

5. A BESZÉDHANGOK AKUSZTIKAI SZERKEZETE

Az akusztikai fonetika a szaktudomány egyik legerőteljesebben fejlődő területe. Ez mindenekelőtt a módszertani lehetőségek bővülésének, elsősorban a számítógépes háttérnek köszönhető. Az emberek beszédképző szerveinek fiziológiai és működtetési különbözősége eredményezi azt, hogy még az ugyanazon beszélő ugyanazon beszédhangjai sem azonosak minden esetben. Még nagyobb a variabilitás, ha különféle beszélők beszédét, például eltérő életkorúakét, a kommunikációban eltérő gyakorlottságúakét, esetleg nyelvjárást beszélőket vizsgáljuk. A változatosságot növeli az is, hogy milyen beszédet elemzünk: különállóan ejtett szavakat vagy összefüggő szöveget, felolvasott beszédet, megtanult (és kívülről mondott) szöveget, avagy teljesen spontán beszédet. A felsoroltak mindegyike esetében – tudatosan vagy nem tudatosan – kissé változik a beszédképzésünk, s ennek jelentősek az akusztikai következményei. Láttuk, hogy a három meghatározó paraméter, az idő, a frekvencia és az intenzitás összefüggései jellemzik a beszédhangokat. Ezeken belül külön-külön tárgyaljuk a magánhangzók és a mássalhangzók akusztikai sajátosságait.

A beszédhangok időszerkezete

A beszéd egy meghatározott időtartamban valósul meg, amelyen belül bármely részletet vagy szakaszt saját időviszonyok jellemeznek. Úgy is fogalmazhatunk, hogy minden artikulációs mozgás meghatározott időtartamban zajlik, amit univerzális tényezők és nyelvspecifikus tényezők egyaránt meghatároznak. Az egyes nyelvekre jellemző artikulációs sajátosságok – mint láttuk – befolyásolják az artikulációs folyamatokat, beleértve az időzítési viszonyokat is.

A közlések bármely részének időviszonyait vizsgálhatjuk, a beszédhangét, a szóét vagy a közléssorozatét és így tovább. Az időszerkezet azt a struktúrát jelenti, amelyben egy adott beszédesemény megvalósul. Ez létrejöhet a beszéd **szegmentális szintjén**, avagy a **szupraszegmentális szintjén**, illetőleg tartalmazhat szegmentális és szupraszegmentális tényezőket. A szegmentális beszédszerkezetben leggyakoribb a beszédhangok időtartamának vizsgálata, a szupraszegmentális szinten pedig a beszédtempó elemzése. Tanulmányozhatjuk egy szótag vagy egy szó időszerkezetét, avagy egy hanglejtésforma temporális viszonyait. A jelen fejezetben a szegmentális beszédszerkezet időviszonyaival foglalkozunk, a teljes közlés időszerkezeti jellemzőit, a beszédtempó sajátosságait a szupraszegmentumok fejezetében tárgyaljuk.

A beszéd szegmentális szintjének időviszonyai bizonyos értelemben hierarchikusan épülnek fel. Az egyes artikulációs mozgások meghatározott tartamban történnek, és jel-

lemzők az adott artikulációs gesztusra. Az összetett beszédhangok egyes részeinek időtartama külön-külön is meghatározható. Ilyen például a felpattanó zárhangok zárszakasza és a felpattanás szakasza, avagy az affrikáták zárrésze és résrésze. Ekkor úgynevezett **belső időtartamról** beszélünk. Az artikulációs mozgások összessége definiál egy beszédhangot, s ez ismét egy jellegzetes időtartamot tételez fel. A beszédhangok időtartamát számos tényező befolyásolja. A beszédhangok sorozatot alkotnak, ez azonban – mint láttuk – nem úgy történik, mint amikor betűket gépelünk egymás mellé. Az egyes hangok között – az artikulációs szervek relatív tehetetlensége folytán – **hangátmenetek** keletkeznek. A hangátmenetek részei a beszéd folyamatnak, és meghatározott tartamban valósulnak meg. A magánhangzók esetében megmérhetjük a tiszta időtartamot (amikor az adott hangminőségre jellemző artikulációs konfiguráció érvényesül), valamint a szomszédos beszédhangok hatásából adódó átmeneti részek (a hangátmenetek) időtartamát. Elemezhető továbbá a hangkapcsolatok, a szótagok, a szavak, sőt a szókapcsolatok időtartama is (az adott elemzés céljától függően). A szegmentális szerkezet időtartamát leggyakrabban ezredmásodpercben (ms) adjuk meg.

A 13. táblázat a zárhangok és az affrikáták belső időszerkezetét összegzi nyolc beszélő ejtése alapján (Kovács 2002a); az adatközlők artikulációs tempója átlagosan 12,5 hang/s volt. (A táblázat a szórásértékeket nem tartalmazza). A zörejelem a zárfelpattanási szakasz.

13. TÁBLÁZAT
Összetett mássalhangzók belső időszerkezetének átlagértékei

Mássalhangzó	A hang teljes időtartama (ms)	Zárelem (ms)	Zörejelem (ms)	A zörejelem aránya* (%)
p	95,5	79,4	16,1	17,0
t	91,7	72,2	19,5	21,5
k	101	69,8	31,2	31,0
c	90,1	50,2	39,9	43,8
\overline{ts}	114,4	52,9	61,5	54,2
$\overline{tʃ}$	114,2	55,3	58,9	51,1
b	77,7	68,9	8,8	11,3
d	74,2	62,1	12,2	16,2
g	78,8	62	16,7	21,3
ʃ	68,9	48,6	20,2	31,2
$\overline{dʒ}$	101,8	60,8	41,0	40,4

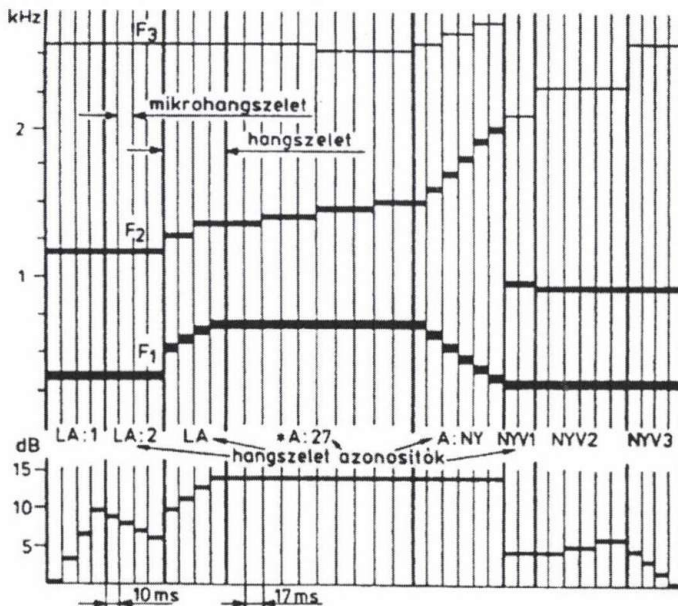
*A hang teljes időtartamához viszonyítva.

A belső időszerkezet értékei nyelvspecifikusak; még a látszólag ugyanazon képzésű mássalhangzók esetében is akadhatnak különbségek. A \overline{ts} mássalhangzó réselemének százalékos aránya a csehben és az olaszban például csaknem azonos, és mintegy 10%-kal

nagyobb, mint a magyar affrikátánál. A [d̥ʒ] hang még nagyobb eltéréseket mutat a rés-elem időtartamarányát tekintve. A magyar zár-rés hang réselemének 40,4%-os részese-déséhez képest ez az arány az angolban 59%, az olaszban viszont csak 35%.

A **hangátmenetek időtartamát** általában a magánhangzókkal kapcsolatosan elem-zik. A beszédképzés és a beszédmegértés folyamatosságának (analóg voltának) és a be-szédhangok elkülöníthetőségének és kijelölhetőségének („diszkrét” voltának) a para-doxona megoldódni látszott a hangátmenetek felfedezésével. A hangátmenetek elemzé-se azonban nem kevés nehézséget rejt még ma is magában. Kísérleti adatok szerint a hangátmenetek időtartama az [a; ø; i:] magánhangzókkal alkotott CV-kapcsolatokban (izolált ejtés alapján) 20 ms-tól 100 ms-ig szór (Gósy 1996a). Az aktuális értékek nagy-mértékben függenek az adott mássalhangzó és az adott magánhangzó minőségétől, a szótagban elfoglalt pozíciójuktól, az adott artikulációs tempótól, illetőleg a hangsúlyvi-szonyoktól. Az amerikai angolban mért hangátmenetek átlagértékei (Lehiste–Peterson 1988) a különböző mássalhangzós környezetben 40 ms-tól 140,7 ms-ig szórtak. Ha azonban nem az átlagértékeket tekintjük, akkor az értékek tartománya jóval szélesebb (16 ms-tól 180,2 ms-ig). A magyarhoz képest nagyobb hangátmeneti időtartamok az angol diftongusok következményei.

A mesterséges beszéd-előállítás formánsszintetizálási eljárása során (lásd az *Alkalma-zott fonetika* című fejezetben) mikrohangszeletekkel építették fel a hangsorokat. Itt az egyes időszakaszok frekvencia- és intenzitásstruktúráját kellett megtervezni. A 49. ábra a *lány* szó szintetizálását szemlélteti a mikrohangszeletek tükrében (Olasz 1985, 31 alapján). Az ábrázolás jól mutatja a hangsor időszerkezeti sajátosságait.



49. ÁBRA

A mikrohangszeletekben elhelyezett paraméterértékek a lány szóban

Az ábrán a mikrohangszeletek időtartama 10, illetve 17 ms. A függőleges tengely felső részén a frekvencia, az alsó részen az intenzitás értékei olvashatók le. Az F a formánsokat jelöli. A betűrövidítések a hangszeletek azonosítói. A magánhangzó tiszta fázisa az A:27, a mássalhangzókat az L és az NY betűk szemléltetik; ezekből annyi különböző részlet szerepel, ahány a mássalhangzó szintetizálásához szükséges volt. Az átmeneteket az LA és az A:NY hangszeletek reprezentálják.

