Rising-falling
↓	Downstep	↗	Global rise
↑	Upstep	↘	Global fall

**PROMOCIJAS DARBĀ IZMANTOTO FORMULU RĀDĪTĀJS**

$$z = \left( 26,81 \cdot \frac{f}{1960 + f} \right) - 0,53 \quad (1) \dots\dots\dots 22$$

$$z' = z + 0,15 \cdot (2 - z) \quad (2) \dots\dots\dots 22$$

$$F_n = \frac{(2 \cdot n - 1) \cdot c}{4 \cdot l} \quad (3) \dots\dots\dots 37$$

$$\frac{l_v}{l_s} = \frac{F_{ns}}{F_{nv}} \quad (4) \dots\dots\dots 37$$

$$k = \frac{l_{av}}{l_{ref}} \quad (5) \dots\dots\dots 38$$

$$\frac{F_{3ref}}{F_{3av}} = \frac{l_{av} + 1}{l_{ref} + 1} \quad (6) \dots\dots\dots 39$$

$$\left( 1 + \frac{k}{100} \right) = \frac{F_{3av}}{F_{3ref}} = \frac{l_{ref} + 1}{l_{av} + 1} \quad (7) \dots\dots\dots 39$$

$$k = \left( \frac{F_{3s}}{F_{3v}} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (8) \dots\dots\dots 39$$

$$F_{ns}^* = \frac{F_{ns}}{\frac{k}{100\%} + 1} \quad (9) \dots\dots\dots 40$$

$$F_{nv}^* = F_{nv} \cdot \left( \frac{k}{100\%} + 1 \right) \quad (10) \dots\dots\dots 40$$

$$k = \left( \frac{k_{op\_ref}}{k_{2i\_ref}} \right) \cdot k_{2i} = \left( \frac{17}{21} \right) \cdot k_{2i} \quad (11) \dots\dots\dots 44$$

$$k = \frac{1}{2} (k_{2i} + k_{3i}) \quad (12) \dots\dots\dots 46$$

$$k = \frac{2k_{zp} + \frac{1}{2} (k_{2i} + k_{3i})}{3} \quad (13) \dots\dots\dots 47$$



$$k_n = \left( \frac{F_{ns}}{F_{nv}} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (14) \dots\dots\dots 52$$

$$F_{ns}^* = \frac{F_{ns}}{\frac{k_n}{100\%} + 1} \quad (15) \dots\dots\dots 53$$

$$F_{nv}^* = F_{nv} \cdot \left( \frac{k_n}{100\%} + 1 \right) \quad (16) \dots\dots\dots 53$$

$$k_n = k_{nf} \cdot \frac{k}{17} \quad (17) \dots\dots\dots 64$$

$$TM = \frac{1000}{\log 2} \cdot \log \left( \frac{f}{1000} + 1 \right) \quad (18) \dots\dots\dots 75$$

$$K = 0,002 \cdot f \quad (19) \dots\dots\dots 78$$

$$K = (4,5 \cdot \log f) - 11,5 \quad (20) \dots\dots\dots 78$$

$$E = 11,17 \log_e \left( \frac{F + 0,312}{F + 14,675} \right) + 43 \quad (21) \dots\dots\dots 80$$

$$E = 11,17 \cdot \log_e \left( \frac{\frac{f}{1000} + 0,312}{\frac{f}{1000} + 14,675} \right) + 43 \quad (22) \dots\dots\dots 81$$

$$F_2' = \frac{F_2 + c^2 \cdot (F_3 \cdot F_4)^{1/2}}{1 + c^2} \quad (23) \dots\dots\dots 89$$

$$c = K(f) \cdot \frac{B_2 \cdot F_2 \cdot (1 - F_1^2 / F_2^2) \cdot (1 - F_2^2 / F_3^2) \cdot (1 - F_2^2 / F_4^2)}{(F_4 - F_3)^2 \cdot \left( \frac{F_3 \cdot F_4}{F_2^2} - 1 \right)} \quad (24) \dots\dots\dots 89$$

## PROMOCIJAS DARBĀ IETVERTO TABULU RĀDĪTĀJS

1. TABULA. LATVIEŠU VALODAS GARO UN ĪSO PATSKAŅU PAMATTOŅA UN PIRMO ČETRU FORMANTU FREKVENČU VĒRTĪBAS HERCOS (Hz) UN ILGUMA VĒRTĪBAS MILISEKUNDĒS (MS). KATRAM PATSKANIM NORĀDĪTA VIDĒJĀ STATISTISKĀ VĒRTĪBA (VSV) UN STANDARTNOVIRZE (SN), KAS APRĒĶINĀTA TRĪS INFORMANTU VĪRIEŠU TRĪS REIZES IZRUNĀTIEM PATSKAŅIEM. 29
2. TABULA. LATVIEŠU VALODAS GARO UN ĪSO PATSKAŅU PAMATTOŅA UN PIRMO ČETRU FORMANTU FREKVENČU VĒRTĪBAS HERCOS (Hz) UN ILGUMA VĒRTĪBAS MILISEKUNDĒS (MS). KATRAM PATSKANIM NORĀDĪTA VIDĒJĀ STATISTISKĀ VĒRTĪBA (VSV) UN STANDARTNOVIRZE (SN), KAS APRĒĶINĀTA TRĪS INFORMANTU SIEVIEŠU TRĪS REIZES IZRUNĀTIEM PATSKAŅIEM. .... 30
3. TABULA. NORMALIZĒŠANAS KOEFICIENTI IZTEIKTI %, KAS APRĒĶINĀTI ATSEVIŠĶI KATRA PATSKAŅA KATRAM FORMANTAM NO 1. UN 2. TABULĀ NORĀDĪTAJĀM IZOLĒTU PATSKAŅU VSV, IZMANTOJOT 14. FORMULU. .... 52
4. TABULA. GARAJIEM UN ĪSAJIEM PATSKAŅIEM KOPĪGI NORMALIZĒŠANAS KOEFICIENTI K1 UN K2 (IZTEIKTI %), KAS APRĒĶINĀTI ATSEVIŠĶI KATRA PATSKAŅA 1. UN 2. FORMANTAM NO 3. TABULĀ NORĀDĪTAJĒM GARO UN ĪSO IZOLĒTO PATSKAŅU NORMALIZĒŠANAS KOEFICIENTIEM. .... 53
5. TABULA. NORMALIZĒŠANAS KOEFICIENTI IZTEIKTI %, KAS APRĒĶINĀTI ATSEVIŠĶI KATRA PATSKAŅA KATRAM FORMANTAM NO FONĒMAS /T/ FONĒTISKAJĀ APKAIMĒ TEIKUMOS IZRUNĀTU PATSKAŅU DATIEM (GRIGORJEVS 1995: 82), IZMANTOJOT 14. FORMULU. .... 56
6. TABULA. GARAJIEM UN ĪSAJIEM PATSKAŅIEM KOPĪGI NORMALIZĒŠANAS KOEFICIENTI K1 UN K2 (IZTEIKTI %), KAS APRĒĶINĀTI ATSEVIŠĶI KATRA PATSKAŅA 1. UN 2. FORMANTAM NO 5. TABULĀ NORĀDĪTAJĒM FONĒMAS /T/ FONĒTISKAJĀ APKAIMĒ TEIKUMOS IZRUNĀTU GARO UN ĪSO PATSKAŅU NORMALIZĒŠANAS KOEFICIENTIEM. .... 56
7. TABULA. VISPĀRĒJIE NORMALIZĒŠANAS KOEFICIENTI IZTEIKTI %, KAS APRĒĶINĀTI ATSEVIŠĶI KATRA PATSKAŅA KATRAM FORMANTAM NO FONĒMAS /T/ FONĒTISKAJĀ APKAIMĒ TEIKUMOS IZRUNĀTU PATSKAŅU DATIEM (GRIGORJEVS 1995: 82) UN IZOLĒTU PATSKAŅU VSV (1. UN 2. TAB.), IZMANTOJOT 14. FORMULU. .... 58
8. TABULA. GARAJIEM UN ĪSAJIEM PATSKAŅIEM KOPĪGI NORMALIZĒŠANAS KOEFICIENTI K1 UN K2 (IZTEIKTI %), KAS APRĒĶINĀTI ATSEVIŠĶI KATRA PATSKAŅA 1. UN 2. FORMANTAM NO 7. TABULĀ NORĀDĪTAJĒM GARO UN ĪSO PATSKAŅU NORMALIZĒŠANAS KOEFICIENTIEM. .... 59
9. TABULA. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅIEM ATBILSTOŠI PROCENTOS (%) IZTEIKTI UNIVERSĀLIE NORMALIZĒŠANAS KOEFICIENTI (FANT 1975: 5), KAS APRĒĶINĀTI ATSEVIŠĶI KATRA PATSKAŅA KATRAM FORMANTAM NO 8 VALODU (ZVIEDRU, AMERIKĀŅU ANĢĻU, DĀŅU, IGAUŅU, HOLANDIEŠU, SERBU-HORVĀTU, JAPĀŅU UN ITĀĻU) PATSKAŅU FORMANTU FREKVENČU DATIEM. .... 62
10. TABULA. LATVIEŠU VALODAS GARO UN ĪSO PATSKAŅU PAMATTOŅA UN PIRMO ČETRU FORMANTU FREKVENČU PSIHOFIZIKĀLĀS VĒRTĪBAS BARKOS (Z). VĒRTĪBAS APRĒĶINĀTAS PĒC H. TRAUNMILLERA 1988. GADA FORMULAS. KATRAM PATSKANIM NORĀDĪTA VIDĒJĀ STATISTISKĀ VĒRTĪBA (VSV) UN STANDARTNOVIRZE (SN), APRĒĶINĀTA TRĪS INFORMANTU VĪRIEŠU TRĪS REIZES IZRUNĀTIEM PATSKAŅIEM. .... 69
11. TABULA. LATVIEŠU VALODAS GARO UN ĪSO PATSKAŅU PAMATTOŅA UN PIRMO ČETRU FORMANTU FREKVENČU PSIHOFIZIKĀLĀS VĒRTĪBAS BARKOS (Z). VĒRTĪBAS APRĒĶINĀTAS PĒC H. TRAUNMILLERA 1988. GADA FORMULAS. KATRAM PATSKANIM NORĀDĪTA VIDĒJĀ STATISTISKĀ VĒRTĪBA (VSV) UN STANDARTNOVIRZE (SN), APRĒĶINĀTA TRĪS INFORMANTU SIEVIEŠU TRĪS REIZES IZRUNĀTIEM PATSKAŅIEM. .... 69