A fonológiában nyelvi időtartamról beszélünk. Ez azt jelenti, hogy a kvantitás mint a fonémát jellemző paraméter megkülönböztető jegyként viselkedik-e az adott nyelvben. A magyarban mind a magánhangzók, mind a mássalhangzók esetében a kvantitás ilyen paraméter, hiszen más a jelentése az *örül* és *őrül*, a *kasza* és *kassza*, az *irat* és *írat* szavaknak. A kvantitásnak azonban nem minden egyes fonéma esetében van a fentiekben leírt funkciója. A köznyelvben például az *alma* vagy az *egér* szót mondhatjuk rövid vagy hosszú magánhangzókkal, a jelentés nem fog változni; legfeljebb a hangsort nehezebben észleljük, esetleg akcentusosnak ítéljük a hangzást.

Hogyan függ össze a nyelvi (fonológiai) és a fonetikai időtartam? A **fonetikai időtartam** a valóságos, objektíven mérhető fizikai időtartamot, illetőleg percepciósan észlelhető időtartamot jelenti. A **fonológiai időtartam** a nyelvileg releváns, funkcióval bíró kvantitásbeli különbségeket jelenti. A nyelvileg rövid és a nyelvileg hosszú beszédhangok fizikai időtartama átfedéseket mutathat.

Mitől függ egy beszédhang időtartama? Az időtartam-különbségek klasszikus elmélete szerint minden szegmentumnak meghatározható egy specifikus átlagos időtartama. A magánhangzók és mássalhangzók időviszonyait azonban számos tényező befolyásolja: bizonyos nyelvspecifikus fonetikai szabályok, a beszédhang minősége, a hangsor terjedelme, a hangkörnyezet, a beszédhang helye a hangsorban, illetőleg bizonyos szupraszegmentális tényezők, mindenekelőtt az aktuális beszédtempó, a hangsúly, a hangerő, a hanglejtés. Mindezek a tényezők hatással vannak a temporális viszonyokra olvasáskor, spontán beszéd esetén vagy interpretatív beszédben egyaránt. A beszéd „műfaja” azonban önmagában is hatással van a teljes beszéd képzésére, beleértve az időviszonyok realizációját is.

A MAGÁNHANGZÓK IDŐTARTAMA

A magánhangzók átlagos fizikai időtartamának megállapítására és az eltérések magyarázatára irányuló eszközfonetikai vizsgálódásokat E. A. Meyer délangol és északnémet nyelvre vonatkozó kísérletei indították el a 20. század elején. A magyar szakirodalom meglehetősen gazdagnak mondható a beszédhangok időviszonyainak vizsgálatát illetően (a fonetikai megközelítésre lásd például Gombocz 1908a; Laziczius 1944; Magdics 1966, 1969; Kassai 1982; Bolla 1995; Kovács 2002a, b; Olasz 2000).

A magyarban a magánhangzók időtartama nyelvileg kétféle lehet, rövid és hosszú, a nyelvileg rövid magánhangzókra mért időtartamok 30 ms és 150 ms közöttiek, a hosszúaké pedig 80 ms és 280 ms között szórnak. A nyelvileg rövid és hosszú magánhangzók fizikai időtartama átfedést mutat, amely átfedést a már említett tényezők, így a magánhangzó típusa, a kontextus és egyebek is meghatározzák. A magánhangzók időtartamának alakulását számos tényező befolyásolja: a magánhangzó artikulációs sajátosságai,

a fonetikai kontextus, a szótagszerkezet, a szótagnak a szóban elfoglalt helye, a szótag hangsúlyhelyezete, a szó helye a mondatban, a szó hangsúlyhelyezete (a mondatban), a beszédtempó, sőt a szintaktikai szerkezet is.

A magánhangzó időtartamára tehát hat a képzési konfigurációja. A nyelvemelkedés fokával fordítottan arányos az időtartam, vagyis minél magasabb nyelvállású egy magánhangzó, annál rövidebb. A labiális magánhangzók hosszabbak, mint az illabiálisok; a veláris magánhangzók hosszabbak, mint a palatálisok.

A hangkörnyezet hatását mutatja, hogy hangsor belsejében a magánhangzók a legrövidebbek a zöngétlen affrikáták, majd a zöngétlen zárhangok, a nazálisok, a zöngétlen réshangok, végül a zöngés affrikáták előtt; hosszabbak a zöngés zárhangok, a zöngés réshangok és az approximánsok előttiek. Ez a sorrend kissé módosul a hangsor eleji és a hangsor végi helyzet függvényében.

A hangsor hossza ugyancsak jelentősen meghatározza az időtartam alakulását. Szemléletesen látható ez a *tát*, *tátog*, *tátogat*, *tátogatók* és *tátogatóknak* szavak magánhangzó-időtartamainak alakulásában. A méréseket először Gombocz és Meyer végezte el (1909-ben), majd Tarnóczy Tamás 1974-ben; az utóbbi mérés adatait a 14. táblázat tartalmazza.

14. TÁBLÁZAT

A magánhangzók időtartamának alakulása a hangsor hosszának függvényében

Szó	Magánhangzók időtartama (ms)				
	a:	o	ɔ	o:	ɔ
tát	210				
tátog	180	155			
tátogat	140	95	115		
tátogatók	120	85	105	130	
tátogatóknak	110	80	90	110	140

Minél hosszabb a hangsor, annál rövidebb az adott magánhangzó, amint erről a táblázat adatai egyértelműen tanúskodnak. Az [a:] magánhangzó egy szótagú szóban mért időtartama például majdnem a felére csökken ugyanolyan hangkörnyezetben, de öt szótagból álló szóban.

A hangsúly úgy befolyásolja az időviszonyok alakulását, hogy hangsúlyos helyzetben rendszerint hosszabb a magánhangzó, mint hangsúlytalanban; a rövid magánhangzók rövidülése azonban nem jellemző, ha hangsúlytalan helyzetbe kerülnek. A hangerő növekedése a magánhangzók tartamának növekedését idézi elő. A mérések szerint, ha a hangerő 20 dB-lel nőtt, akkor a rövid magánhangzók időtartama átlagosan 42,9%-kal, a hosszúaké átlagosan 29,4%-kal növekedett (Fónagy–Baráth 1966). A hangmagasságnak is időtartam-növelő hatása lehet.

Általánosan kimondható, hogy minél rövidebb a magánhangzók képzésére fordított idő, annál nagyobb a rövidék és a hosszúak közötti átfedés. Például egy lassú beszélő fonológiaiilag rövid és hosszú magánhangzóinak szélső értékei a következők (mondatok

ejtésekor): $V_{\text{rövid}} = 38\text{--}131$ ms, $V_{\text{hosszú}} = 60\text{--}180$ ms. Ugyanezek az értékek egy gyors beszélő esetében: $V_{\text{rövid}} = 36\text{--}60$ ms, $V_{\text{hosszú}} = 47\text{--}81$ ms. A magánhangzók határértékeit hangsúlyos és hangsúlytalan helyzetben a 15. táblázat összegzi (Kassai 1982 alapján, az adatközlő beszédtempója relatíve lassú volt). Ugyanazon magánhangzó fizikai időtartamai szoros összefüggést mutatnak az artikulációval, ennél fogva többé-kevésbé univerzálisnak is mondhatók. O'Shaughnessy (1981) francia magánhangzókat vizsgált zárt szótagokban, és úgy találta, hogy a legrövidebb magánhangzó a magas nyelvtávolságú [i] és [u] volt, utána az [e] következett, majd az alsó nyelvtávolságú [a], hasonlóan a magyar nyelvi adatokhoz. Angolra mért adatok szerint (Santen 1992) a sorrend hasonló a magyaréhoz mind hangsúlyos, mind pedig hangsúlytalan helyzetű magánhangzó esetén.

15. TÁBLÁZAT

Magyar magánhangzók időtartamai (különálló mondatokban)

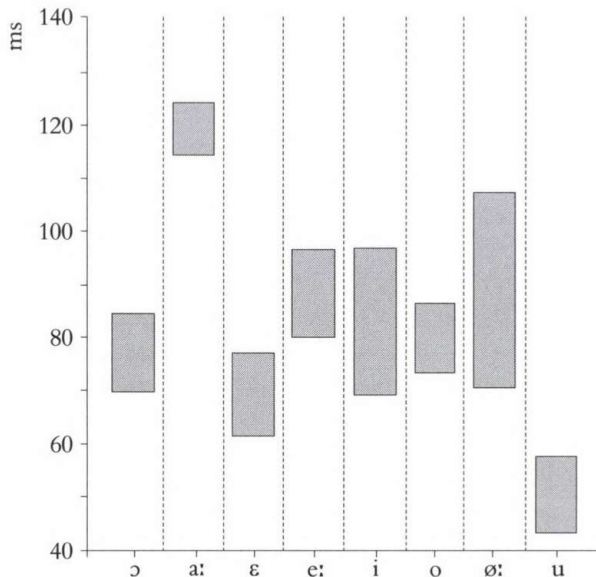
Magánhangzó	Magánhangzók időtartamának szórása (ms)	
	hangsúlyos	hangsúlytalan
e	78–220	78–227
e:	115–323	74–298
i	59–110	66–196
i:	90–227	105–365
ø	77–174	84–255
ø:	141–322	133–306
y	55–251	60–180
y:	110–341	140–369
o	82–149	62–231
a:	149–290	105–282
o	68–145	61–180
o:	128–249	117–306
u	65–188	62–243
u:	98–369	110–314

A 15. táblázat adatai egyetlen beszélő ejtése alapján készültek; a magánhangzók a nyelv nyújtotta lehetőségeket kihasználva valamennyi pozícióban és hangkörnyezetben előfordultak. Mintegy húsz évvel későbbi kísérletben, négy beszélő ugyanazon mondatának magánhangzó-időtartamait mérve, azt látjuk, hogy az összehasonlítható adatok eltéréseket mutatnak. Az újabb adatok az időtartamok rövidülését igazolják, ami – az adatok szerint – különálló mondatok ejtésekor (nemcsak hosszabb közlésekben) is tetten érhető; ennek oka legnagyobb valószínűséggel a beszédsebesség növekedése (16. táblázat).