12. TABULA. *INFORMANTA V2 IZRUNĀTU IZOLĒTU PATSKAŅU PAMATTOŅA UN PIRMO ČETRU FORMANTU FREKVENČU VĒRTĪBAS HERCOS (Hz) UN BARKOS (Z)*. ..... 92
13. TABULA. *PATSKAŅU F2 VĒRTĪBU ZONU ROBEŽAS HERCOS (Hz) UN BARKOS (Z), KURĀS ŠĪ PATSKAŅA KVALITĀTE TIEK UZTVERTA KĀ NOTEIKTAI FONĒMAI ATBILSTOŠA*. ..... 96
14. TABULA. *SINTEZĒTU DIVU FORMANTU PATSKAŅU OTRĀ FORMANTA F2 VIDĒJĀS VĒRTĪBAS APRĒĶINĀTAS KATRAI STIMULU VIRKNEI ATSEVIŠĶI NO EKSPERIMENTA REZULTĀTIEM (1. VIRKNE – PIEAUGOŠAS F2 FREKVENCES VĒRTĪBAS, 2. VIRKNE – DILSTOŠAS) UN NO TĀM NOTEIKTĀS VIDĒJĀS EFEKTĪVĀ OTRĀ FORMANTA F2' FREKVENCES VĒRTĪBAS*. ..... 96
15. TABULA. *IZOLĒTU PATSKAŅU IZRUNAS MĒRĪJUMOS NOTEIKTĀS F2 FREKVENCES VĒRTĪBAS UN PĒC R. BLADONA UN G. FANTA 1977. GADA FORMULAS APRĒĶINĀTĀS TEORĒTISKI PAREDZAMĀS F2' FREKVENCES VĒRTĪBAS HERCOS (Hz) UN BARKOS (Z)*. ..... 97
16. TABULA. *SKAITLISKĀS ATŠĶIRĪBAS STARP PIRMĀ EKSPERIMENTA REZULTĀTIEM (14. TAB.) UN 15. TABULĀ NORĀDĪTAJĀM MĒRĪTAJĀM UN PAREDZĒTAJĀM F2 VĒRTĪBĀM. NORĀDĪTAS ATŠĶIRĪBAS NO MĒRĪTAJĀM UN PAREDZĒTAJĀM VĒRTĪBĀM GAN 1. UN 2. VIRKNĒ NOTEIKTAJĀM IDEĀLAJĀM F2 VĒRTĪBĀM, GAN NO TĀM APRĒĶINĀTAJĀM KOPĒJĀM VIDĒJĀM VĒRTĪBĀM F2', KURAS UZSKATĀMAS PAR ŠAJĀ EKSPERIMENTĀ NOTEIKTAJIEM EFEKTĪVAJIEM OTRAJIEM FORMANTIEM*. ..... 98
17. TABULA. *OTRAJĀ EKSPERIMENTĀ NOTEIKTO LABĀKO DIVU FORMANTU STIMULU F2 VIDĒJĀS VĒRTĪBAS 1. UN 2. VIRKNĒ UN NO TĀM APRĒĶINĀTĀS EFEKTĪVĀ OTRĀ FORMANTA F2' VĒRTĪBAS KATRAM PATSKANIM*. ..... 103
18. TABULA. *SKAITLISKĀS ATŠĶIRĪBAS STARP OTRĀ EKSPERIMENTA REZULTĀTIEM (17. TAB.) UN 15. TABULĀ NORĀDĪTAJĀM MĒRĪTAJĀM UN PAREDZĒTAJĀM F2 VĒRTĪBĀM. NORĀDĪTAS ATŠĶIRĪBAS NO MĒRĪTAJĀM UN PAREDZĒTAJĀM VĒRTĪBĀM GAN 1. UN 2. VIRKNĒ NOTEIKTAJĀM IDEĀLAJĀM F2 VĒRTĪBĀM, GAN NO TĀM APRĒĶINĀTAJĀM KOPĒJĀM VIDĒJĀM VĒRTĪBĀM F2', KURAS UZSKATĀMAS PAR ŠAJĀ EKSPERIMENTĀ NOTEIKTAJIEM EFEKTĪVAJIEM OTRAJIEM FORMANTIEM*. ..... 103