16. TÁBLÁZAT
Magánhangzók időtartamai húsz év különbséggel

Magánhangzó	1982-es adatok (egy adatközlő, sok mondat)	2002-es adatok (négy adatközlő, egy mondat, tíz bemondás)
ɔ	62–231	45–131
a:	105–290	76–180
ɛ	78–227	37–135
e:	74–323	47–133
i	59–196	51–125
o	61–180	49–135
ø:	133–322	50–132
u	62–243	36–80

Az 50. ábra grafikonján a 16. táblázat kapcsán már említett négy beszélő magánhangzó-időtartamainak szórása látható (ugyanazon mondat tízszeri bemondása alapján; a bemondások havonta egyszer történtek, Gósy 2002d). A grafikon azt szemlélteti, hogy vannak magánhangzók, amelyek artikulációs konfigurációját a különböző beszélők relatíve állandó időtartamban valósítják meg, míg másokat erősen változó időtartamban. Az [a:] képzésére fordított időtartam például meglehetősen hasonló a négy beszélőnél (az adatok szórása nem nagy), míg az [i] vagy az [ø:] időtartama nagymértékű különb-



50. ÁBRA
Négy beszélő mért magánhangzóinak időtartamértékei

ségeket (az adatok szórása nagy) mutat. Az időtartamviszonyok még további eltéréseket mutathatnak, ha a különféle kontextusokat és fonetikai pozíciókat is figyelembe vesszük.

A MÁSSALHANGZÓK IDŐTARTAMA

A mássalhangzók időtartama nyelvileg ugyancsak kétféle lehet, rövid és hosszú. Fizikai megvalósításukat – hasonlóan a magánhangzókéhoz – számos tényező befolyásolja, a mássalhangzó akusztikai alkata, a hangsorban elfoglalt helye, a hangkörnyezet, a hangsor terjedelme, a szupraszegmentumok. A nyelvileg rövid és a nyelvileg hosszú mássalhangzók között itt is átfedések tapasztalhatók, csakúgy, mint a magánhangzóknál (17. táblázat). Egy adatközlő ejtését tekintve például a nyelvileg rövid mássalhangzók időtartamai 30 ms és 270 ms között szórta, a nyelvileg hosszúaké 100 ms és 400 ms között a 20. század hetvenes éveinek végén. Mintegy 15 évvel későbbi határértékek a rövidek esetében: 121–366 ms, a hosszúaknál az időtartomány szűkülése és a hangképzési idő rövidülése egyaránt tapasztalható: 47–218 ms. A rövid mássalhangzók időtartama a képzési sajátágaik függvényében a következőképpen alakul (a legrövidebbektől a leghosszabbakig): approximánsok, nazálisok, zöngés zárhangok, zöngés réshangok, zöngétlen zárhangok, zöngés affrikáták, zöngétlen réshangok, zöngétlen affrikáták. A palatális mássalhangzók hosszabbak, mint a velárisok. Megállapítható, hogy minél hosszabb a magánhangzó időtartama, annál rövidebb a szomszédos rövid mássalhangzó időtartama. Valamennyi mássalhangzó hosszabb a hangsor elején, mint a hangsor belsejében, időtartamuk a hangsor végén változó lehet, izolált ejtésben általában inkább rövidül. Hosszabb szövegben a fonetikai helyzet szerint nincs jelentős különbség a mássalhangzók időtartamában.

A hosszú mássalhangzók időtartam szerint növekvő sorrendje (nem választva szét a zöngéseket és a zöngétleneket) a következő: [l, r], nazálisok, réshangok, zárhangok, affrikáták. A hosszú mássalhangzók összetettebb képet mutatnak a kontextus és a hangsorban elfoglalt helyük függvényében, mint a rövidek; hangsor végén azonban éppúgy hosszabbak, mint a nyelvileg rövidek.

A beszédhangok időtartamát a beszédtempó alapvetően meghatározza. A hosszú magánhangzók és mássalhangzók jobban rövidülnek gyors beszédkor, mint a rövidek. Minél hosszabb tehát egy beszédhang, annál jobban rövidül a beszédtempó gyorsulása esetén. A magánhangzók sokkal jobban rövidülnek, mint a mássalhangzók. A hangsúlyos helyzetű magánhangzók időtartam-csökkenése kissé nagyobb, mint a hangsúlytalanoké. A mássalhangzóknál a zöngétlenek fokozottabb rövidülést mutatnak, mint a zöngések. A beszédtempó növekedését jelzi, hogy az újabb mérések csaknem valamennyi magánhangzó és mássalhangzó időtartamát tekintve csökkenést mutatnak a korábbi szakirodalmi adatokhoz képest.

17. TÁBLÁZAT
A magyar mássalhangzók objektív időtartama mondatokban

Mássalhangzó	Nyelvileg rövidek időtartamának szórása (ms)		Nyelvileg hosszúak időtartamának szórása (ms)	
	zöngés	zöngétlen	zöngés	zöngétlen
b/p	60–196	94–196	128–275	181–400
d/t	72–149	90–220	157–330	172–322
c/j	56–282	83–298	227–365	227–381
g/k	27–196	83–220	119–298	171–318
v/f	47–188	78–282	176–192	172–369
z/s	68–227	103–326	117–282	211–357
ʒ/ʃ	60–267	74–275	180–214	187–400
ʝ/ç	29–90	30–114		
x		98–165		160–198
h		50–157		178–200
dz/ts	168–337	125–345	275	259–432
dʒ/tʃ	133–416	90–377	247	246–463
m	44–145		157–251	
ɱ	40–128			
n	36–130		130–279	
ɲ	60–196		121–224	
ŋ	42–142			
l	37–149		94–204	
j	55–215		92–198	
r	31–148		99–196	

SZÓTAGOK ÉS SZAVAK IDŐTARTAMA

A szótagok időtartama a szerkezetüktől, illetőleg az őket alkotó beszédhangoktól függ. Szavak szótagjainak időtartamait szerkezetüktől függően a 18. táblázat szemlélteti. Az adatok két közepes tempóban beszélő középkorú férfi spontán beszédanyagából valók.

18. TÁBLÁZAT
Szótagok időtartamadatai

Szótagtípus	Szótagok időtartamai (ms)	
	átlag	szórás
CV	194,2	150–320
VC	165,2	130–250
CVC	218,5	180–280

A beszédhangok nyelvspecifikus sorozatának ejtése jelentés nélküli hangsorokat (logatomokat) és jelentéses hangsorokat, szavakat eredményezhet. A szavak időtartama csakúgy számos tényező függvénye, mint ahogy azt a beszédhangoknál láttuk. Izolált ejtésben ugyanazon szavak időtartama nem feltétlenül mutat jelentős eltéréseket még több beszélőnél sem (természetesen esetenként tapasztalhatunk nagy különbségeket is). Spontán beszédben azonban a szóidőtartam igen nagy változatosságot mutat mindegyiknél a beszélő, a szótagszám, a beszédtempó, a beszédhelyzet függvényében. A beszélők közötti nagy időzítési különbségekről tanúskodik, hogy ugyanazon mondat többszöri bemondásának átlagadatait tekintve, a mondat szavaira kapott átlagidőtartam 500 ms, 590 ms, 608 ms és 696 ms, vagyis a lassú és a gyors beszélő közötti eltérés csaknem 200 ms. Két beszélő spontánbeszéd-anyaga alapján több ezer szó időtartamának elemzési eredményeit a 19. táblázat összegzi (Gósy 1998b).

19. TÁBLÁZAT
Spontán beszédben előforduló szavak objektív időtartamadatai

Szavak szótagszáma	Szavak időtartamadatai (ms)	
	átlagérték	határértékek
1	356	141–502
2	398	182–800
3	541	323–826
4	637	444–956
5	770	457–1185
6	880	633–1130

A szótagszám egyértelműen hatással van a szó időtartamára: minél több szótagból áll egy szó, annál hosszabb idő szükséges a kiejtésére. A mért időtartamok azonban nem arányosan változnak a szótagszám függvényében. Az egy és két szótagból álló szavak közti különbség csak mintegy 40 ms. Ugrásszerűen megnövekszik ez a különbség a két és három szótagos szavak (az átlagot tekintve 143 ms), valamint a négy és öt szótagos szavak között (az átlagot tekintve 133 ms). Ezekhez viszonyítva kisebb, 100 ms körüli a három és négy szótagosok, illetőleg az öt és hat szótagosok közötti időtartam-különb-

ség. Vajon kizárólag az artikulációs mozgássor a felelős a szavak időtartamának alakulásáért, avagy egyéb folyamatműködés hatását is fel kell tételeznünk? A három vagy több szótagból álló szavak igen gyakran valamilyen grammatikai műveletsor eredményeként jönnek létre, amely egyrészt feltételezi a hangsoron belüli koartikulációs jelenségek működtetését, másrészt a szónál nagyobb beszédegységekkel való esetleges műveletvégzést is. Gondoljunk például a zöngésülés vagy zöngétlenedés folyamatára, amely szóhatártól függetlenül végbemegy; ez azonban igen pontos és időben elvégzett beszédtervezéssel és grammatikai, fonológiai, illetőleg fonetikai műveletsor eredményeként realizálódik. Például az *elvégeztem* négy szótagos szó előhívása feltételezi az igekötő-választás szemantikai eredetű műveletét, az igeragozás végrehajtását (múlt idő, egyes szám, első személy), valamint a morfémahatáron kötelezően megvalósítandó regresszív zöngétlenedési folyamat létrehozását. Mindezek természetesen időt vesznek igénybe, amely a szótagszámon túl megjelenik a szó ejtésére fordított időtartamban is. A szóidőtartamok alakulásában meghatározó tényező a gyakoriság is. A gyakran ejtett szavak tendenciaszerűen rövidebbek, mint a hasonló struktúrájú, ritkábban ejtettek. A *lányomé* szó például az egyik női adatközlő ejtésében 511 ms volt, míg a *langyos* szó ejtéséhez 721 ms-ra volt szüksége.

A beszédhangok frekvenciaszerkezete

A beszédhangok – mint láttuk – összetett hangok, amelyek az időben változnak és széles frekvenciatartománnyal jellemezhetők. Ebben a frekvenciatartományban található az alaphang, a felhangok, a formánsok, a zörejjösszetevők, tehát mindazon komponensek, amelyek a beszédhangok frekvenciaszerkezetét létrehozzák. Az emberi hallás számára a beszéd szegmenseinek 100–8000 Hz-es tartománya hasznos, ami azt jelenti, hogy az ebben a frekvenciatartományban megjelenő összetevők akusztikailag egyértelműen jellemzik a beszédhangokat. A 8000 Hz fölötti tartomány beszédkomponenseit általában nem hasznosítjuk a verbális kommunikáció során.