19. TABULA. *OTRĀ EKSPERIMENTĀ PĀPILDINĀJUMĀ IZVĒLĒTO F2 VĒRTĪBU 1. UN 2. VIRKNES VIDĒJĀS VĒRTĪBAS UN EFEKTĪVĀ OTRĀ FORMANTA F2<sup>S</sup> VĒRTĪBA KATRAM PATSKANIM*. ..... 108
20. TABULA. *SKAITLISKĀS ATŠĶIRĪBAS STARP OTRĀ EKSPERIMENTĀ PĀPILDINĀJUMA REZULTĀTIEM (19. TAB.) UN 15. TABULĀ NORĀDĪTAJĀM MĒRĪTAJĀM UN PAREDZĒTAJĀM F2 VĒRTĪBĀM. NORĀDĪTAS ATŠĶIRĪBAS NO MĒRĪTAJĀM UN PAREDZĒTAJĀM VĒRTĪBĀM GAN 1. UN 2. VIRKNĒ NOTEIKTAJĀM IDEĀLAJĀM F2 VĒRTĪBĀM, GAN NO TĀM APRĒĶINĀTAJĀM KOPĒJĀM VIDĒJĀM VĒRTĪBĀM F2<sup>S</sup>, KURAS UZSKATĀMAS PAR ŠAJĀ EKSPERIMENTĀ NOTEIKTAJIEM EFEKTĪVAJIEM OTRAJIEM FORMANTIEM*. ..... 108
21. TABULA. *TREŠĀJĀ EKSPERIMENTĀ IZVĒLĒTO F1 VĒRTĪBU VIDĒJĀS VĒRTĪBAS 1. UN 2. VIRKNĒ UN VĒLAMĀ PIRMĀ FORMANTA F1' VĒRTĪBA KATRAM PATSKANIM*. ..... 113
22. TABULA. *MĒRĪJUMOS NOTEIKTĀS DABISKU PATSKAŅU F1 VĒRTĪBAS, TONOTOPISKĀS DISTANCES STARP PAMATTONI F0 UN PIRMO FORMANTU F1 (F1–F0) UN IESPĒJAMĀS F1' VĒRTĪBAS PATSKAŅIEM, KURIEM IESPĒJAMA SPEKTRĀLĀ INTEGRĀCIJA STARP PAMATTONI UN PIRMO FORMANTU*. ..... 113
23. TABULA. *SKAITLISKĀS ATŠĶIRĪBAS STARP TREŠĀ EKSPERIMENTĀ REZULTĀTIEM (21. TAB.) UN 22. TABULĀ NORĀDĪTAJĀM MĒRĪTAJĀM UN PAREDZĒTAJĀM F1 VĒRTĪBĀM. NORĀDĪTAS ATŠĶIRĪBAS NO MĒRĪTAJĀM UN PAREDZĒTAJĀM VĒRTĪBĀM GAN 1. UN 2. VIRKNĒ NOTEIKTAJĀM IDEĀLAJĀM F1 VĒRTĪBĀM, GAN NO TĀM APRĒĶINĀTAJĀM KOPĒJĀM VIDĒJĀM VĒRTĪBĀM F1', KURAS UZSKATĀMAS PAR ŠAJĀ EKSPERIMENTĀ NOTEIKTAJIEM EFEKTĪVAJIEM PIRMAJIEM FORMANTIEM*. ..... 114
24. TABULA. *TREŠĀ EKSPERIMENTĀ PĀPILDINĀJUMĀ IZVĒLĒTO F1 VĒRTĪBU VIDĒJĀS VĒRTĪBAS 1. UN 2. VIRKNĒ UN VĒLAMĀ PIRMĀ FORMANTA F1<sup>S</sup> VĒRTĪBA KATRAM PATSKANIM*. ..... 119
25. TABULA. *SKAITLISKĀS ATŠĶIRĪBAS STARP TREŠĀ PĀPILDEKSPERIMENTĀ REZULTĀTIEM (24. TAB.) UN 22. TABULĀ NORĀDĪTAJĀM MĒRĪTAJĀM UN PAREDZĒTAJĀM F1 VĒRTĪBĀM*. .....

	<i>NORĀDĪTAS ATŠĶIRĪBAS NO MĒRĪTAJĀM UN PAREDZĒTAJĀM VĒRTĪBĀM GAN 1. UN 2. VIRKNĒ NOTEIKTAJĀM IDEĀLAJĀM F1 VĒRTĪBĀM, GAN NO TĀM APRĒĶINĀTAJĀM KOPĒJĀM VIDĒJĀM VĒRTĪBĀM F1<sup>S</sup>, KURAS UZSKATĀMAS PAR ŠAJĀ EKSPERIMENTĀ NOTEIKTAJIEM EFEKTĪVAJIEM PIRMAJĒM FORMANTIEM. ....</i>	120
<b>26. TABULA.</b>	<i>IZOLĒTU PATSKAŅU IZRUNAS MĒRĪJUMOS IEGŪTĀS, PIRMAJĀ UN OTRAJĀ EKSPERIMENTĀ NOTEIKTĀS UN TEORĒTISKI PAREDZĒTĀS OTRĀ FORMANTA FREKVENCES VĒRTĪBAS HERCOS (Hz) UN BARKOS (Z). ....</i>	123
27. TABULA.	<i>LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU FONOLOĢISKĀ KLASIFIKĀCIJA, BALSTOTIES UZ TO ARTIKULĀRAJĀM ŠĶĪRĒJPAZĪMĒM. ....</i>	144
28. TABULA.	<i>LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU KLASIFIKĀCIJA ATBILSTOŠI N. ČOMSKA UN M. HALLES SISTĒMAI AR ŠĶĪRĒJPAZĪMĒM, KAS RAKSTURO PATSKAŅU ARTIKULĀCIJU. ....</i>	146
29. TABULA.	<i>KATRA PATSKAŅA IZRUNAI NEPIECIEŠAMĀS BALSS TRAKTA DEFORMĀCIJAS AKUSTISKĀ ATBILSME IZTEIKTA AR <math>\Sigma\Delta F = \Delta F1 + \Delta F2 + \Delta F3 + \Delta F4</math>, KAS APRĒĶINĀTA NO KATRA PATSKAŅA FORMANTU FREKVENČU (1. TAB.) STARPĪBAS AR ATBILSTOŠA REZONATORA GARUMAM (L = 17,18 CM) APRĒĶINĀTAJĀM NEITRĀLA PATSKAŅA /a/ FOMANTU VĒRTĪBĀM: F1=509 Hz, F2=1528 Hz, F3=2547 Hz, F4=3565 Hz. ....</i>	147
30. TABULA.	<i>LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU KLASIFIKĀCIJA ATBILSTOŠI P. LADEFOGEDA 1989. GADĀ APRAKSTĪTAJĀM ŠĶĪRĒJPAZĪMĒM. ....</i>	148
31. TABULA.	<i>LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU FONOLOĢISKĀ KLASIFIKĀCIJA PĒC K. STĪVENSE 1998. GADĀ APRAKSTĪTAJĀM ŠĶĪRĒJPAZĪMĒM. ....</i>	149
32. TABULA.	<i>LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU FONOLOĢISKĀ KLASIFIKĀCIJA PĒC R. JAKOBSONA, G. FANTA UN M. HALLES APRAKSTĪTAJĀM ŠĶĪRĒJPAZĪMĒM. ....</i>	150