A MAGÁNHANGZÓK FREKVENCIASZERKEZETE

A magánhangzók **formánsszerkezetét** általában az első három formáns frekvenciaértékével adják meg. A köznyelvi magánhangzók formánsértékei éppen az említett variabilitás miatt igen különbözőek (nem véletlen, hogy a szakirodalomban a legkülönbözőbb adatokat találjuk). A 20. táblázatban szereplő értékek a szemléltetést szolgálják, ezért nem szerepelnek határértékek.

20. TÁBLÁZAT

A köznyelvi magyar magánhangzók formánsainak tájékoztató adatai

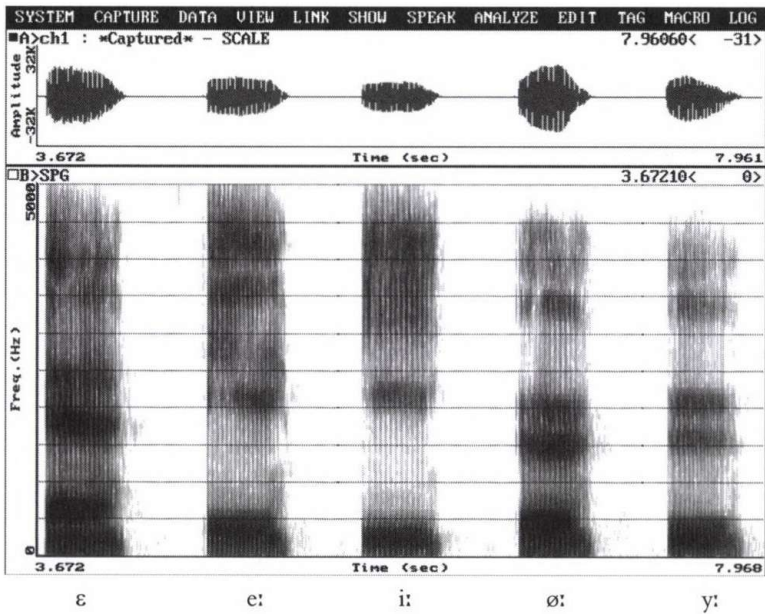
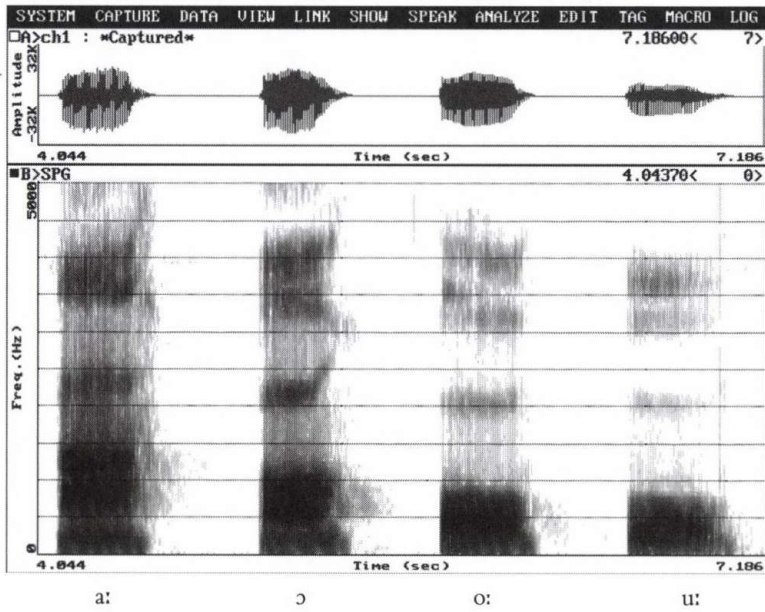
Magánhangzó	Első formáns (F1) (Hz)	Második formáns (F2) (Hz)	Harmadik formáns (F3) (Hz)
a:	800	1400	2500
ɔ	600	1100	2400
o	450	900	2300
o:	400	950	2300
u	300	650	2300
u:	280	600	2100
ø	380	1600	2400
ø:	400	1550	2500
y	280	1750	2200
y:	260	1800	2150
ɛ	550	1900	2500
e:	420	2100	2800
i	280	2400	3000
i:	260	2500	2850

Az első és a második formáns a magyarban rendszerint egyértelműen meghatározza a magánhangzó minőségét (különösen igényes ejtésben, izolált szóban). Az 51. ábra a hátul képzett és az elöl képzett magyar magánhangzók hangszínképét mutatja izolált ejtésben (férfi bemondóval). A rövid/hosszú időtartamúak közül az ábrában csak a hosszúakat szemléltettük.

A formánsok kimutatására többféle elemzési eljárás is a rendelkezésünkre áll; attól függően, hogy mi a kutatás célja, kell a vizsgálati módszert megválasztanunk. A formánsokat objektíven FFT- vagy LPC*-elemzésekkel is vizsgálhatjuk, amelyek eredményeképpen az intenzitás és a frekvencia viszonyában ábrázolható a formánsszerkezet. Az FFT-elemzés a beszédjel adott pontján megmutatja a hang frekvencia-összetevőit és azok energiáját. A magánhangzók energiaképében a zöng felhangjai egymástól azonos távolságra helyezkednek el. Az artikulációs csatorna sajátfrekvenciájával megegyező felharmonikusok felerősödtek, ezek a formánsok. Az LPC-energispektrum ugyancsak a spektrális szerkezet jellemzéséhez használható alternatív eszköz. Az algoritmus segítségével a spektrális energia globális eloszlásáról, az artikulációs csatorna szűrőfunkciójáról kapunk információt.

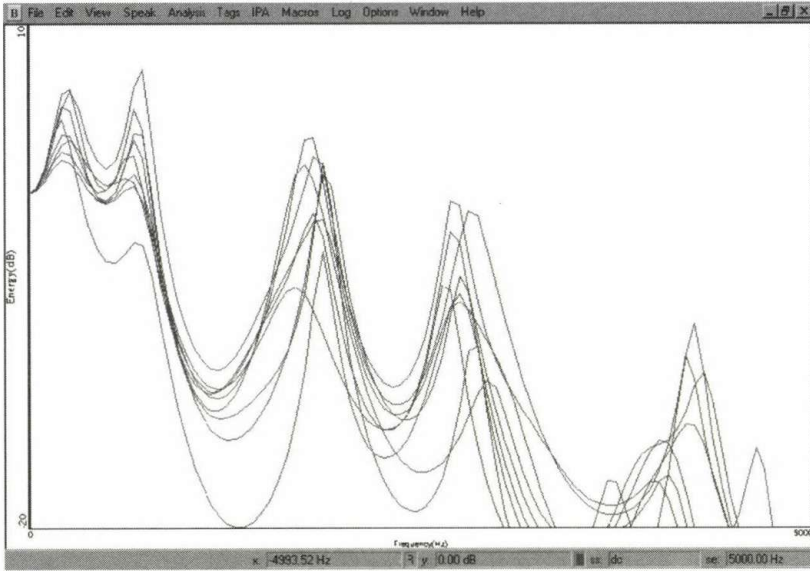
A formánsok egyetlen magánhangzó többféle artikulációja esetében is kirajzoltathatók, ha például azt akarjuk megtudni, hogy egy beszélő valamely magánhangzójának

*LPC = lineáris predikciós elemzés. FFT = gyors Fourier-analízis. Mindkettő matematikai módszer.



51. ÁBRA

Magyar magánhangzók hangszíneke férfi ejtésben



52. ÁBRA

Ugyanazon beszélő [ε] magánhangzóinak LPC-adatai

mennyire stabil az ejtése. Az 52. ábrán több mint kilenc [ε] magánhangzó formánsfrekvencia- és formánsintenzitás-adatai láthatók LPC-eljárással szemlélítve, amelyeket ugyanaz a beszélő pontosan ugyanabban a kontextusban ejtett ki mindig egy-egy hónap elteltével.

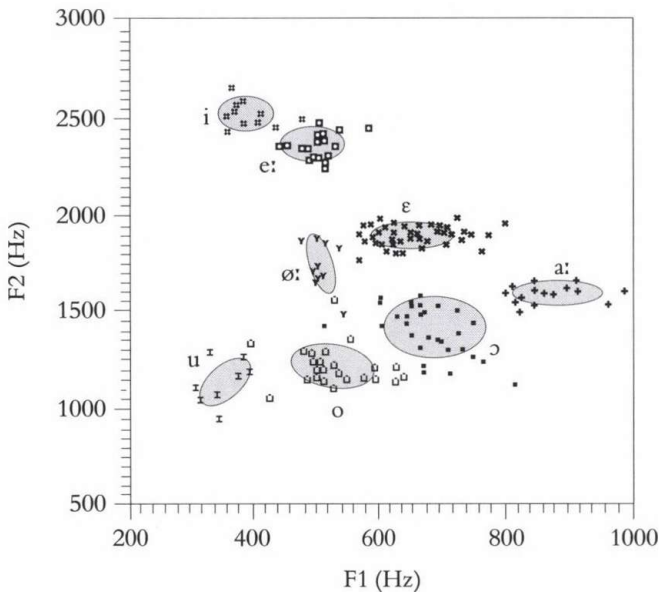
Jól látható, hogy az első és a második formáns frekvenciaértéke még relatíve állandónak mondható, de a magasabb indexszámú formánsok frekvenciája már nagy változást mutat. A beszédhangoknak a hangkörnyezettől függő akusztikai különbségeire a 20. század ötvenes éveinek elején kezdtek figyelni.

Sokkal nagyobbak a formánsfrekvenciák közötti különbségek, ha több beszélő ejtését vizsgáljuk. A 21. táblázat öt beszélő ejtése alapján (izolált mondatokat mondtak) három magánhangzó mért értékeit szemlélíteti.

21. TÁBLÁZAT

Öt beszélő három magánhangzójának formánshatárértékei

Magánhangzó	A beszélők magánhangzóinak formánsértékei (Hz)	
	F1	F2
a:	665–1032	1300–1730
u	257–434	637–980
i	252–490	2380–2945



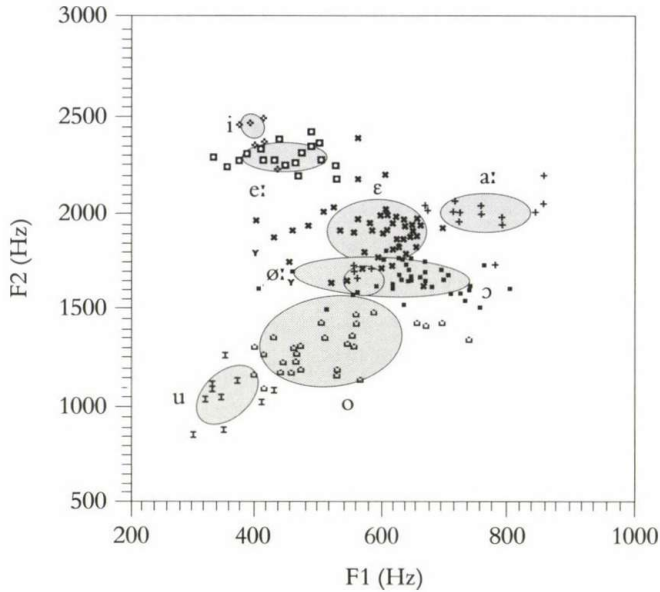
53. ÁBRA

Az F1/F2 eloszlás átlagos tempót produkáló beszélőnél

Az első és a második formáns viszonyáról szemléletesebb képet kapunk, ha egymáshoz képest ábrázoljuk őket. Az 53. és az 54. ábrákon egy átlagos és egy gyors beszédtempójú női beszélő magánhangzóinak úgynevezett sűrűsödési ellipszisei láthatók. A sűrűsödési ellipszis (Kovács 2002b) az F1 és az F2 alkotta koordináta-rendszerben a magánhangzó formánsainak frekvenciaértékeit tartalmazza. Az átlagos beszédtempójú beszélőnél látható, hogy a magánhangzók első és második formánsai teljesen elkülönülnek; a gyors tempóban beszélő magánhangzóinak formánsértékei viszont igen közel esnek egymáshoz, sőt némelyek átfedik egymást.

Sok-sok, megfelelően kiválasztott beszélő magánhangzóinak formánsértékei adják az adott nyelv magánhangzóira jellemző formánszerkezetet. A különböző beszélők közötti akusztikai-fonetikai különbségek mindig nagyobbak, mint az ugyanazon beszélő különböző időpontban vagy akár különféle kontextusban rögzített ejtései esetében.

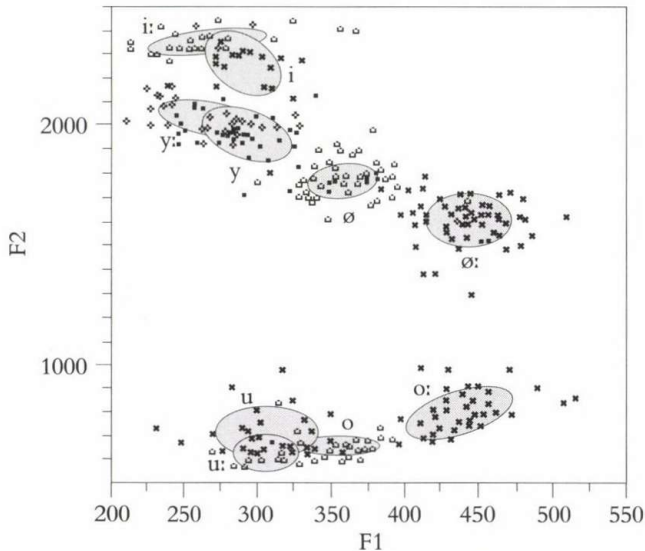
Az egyes magánhangzókra kapott formánsfrekvencia-adatok a formális beszédstílus és a fonetikai kontextus hasonlósága ellenére egy személy ejtésén belül is jelentős szóródást mutatnak. Az artikuláció elemzésekor említettük, hogy a csupán nyelvi időtartamukban különböző magánhangzó párok képzése sem teljesen egyforma. Ennek az akusztikai következményei, tehát az akusztikai szerkezetben jelentkező eltérések láthatók az 55. ábrán. Az [u-u:] pár esetében például a rövid magánhangzó első formánsának szóródási sávja teljes egészében, a második formánsának a szóródási sávja pedig félig lefedi a hosszú párját. Hasonló átfedések tapasztalhatók az [i, i:] és az [y, y:] esetében is. Jóval kisebb mértékű ez az akusztikai közelség a középső nyelvállásúaknál (vö. Kovács 1998).



54. ÁBRA

Az F1/F2 eloszlás gyors beszédű beszélőnél

A harmadik formáns (F3) a beszélő személy egyéni ejtésére vonatkozóan is adhat valamelyes információt; a magyarban általában csak másodlagosan jellemzi a magánhangzót. Négy beszélő magánhangzóinak formánsértékeit adatoltuk, a szórásstartományt a 22. táblázat összesíti.



55. ÁBRA

Nyelvileg rövid és hosszú magyar magánhangzó párok szórásképe

22. TÁBLÁZAT
Az F3 értékei négy beszélő mért magánhangzóinál

Magánhangzók	A harmadik formáns frekvenciaértékeinek szórása (Hz)			
	1. beszélő	2. beszélő	3. beszélő	4. beszélő
o	2461–2949	2763–3137	2379–2893	2629–2905
a:	2571–2865	2869–3184	2708–2907	2662–3000
e	2598–2924	2568–3207	2495–3094	2649–3147
e:	2901–3198	2938–3137	3063–3518	2837–3369
i	2984–3276	3034–3184	2978–3292	3238–3690
o	2584–3490	2488–3287	2372–2948	2205–3469
ø:	2591–2871	2868–3023	2513–2847	2784–2960
u	2871–3091	2326–3263	2878–3120	2488–3153

Korábban már említettük, hogy a magánhangzók akusztikai szerkezetét a formánsok sáv szélességével is jellemezzük. A méréseredmények nemenként alig mutatnak különbséget. A formáns sáv szélesség-értékek szórása: B1 = 50–98 Hz, B2 = 62–106 Hz, B3 = 96–255 Hz. A hangsúlytalan magánhangzóknál mért értékek általában nagyobbak, mint a hangsúlyosaké. A B2 és B3 értékei nagyobbak mindkét helyzetben, mint az első formáns sáv szélessége. A formáns sáv szélesség értékei a formáns szintézis eljárásaiban a 20. század hetvenes, nyolcvanas éveiben jelentősek voltak, mivel helyes megválasztásuk nagymértékben hozzájárult a mesterségesen előállított hang jó minőségéhez.

A **suttogás** artikulációs sajátosságaival már korábban foglalkoztunk; a hangszalagok jellegzetes állását a 10. ábra szemléltette (a 33. oldalon). A magánhangzók formánsainak frekvenciaértéke suttogott ejtésben általában magasabb, mint a megfelelő zöngés változatokéi (Jovičić 1998; Gósy 2002b). A suttogásban mért formánsfrekvenciák nem függetlenek a magánhangzó minőségétől, illetőleg a nyelvvállás fokától. A tendencia az, hogy a középső nyelvvállású magánhangzók esetében a legnagyobb a különbség a normál ejtésű és a suttogott változat első formánsában, míg az alsóbb és a felső nyelvvállásúak esetében ez a különbség kisebb (23. táblázat).

23. TÁBLÁZAT
Suttogott és normál ejtésű magánhangzók formánsértékei

Formánsok	Suttogott ejtésű V-k		Normál ejtésű V-k	
	átlag	átlagos eltérés	átlag	átlagos eltérés
F1 (Hz)	825,7	190,05	568,02	197,23
F2 (Hz)	1714,0	454,96	1565,45	423,18
F3 (Hz)	2663,1	345,28	2455,47	416,23

Az első formánsokat illetően az eltérés (a magánhangzó minőségétől függetlenül) átlagosan 260 Hz, a második formánsoknál átlagosan 150 Hz, a harmadik formánsok esetében pedig 200 Hz, vagyis suttoágaskor a formánsok ennyivel magasabb frekvenciákon található. Nagyobb különbségek a palatálisok esetében vannak.

A MÁSSALHANGZÓK FREKVENCIASZERKEZETE

A mássalhangzókat akusztikailag aszerint kategorizáljuk, hogy a) milyen a gerjesztésük és b) milyen a keletkezett akusztikai szerkezetük. Természetesen ez nem független az artikulációjuktól. A mássalhangzók egy része kváziperiodikus, zöngés hang; más részük akusztikailag csak részben kváziperiodikus, mivel zörejtartalmuk is van, ezek a zöngés-zörejes vagy más szóval kevert típusú mássalhangzók. Vannak olyan mássalhangzók, amelyek teljesen zörejesek, semmiféle periodikus rezgés nem jellemzi őket, ilyenek a zöngétlen mássalhangzók.

a) A **gerjesztés**. A zöngés mássalhangzók gerjesztését a hangszalagok biztosítják (a magánhangzókhoz hasonlóan). Éppen ezért ezen hangok esetében is beszélhetünk formánsokról, hiszen a zöngé keresztülhalad a toldalékcsovón, és ugyanúgy kialakulnak az energiakoncentráció helyei, mint a magánhangzóknál. Erre azonban a mássalhangzó képzésétől függően valamilyen zörej is ráakódik, ez adja jellegzetes zöngés-zörejes akusztikai szerkezetüket. A felpattanó zöngés zárhangok kevert típusúak ugyan, de a gerjesztésük zöngés (nem kevert), mivel a zárfelpattanásuk alatt már nincsen zöngéképzés. A zöngétlen mássalhangzók nem tartalmaznak periodikus részeteket, nincsenek formánsaik, ezek zörejhangok. A zörejes mássalhangzók zörejfrekvencia-helyeit Z-vel jelöljük. Akusztikai szerkezetüket régebben a locus* – a jellemző frekvenciasáv – meghatározásával jellemezték, ma már inkább a zörejre jellemző szerkezeti sajátosságokat határozzák meg.

b) Az **akusztikai szerkezet**. A mássalhangzók szerkezete lehet egyszerű vagy összetett (24. táblázat). Egyszerű akusztikai szerkezetük van azoknak a hangoknak, amelyeknél az akusztikai szerkezet változatlanak tekinthető; összetett szerkezetűek azok, amelyeknek az akusztikai szerkezetében megváltoznak a paraméterek.

* A locus a magánhangzós kapcsolatokban az F2-átmenettel mutatott kapcsolatot. A korszerű elemzésekben a locus már nemigen fordul elő.