33. TABULA.	<i>FONOLOĢISKAJAI KLASIFIKĀCIJAI IZMANTOJAMIE IZOLĒTU LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU AKUSTISKI AUDITĪVIE DATI (VĪRIEŠU IZRUNA), KAS IZTEIKTI BARKOS (Z) PĒC H. TRAUNMILLERA IETEIKTĀS FORMULAS (SK. 1. UN 2. FORMULU). ....</i>	152
34. TABULA.	<i>PAZĪMES [IZVĒRSTS] GRADĀCIJAS NOTEIKŠANA, IZMANTOJOT NO 33. TABULAS APRĒĶINĀTOS VIDĒJOS DATUS KOPĪGUS ĪSAJIEM UN GARAJIEM PATSKAŅIEM. PIRMAJĀ RINDĀ KATRAM PATSKANIM NORĀDĪTA F2'-F1 FONĒTISKĀ VĒRTĪBA BARKOS (Z), BET OTRAJĀ RINDĀ – TIEM PIEŠĶIRTĀ FONOLOĢISKAJĀ KLASIFIKĀCIJĀ IZMANTOJAMĀ PAZĪMES [IZVĒRSTS] PIEMITĪBAS VĒRTĪBA. ....</i>	156
35. TABULA.	<i>PAZĪMES [BEMOLĒTS] GRADĀCIJAS NOTEIKŠANA, IZMANTOJOT NO 33. TABULAS APRĒĶINĀTOS VIDĒJOS DATUS KOPĪGUS ĪSAJIEM UN GARAJIEM PATSKAŅIEM. PIRMAJĀ RINDĀ KATRAM PATSKANIM NORĀDĪTA (F2'+F1)/2 FONĒTISKĀ VĒRTĪBA BARKOS (Z), OTRAJĀ RINDĀ – PAZĪMES [BEMOLĒTS] GRADĀCIJA PĒC FONĒTISKAJĀM VĒRTĪBĀM, BET TREŠAJĀ RINDĀ – TIEM PIEŠĶIRTĀ FONOLOĢISKAJĀ KLASIFIKĀCIJĀ IZMANTOJAMĀ PAZĪMES [BEMOLĒTS] PIEMITĪBAS VĒRTĪBA. ....</i>	157
36. TABULA.	<i>LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU FONĒMISKĀ MATRICA. ....</i>	158
37. TABULA.	<i>LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU FONOLOĢISKAJAI KLASIFIKĀCIJAI IZMANTOTĀS ŠĶĪRĒJPAZĪMES UN TĀM ATBISTOŠIE AKUSTISKI AUDITĪVIE PARAMETRI PĒC G. FANTA (FANT 1983). ....</i>	158
38. TABULA.	<i>LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU FONOLOĢISKAJAI KLASIFIKĀCIJAI IZMANTOTĀS ŠĶĪRĒJPAZĪMES UN TĀM ATBISTOŠIE AKUSTISKI AUDITĪVIE PARAMETRI PĒC A. ĒKA (ĒEK &amp; MEISTER 1994). ....</i>	161
39. TABULA.	<i>PILNĪGAI LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU SISTĒMAS FONOLOĢISKAJAI KLASIFIKĀCIJAI IZMANTOJAMĀS ŠĶĪRĒJPAZĪMES UN TĀM ATBILSTOŠIE AKUSTISKI AUDITĪVIE PARAMETRI. .</i>	164
40. TABULA.	<i>LATVIEŠU VALODAS LĪDZSKAŅU APZĪMĒŠANAI LIETOJAMIE IPA SIMBOLI. ....</i>	167

## ***PUBLIKĀCIJAS PAR PROMOCIJAS DARBA TĒMU***

1. Grigorjevs J. Latviešu literārās valodas patskaņu akustisks raksturojums // Baltu filoloģija. – R.: LU, 1995. – Nr. 5. – 81.–83. lpp.
2. Grigorjevs J. Sintezētu skaņu lietošana latviešu valodas patskaņu auditīvās uztveres eksperimentālai pētīšanai // Baltu filoloģija. – R.: LU, 1997. – Nr. 7. – 99.–115. lpp.
3. Grigorjevs J. Latviešu valodas patskaņu akustisko ideālformu noteikšana // Linguistica Lettica. – R.: LU Latviešu valodas institūts, 1998. – Nr. 3. – 163.–180. lpp.
4. Grigorjevs J. Patskaņu akustisko īpašību saistība ar artikulācijas procesiem // Baltu filoloģija. – R.: LU, 1999. – Nr. 8. – 77.–116. lpp.
5. Grigorjevs J. Spektrogrāfijas metode un tās izmantošana mūsdienu akustiskajā fonētikā. // Latvian Journal of Physics and Technical Sciences – R.: LZA Fizikāli enerģētiskais institūts, 2000. – Nr. 5. –57.–64. lpp.
6. Grigorjevs J. Latviešu valodas patskaņu sistēmas akustisks apraksts // Linguistica Lettica. – R.: LU Latviešu valodas institūts, 2000. – Nr. 7. – 19.–60. lpp.
7. Grigorjevs J. Dažādu runātāju (sieviešu un vīriešu) izrunātu patskaņu datu normalizēšana // Linguistica Lettica. – R.: LU Latviešu valodas institūts, 2001. – Nr. 8. – 194.–215. lpp.
8. Grigorjevs J. Akustiskās fonētikas iespējas latviešu valodniecībā // LU ZR Valoda un literatūra kultūras aprītē. – R.: LU, 2001. – Nr. 638. – 19.–24. lpp.
9. Grigorjevs J. Latviešu valodas patskaņu sistēmas akustisks raksturojums. // Acta Baltica 2001. – Kaunas: VDU, 2001. – 15.–40. lpp.
10. Grigorjevs J. Latviešu valodas patskaņu rakstība Starptautiskajā fonētiskajā transkripcijā (IPA) // Vārds un tā pētīšanas aspekti – Liepāja: LiePA, 2001. – Nr. 5. –116.–126. lpp.
11. Grigorjevs J. Problems assigning IPA symbols to Latvian vowels // Žmogus kalbos erdvėje. Mokslinių straipsnių rinkinys. Kaunas: VU KHF, 2003. – Nr. (3) 1. – 20.–29. lpp.

## **REFERĀTI PAR PROMOCIJAS DARBA TĒMU**

1. 33. Artura Ozola dienas konference "Valodas pētīšanas metodes", Rīga, LU, 1997. – referāts "Spektrogrāfijas metode un tās loma mūsdienu akustiskajā fonētikā".
2. Akadēmiķa Jāņa Endzelīna 125. dzimšanas dienas atceres starptautiskajā zinātniskajā konference "VALODA UN TĀS ELEMENTI", Rīga, LVI, 1998. – referāts "Latviešu valodas patskaņu akustisko ideālformu noteikšana".
3. Starptautiskais baltistu congress "Baltistica IX", Rīga, LU, 2000. – referāts "Dažādu runātāju (sieviešu un vīriešu) izrunātu patskaņu datu normalizēšana".
4. Konference "Dzimtā valoda un literatūra kultūras aprītē", Rīga, LU, 2000. – referāts "Akustiskās fonētikas iespējas latviešu valodniecībā".
5. Starptautiska konference "Vārds un tā pētīšanas aspekti", Liepāja, LPA, 2000. – referāts "Latviešu valodas patskaņu rakstība starptautiskajā fonētiskajā transkripcijā (IPA)".
6. Konference "Dzimtā valoda un literatūra kultūras aprītē", Rīga, LU, 2002. – referāts kopā ar Dāci Marku "Problēmas Baltu valodu vokālisma fonoloģiskajā klasifikācijā".
7. Akadēmiķa Jāņa Endzelīna 130. dzimšanas dienas atceres starptautiskajā zinātniskajā konference "VALODA VĒSTURES DZIRNAKMEŅOS", Rīga, LU, 2003. – referāts "'Cietais' /i/ augšzemnieku dialektā".
8. International Scientific Conference "MAN IN THE SPACE OF LANGUAGE", Kaunas, Vilnius University Kaunas Faculty of Humanities, 2003. – report "Problems assigning IPA symbols to Latvian vowels".
9. IVth International Congress of Dialectologists and Geolinguists, Rīga, LU, 2003. – joint report with Dace Markus "Some difficulties in the use of international and traditional phonetic transcription notating Latvian dialect sounds".
10. 41. Artura Ozola dienas konference, Rīga, LU, 2005. – referāts "Akustiski auditīvās šķirēj pazīmes un patskaņu klasifikācija".