24. TÁBLÁZAT

A magyar mássalhangzók akusztikai jellemzése (átlagos, az adott csoportra jellemző tájékoztató értékekkel)

Mássalhangzók	Szerkezet	Gerjesztés	F1 (Hz)	F2 (Hz)	Z1 (Hz)	Z2 (Hz)
felpattanó zöngés zárhangok	összetett	zöngés	300–500		500–2200	
felpattanó zöngétlen zárhangok	összetett	zörejes			500–2200	
nazálisok	egyszerű	zöngés	300	800–2200		
zöngés réshangok (kivéve [v])	egyszerű	kevert	300	1400–1800	1600–4600	3200–8000
[v]	egyszerű	kevert	300	1200	1500–7000	
zöngétlen réshangok	egyszerű	zörejes			1600–4600	3200–8000
zöngés affrikáták	összetett	kevert	300	1400–1800	1600–4800	3500–7000
zöngétlen affrikáták	összetett	zörejes			1600–4800	3500–7000
pergőhangok	egyszerű	zöngés	300–500	1000–1600		
közéltőhangok	egyszerű	zöngés	300–400	1600–2500		

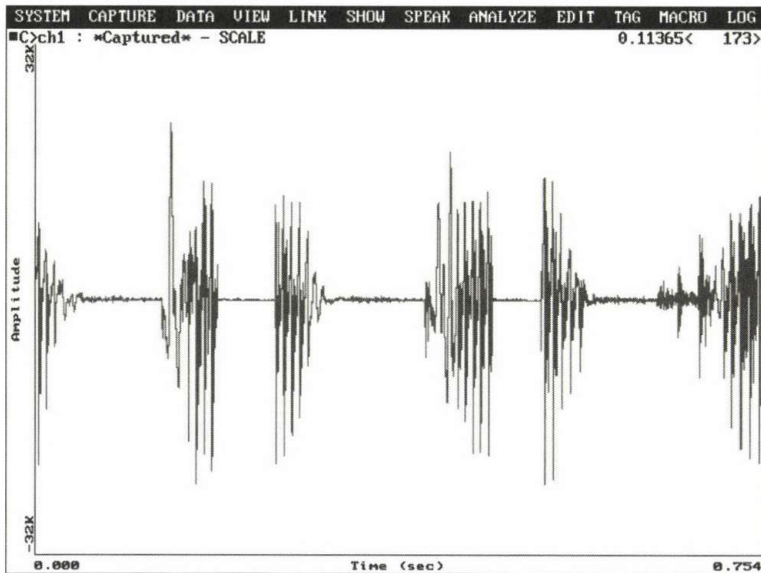
A szerkezetbeli különbségek képzésbeli különbségekre vezethetők vissza. Egyszerű a szerkezete például a [s] mássalhangzónak, de összetett a felpattanó zárhangoké (pl. [d]). A résmássalhangzó esetében a hangzás teljes tartamában áramlik ki a levegő a kialakult résen, az artikuláció nem változik, tehát az akusztikai szerkezetben sem tapasztalunk változást. A felpattanó zárhangok képzése két részre osztható, a zárképzés és a zárfeloldódás szakaszára. A kétféle artikuláció szerkezeti változást eredményez az explozívák akusztikai szerkezetében.

A zörejmássalhangzókat (obstruenseket) gyakran „igazi” mássalhangzóknak is nevezik (Fujimura–Erickson 1999). A legtöbb nyelvben inkább a zöngétlenek fordulnak elő, mint a zöngések. A zöngés zörejmássalhangzók zöngésségének erőssége és tartama változó lehet. Az obstruensek képzésekor a vokális traktuson áthaladó levegő útja vagy tökéletesen el van zárva (zárhangok), vagy egy szűkület képezi az akadályt (réshangok), avagy az előbbi kettő kombinációja következik be (affrikáták).

FELPATTANÓ ZÁRHANGOK

A hangképzés módját tekintve igen különféle felpattanó zárhangok léteznek a világ nyelveiben. A kísérleti-fonetikai eszközöknek és módszereknek köszönhetően számos nyelv zármássalhangzóinak képzését és a képzés eredményeként regisztrálható akusztikai sajátosságokat már leírták és rendszereztek. A nyelvi sajátosságoktól függően különféle és többszörös akusztikai kulcsok definiálják ezeket a mássalhangzókat az adott képzési konfiguráció következményeként. A felpattanó zárhangok artikulációs sajátosságai tükröződnek akusztikai vetületükben. A megelőző magánhangzó kváziperiodikus rezgését a zöngétlen mássalhangzó zárképzési fázisa, majd a zár-felpattanás követi. A zöngés mássalhangzó esetében a zárképzés időtartamában és a zárfeloldódáskor is jelen van a

zöngé, hiszen rezegnek a hangszalagok. A zárpfattanás zöreje utáni szakasz a magánhangzóhoz vezető átmenet (ezt a részt nevezik zöngelkedési időnek, a rövidítése az angol terminus, a *voice onset time* után VOT, vö. Gósy 2000c; Kovács 2002a). A VOT értéke a zöngétlen zárhangoknál jellegzetesen változik, a 56. ábra az *apa, ata, aka* hangsorokkal szemlélteti a hangsorok rezgéképét. A zárpfattanás legjobban a veláris zármássalhangzónál látszik, kisebb mértékű az alveoláris hangnál, s alig észrevehető a bilabiális zárhangnál.



[p]

[t]

[k]

56. ÁBRA

Az *apa, ata, aka* hangsorok rezgéképe

A zöngelkedési idő, tehát a VOT meghatározása a következő: az az időtartam, amely a zármássalhangzó zárpfattanásától a zöngelkedésig tart (Lieberman–Blumstein 1988). Sok nyelvben a zárpfattanást megelőző, illetőleg a zárpfattanással egyidejű zöngelkedés közötti ellentét eredményezi a fonetikai és fonemikus különbséget, de késleltetett fonáció is létezik (Laver 1994). Lisker és Abramson (1967) szerint a zöngelkedési időtartam nyelvenként változik. Az angolban például a zöngés zárhangok vagy előzöngések, azaz a zárpfattanást megelőzően van már zöngé, avagy a zöngé a zárpfattanást követően 5–15 ms-mal kezdődik. Ennek ellentétéként a zöngétlen zárhangok zöngelkedése mintegy 30 ms-mal, avagy annál is többel a zárpfattanás után kezdődik. Az angolban a legtöbb zöngétlen zárhang (bizonyos hangkörnyezetekben) aspirált, ezért a zöngelkedési idejük értéke 50–80 ms közötti. Vannak olyan nyelvek, ahol háromféle kategóriát különböztetnek meg a zárhangok esetében, például a thai nyelvben, az előzöngés, a rövid VOT-vel és a hosszú VOT-vel jellemzett mássalhangzókat (Gandour–Dardarananda 1984).

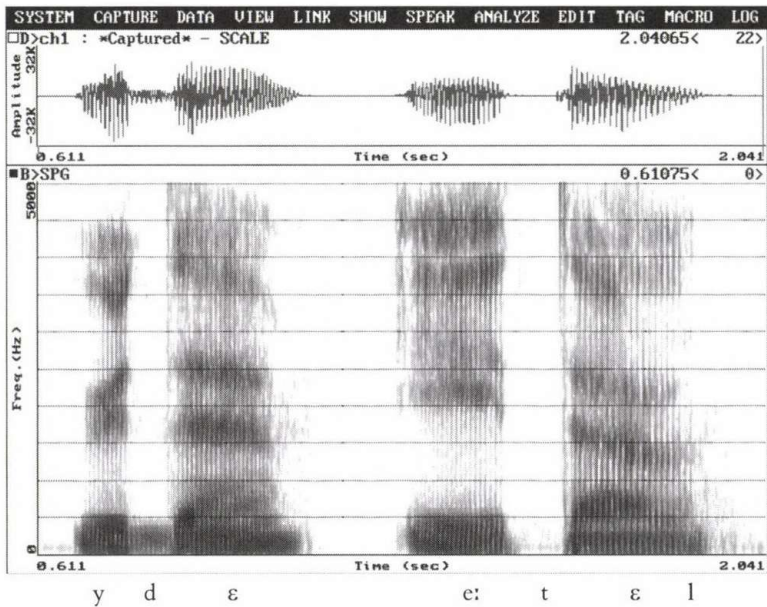
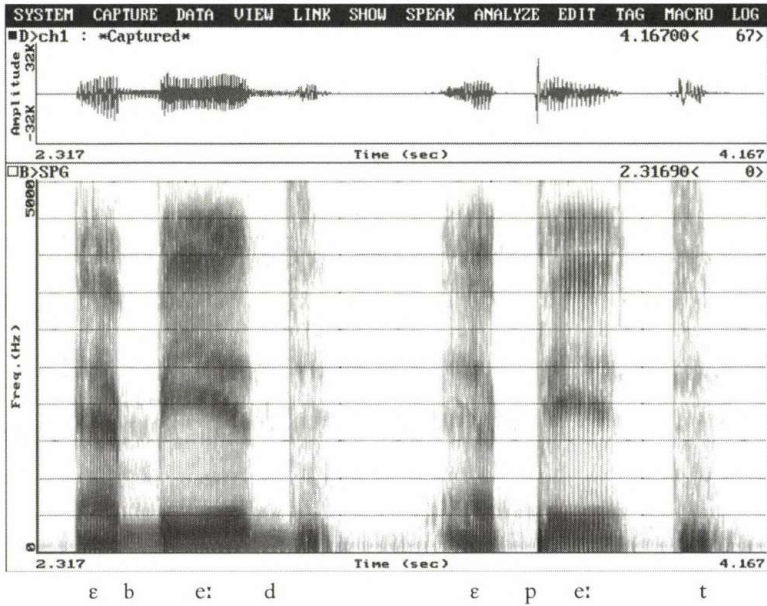
A VOT értékét számos nyelvre meghatározták, így az angolra, a spanyolra, a japánra, a franciára, a portugálra (pl. Williams 1977; Flege–Eefting 1986; Han 1992; Hazan–Boulakia 1993). A magyarban a zöngés és zöngétlen felpattanó zárhangok zöngelkedési ideje között igen nagy a különbség. A zöngés hangoknál negatív értékű a zöngelkedési idő, hiszen az a két magánhangzó között folyamatosan jelen van. A zöngétlen zárhangok zöngelkedési idejének átlaga és szórása szavakban a következő: a bilabiális zárhang VOT-átlaga 24,64 ms, a szórás 13,2–34,8 ms, az alveolárisé 23,3 ms, a szórás 15,4–37,6 ms, a veláris [k] mássalhangzóé pedig 50,17 ms, a szórás 32,6–65,8 ms (Gósy 2000c). A magyarban a bilabiálisok és az alveolárisok között gyakorlatilag nincs különbség izolált szavak esetében (de statisztikailag releváns a különbség spontán beszédben, lásd *A spontán beszéd sajátosságai* című fejezetben). Tizennyolc nyelv zárhangjainak hasonló vizsgálata azt mutatta, hogy a magyar csupán eggyel, a japéz nyelvvel mutat hasonlóságot; azonban itt is csak akkor, ha az izolált szavakra kapott adatokhoz hasonlítunk. A japéz nyelvben mért zöngelkedési idők átlagai: a bilabiális zárhangokra 20 ms, az alveolárisokra 22 ms és a velárisokra 56 ms (Cho–Ladefoged 1999).