## SATURS:

<b>PROMOCIJAS DARBA VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS .....</b>	<b>3</b>
<b>IEVADS.....</b>	<b>7</b>
<b>1. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU AKUSTISKĀS IDEĀLFORMAS .....</b>	<b>16</b>
1.1. TEORĒTISKĀS NOSTĀDNES UN HIPOTĒZES .....	17
1.2. PĒTĪJUMA MATERIĀLS, INFORMANTU IZVĒLE UN IERAKSTA PROCEDŪRA.....	25
1.3. MĒRĪJUMU METODES UN TEHNISKAIS NODROŠINĀJUMS .....	27
1.4. MĒRĪJUMU REZULTĀTI UN TO INTERPRETĀCIJA .....	29
1.4.1. VIENMĒRĪGA DATU NORMALIZĒŠANA .....	38
1.4.2. NEVIENMĒRĪGA DATU NORMALIZĒŠANA.....	52
1.4.3. NORMALIZĒŠANA, PĀREJOT UZ PSIHOFIZIKĀLAJĀM VIENĪBĀM.....	69
1.4.4. ILGUMA FONOLOĢISKAIS RAKSTUROJUMS.....	84
1.5. AKUSTISKO IDEĀLFORMU PĒTĪJUMA REZULTĀTU APKOPOJUMS.....	85
<b>2. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU AUDITĪVĀS IDEĀLFORMAS .....</b>	<b>88</b>
2.1. TEORĒTISKĀS NOSTĀDNES UN HIPOTĒZES .....	90
2.2. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU AUDITĪVO IDEĀLFORMU NOTEIKŠANAI IZMANTOTAIS MATERIĀLS.....	92
2.2.1. PIRMAIS EKSPERIMENTS.....	94
2.2.2. OTRAIS EKSPERIMENTS.....	101
2.2.3. PAPILDINĀJUMS OTRAJAM EKSPERIMENTAM.....	106
2.2.4. TREŠAIS EKSPERIMENTS.....	111
2.2.5. PAPILDINĀJUMS TREŠAJAM EKSPERIMENTAM.....	118
2.3. UZTVERES EKSPERIMENTU REZULTĀTU APKOPOJUMS .....	123
<b>3. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU SISTĒMAS FONOLOĢISKĀ INTERPRETĀCIJA .....</b>	<b>140</b>
3.1. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU SISTĒMA.....	141
3.2. PATSKAŅU APRAKSTS ĢENERATĪVAJĀ FONOLOĢIJĀ .....	144
3.3. AR AKUSTISKI AUDITĪVIEM DATIEM PAMATOTA LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU FONOLOĢISKĀ KLASIFIKĀCIJA.....	152
3.4. LATVIEŠU VALODAS PATSKAŅU IZRUNAS APZĪMĒŠANA STARPTAUTISKAJĀ FONĒTISKAJĀ TRANSKRIPCIJĀ (IPA).....	167
<b>SECINĀJUMI.....</b>	<b>185</b>
<b>LITERATŪRA .....</b>	<b>187</b>
<b>PIELIKUMI.....</b>	<b>198</b>
LATVIEŠU LITERĀRĀS VALODAS PATSKAŅU AUDIOIERAKSTU AKUSTISKĀS ANALĪZES DATI.....	199
UZTVERES EKSPERIMENTU REZULTĀTU STATISTISKĀS APSTRĀDES DATI .....	204
STARPTAUTISKĀS TRANSKRIPCIJAS SIMBOLI (IPA).....	207
PROMOCIJAS DARBĀ IZMANTOTO FORMULU RĀDĪTĀJS.....	208
PROMOCIJAS DARBĀ IETVERTO TABULU RĀDĪTĀJS .....	210
PUBLIKĀCIJAS PAR PROMOCIJAS DARBA TĒMU.....	213
REFERĀTI PAR PROMOCIJAS DARBA TĒMU.....	214