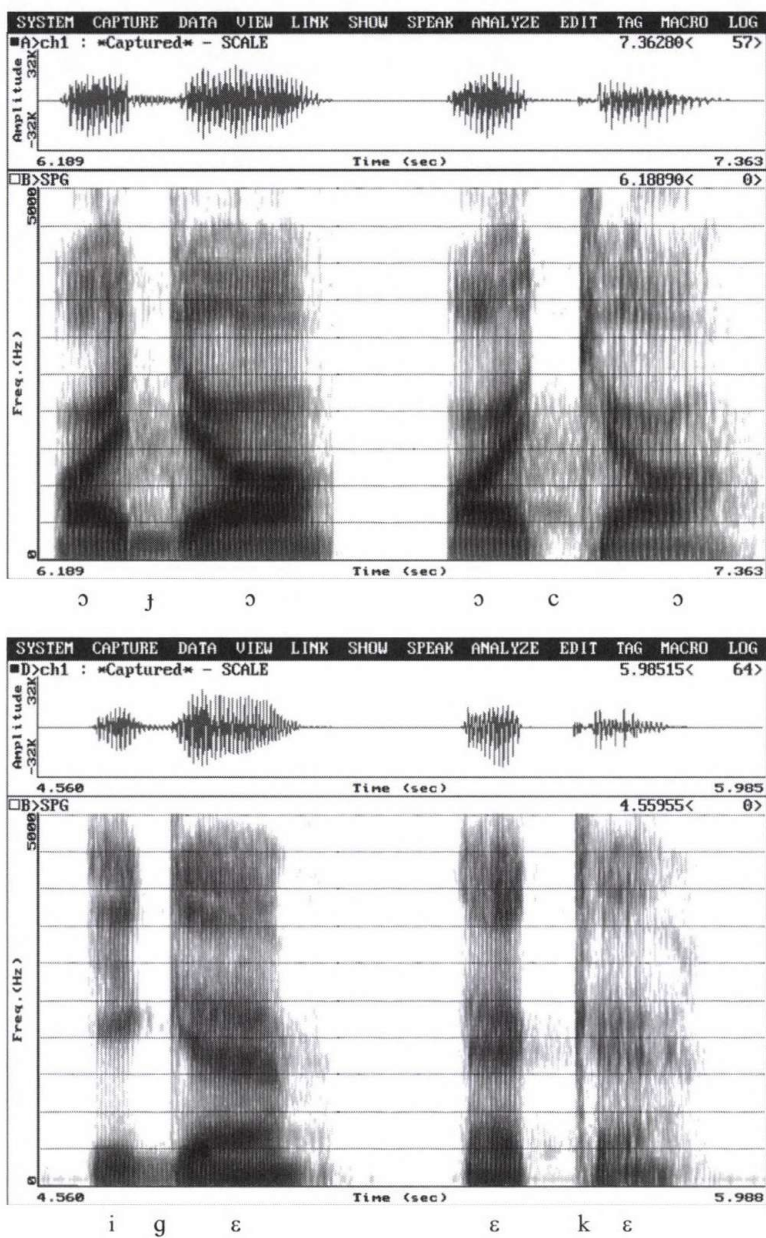
Az elől képzett magánhangzókat megelőző bilabiális zárhangok zöngelkedési ideje rövidebb, mint az ugyanilyen helyzetű hátul képzett magánhangzók esetében. Az alveoláris és a veláris zárhangok zöngelkedési ideje ugyanakkor a hátul képzett magánhangzók előtt rövidebb. A zöngelkedési idő értékei sajátos elrendeződést mutatnak a követő magánhangzó nyelvállásfokának függvényében is (a nyelv függőleges mozgása szerint). Minél magasabb a nyelvállás, annál hosszabb a VOT. Ez akusztikailag azt jelenti, hogy minél alacsonyabb az első és magasabb a második formáns frekvenciája, annál hosszabb a zöngelkedési idő értéke. A magánhangzókra jellemző ajakállás ugyancsak hatással van a zöngelkedési idő alakulására. A bilabiális és az alveoláris zárhangok esetében a VOT hosszabb, ha utána labiális magánhangzó következik, míg a veláris zárhangok esetében éppen a labiálisok előtt lesz rövidebb a zöngelkedési idő. Ez akusztikailag azt jelenti, hogy a második formánsnak van meghatározó szerepe a VOT értékének alakulásában. A zárhangot követő magánhangzó időtartamának is jelentős szerepe van a zöngelkedési idő alakulására. Minél hosszabb a magánhangzó időtartama, annál hosszabb a zöngelkedési időtartam.

A felpattanó zárhangok artikulációs különbözőségei (képzési helyük, zöngéesség) jelentkeznek az akusztikai szerkezetükben is. Az 57. ábra a zöngés és zöngétlen zármássalhangzók rezgésképét és hangszínképét mutatja egy-egy szóval szemléltetve.

A zöngétlen zárhangoknál a hangszínképről hiányoznak a zöngére jellemző függőleges vonalak. A zöngétlen zárhangok zárfelpattanási zöreje azonban intenzívebb, mint a zöngéseké. A zöngés zárhangokra jellemző a spektrogramokon jól látható zöngés zárszakasz, valamint a zárfelpattanás, amelyet formánszerű góccok jellemeznek. A bilabiálisoknál az első formáns 300–400 Hz-nél, a második formáns 600–1600 Hz-nél jelentkezik. Az alveolárisoknál az F1 értéke 400 Hz körüli, az F2-é 1300–1800 Hz közötti, a palatálisoknál és a velárisoknál az F1 300 Hz táján látható, az F2 azonban a palatálisoknál 2100 Hz-nél, a velárisoknál pedig 900–2800 Hz között jellemző. A palatális zárhangok képzésének rendszerint intenzív réseleme mind a zöngés, mind a zöngétlen mássalhangzónál megfigyelhető. A zöngétlen zárhangok zárfelpattanására jellemző zörejek frekvenciája az artikuláció függvénye. A bilabiálisoknál többé-kevésbé egyenletes elosz-

lású a 400–5000 Hz-es tartományban, az alveolárisoknál intenzív összetevők vannak 1600–2000 Hz és 3000–4000 Hz között. A palatálisokra általában a 2000–4000 Hz közötti frekvenciasávban előforduló zörejšövetevők a jellemzők. A velárisoknál intenzív zörejkomponensek 1000–3000 Hz között, kevésbé intenzívek 4000–5000 Hz között láthatók.



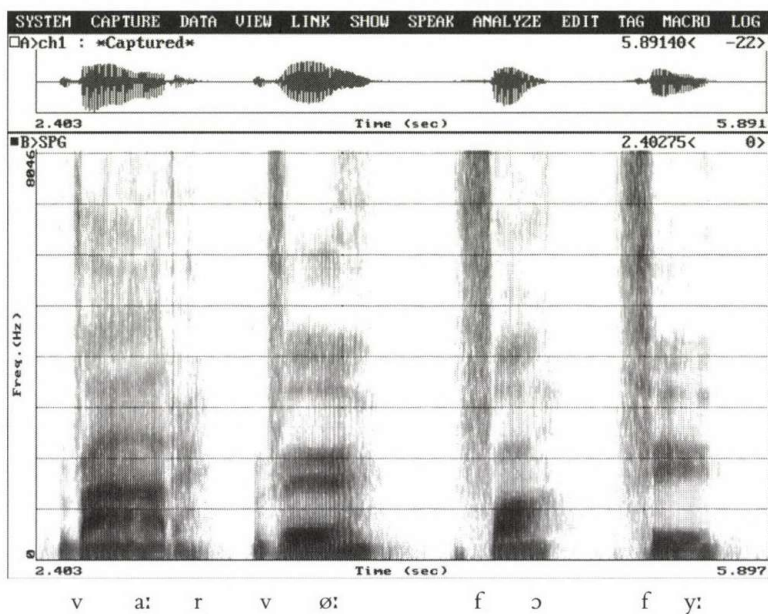


57. ÁBRA

Felpattanó zárhangok rezgésképe és hangszínképe:
 ebéd, epét; üde, étel (126. o.); agya, atya; ige, eke

RÉSHANGOK

A réshangokra vagy spiránsokra jellemző artikuláció, a szűkület a toldalékcsőben (illetőleg egyetlen esetben, a [h]-nál a gégeben) sajátos turbulens zörejt eredményez, s az ajkakat elhagyva ez a súrlódási zörejt a szűkület helyétől és típusától függően jellemző lesz a mássalhangzóra. A zöngés és a zöngétlen réshangok nem csupán a hangszalagműködésben különböznek egymástól, további artikulációs eltéréseik jól megmutatkoznak az akusztikai szerkezetükben (izomfeszülés különbsége, a szűkület relatív nagysága stb.). A zöngés és zöngétlen alveoláris és posztalveoláris spiránsok között ez az eltérés kicsiny; a labiodentálisoknál azonban szembetűnő. A zöngés labiodentális réshangokban a zörejelem kevés, a mássalhangzóra jellemzők a formánsok. A zöngétlenek zörejtartalma nagy, s mintegy 1000 Hz-től 8000 Hz-ig tartalmaznak komponenseket, ezeknek az intenzitása azonban változó (58. ábra).

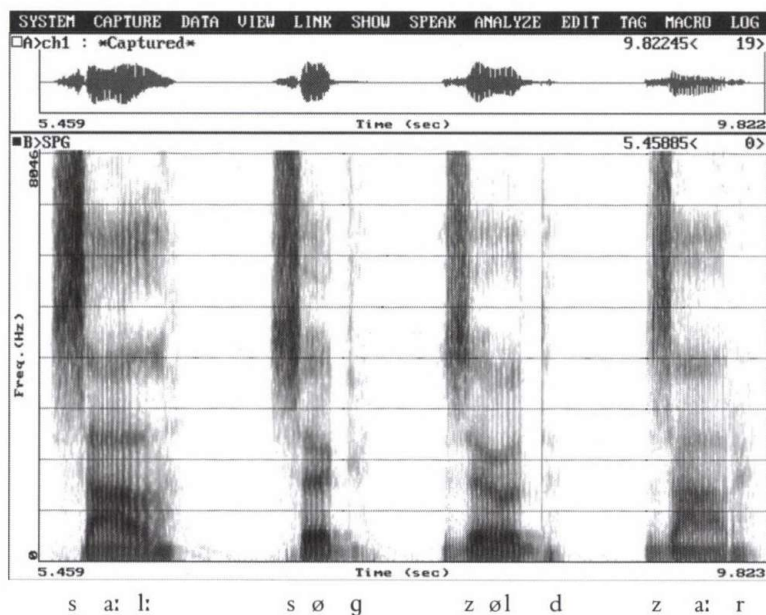


58. ÁBRA

Labiodentális zöngés és zöngétlen réshangok akusztikai szerkezete: vár, vő, fa, fű

A [v] mássalhangzó képzésének következményeként az 500 Hz alatti frekvenciatarományban a zöngének megfelelő periodikus komponenseket találjuk; a felsőbb frekvenciákon kis intenzitásúak az összetevői. A zörejkomponensek jelenléte kontextus- és ejtésfüggő. Az ábrán látható [va:] kapcsolatban csak egy rövid időtartamú, kis intenzitású zörejsík jelenik meg, míg a [vø:] hangkapcsolatban a zörejkomponens időtartama és intenzitása egyaránt nagyobb. A [v]-re jellemző első formáns 300 Hz körüli, a második formáns 800–1600 Hz közötti. A [f] esetében nem tapasztalhatók intenzív góccok, összetevői csaknem a teljes spektrumban megjelennek.

A zöngétlen résmássalhangzókra jellemző turbulens zörej az alveoláris zöngés és zöngétlen mássalhangzóknál a 4000–5000 Hz feletti tartományban intenzív és jellegzetes, gyakran 8000 Hz-ig találunk összetevőket (59. ábra). A fonetikai elemzések ritkán terjednek a 8000 Hz fölötti tartományra, noha számos beszédhang tartalmazhat gyenge intenzitású összetevőket a 10 000–12 000 Hz-es tartományban is.

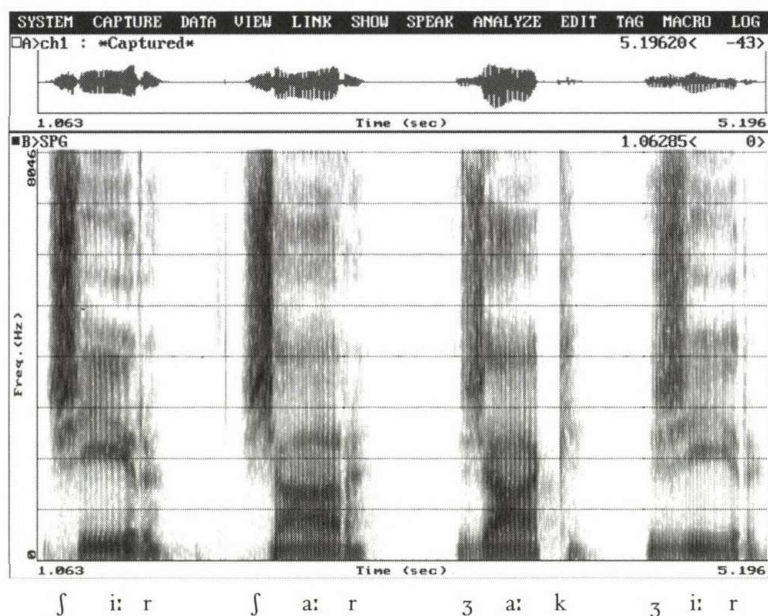


59. ÁBRA

Alveoláris zöngés és zöngétlen réshangok akusztikai szerkezete: száll, szög, zöld, zár

A posztalveoláris résmássalhangzók intenzív, jellegzetes zörejtörcsója a 3000–4000 Hz alatti tartományban látható, de a zörejnyalábok már 2000 Hz táján relatíve intenzíven megjelennek (60. ábra). A zöngés mássalhangzókra jellemző kváziperiodikus hangszalagrezgés akusztikai vetülete az alphangban mutatkozik. A zöngés mássalhangzókra – csakúgy, mint a magánhangzóknál – meghatározható az adott időtartamban jellemző F_0 -érték.

A zöngés és a zöngétlen réshangok elsősorban a zöngé meglétében, illetve hiányában különböznek, amint ezt a hangszínképek szemléltetik – csakúgy, mint a felpattanó zárhangoknál – az 500 Hz alatti frekvenciasávban látható intenzív frekvenciasáv jelenlétével, avagy hiányával (a függőleges „vonalkák” itt is a hangszalagrezgés lenyomatai). A zöngésséget illetően különböző, de egyébként azonos képzéshelyű mássalhangzók azonban – mint említettük – nem teljesen azonosak: a zörejtörcsók frekvenciasávjai és a komponensek intenzitása jellegzetesen különbözik. A zöngétlen alveoláris és posztalveoláris réshangok zörejkomponensei intenzívebbek, mint a zöngéséekéi. A zöngés alveoláris résmássalhangzóra jellemző F_1 -értékek 250–300 Hz között, az F_2 -értékek pe-

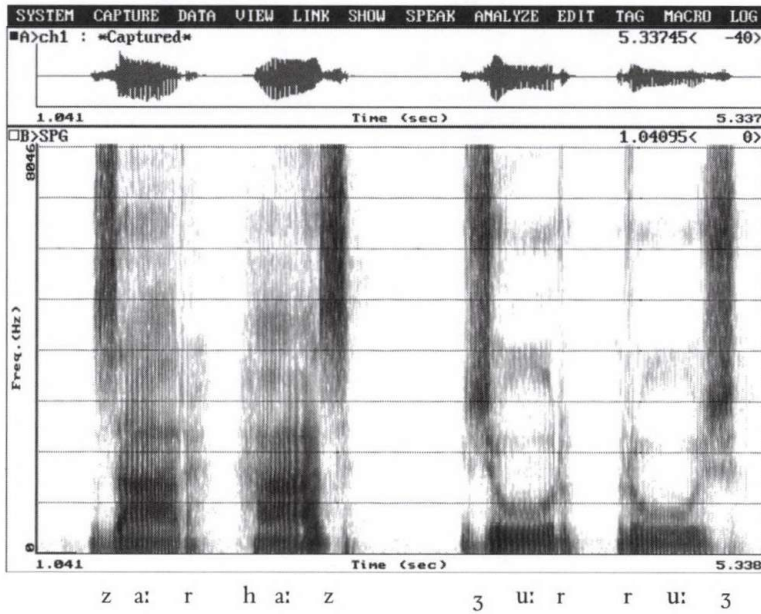


60. ÁBRA

Zöngés és zöngétlen posztalveoláris résmássalhangzók akusztikai szerkezete: sír, sár, zsák, zsír

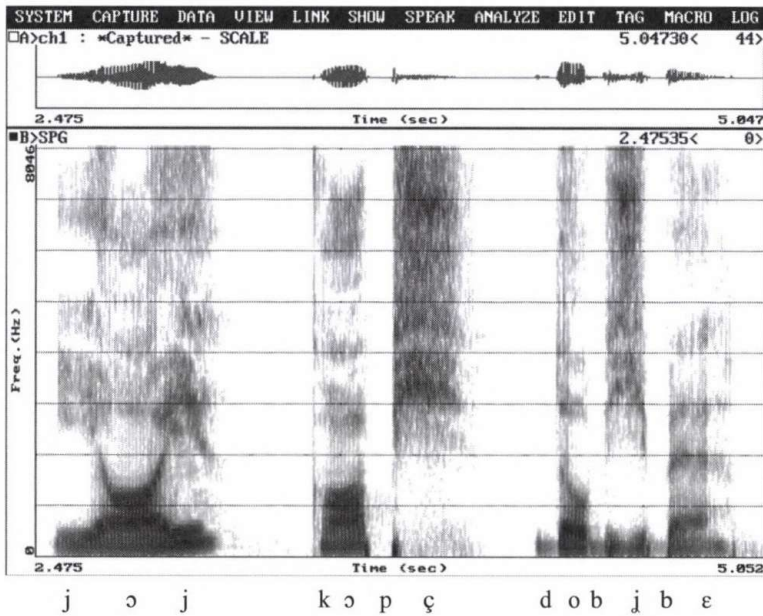
dig 1300–1800 Hz között jelennek meg. A posztalveolárisok első formánsa 250 Hz körüli, a második formánsuk az 1300–2100 Hz-es sávban mozog. Az alveoláris és posztalveoláris résmássalhangzók akusztikai szerkezete meglehetősen stabil abban az értelemben, hogy a frekvenciaszerkezetük alig mutat változást a hangsorban elfoglalt helyzetük szerint. A 61. ábra szó eleji és szóvégi helyzetű réshangok akusztikai szerkezetét szemlélteti.

A hagyományos magyar osztályozásban – mint láttuk az artikulációnál – a zöngés palatális réshang összekeveredett a palatális centrális közelítőhanggal. Az eltérő képzés következményeként az akusztikai szerkezet azonban erősen különböző. A 62. ábra egymás mellett szemlélteti a [j] közelítőhangot, valamint a palatális zöngétlen réshangot, a [ç]-t és a palatális zöngés réshangot, a [j]-t. E két utóbbi mássalhangzó meghatározott kontextusban jelenik meg; a zöngétlen réshang hangsorvégi helyzetben, zöngétlen hang után, a zöngés réshang pedig például két zöngés zárhang közötti helyzetben. Ilyen az ábrán látható *dobj be* példa. A hangszíneképek egyértelműen igazolják a három beszédhang jellegzetes különbözőségét (Menyhárt 2003b).



61. ÁBRA

Szó eleji és szóvégi réshangok akusztikai szerkezete: zár, ház, zsúr, rúzs

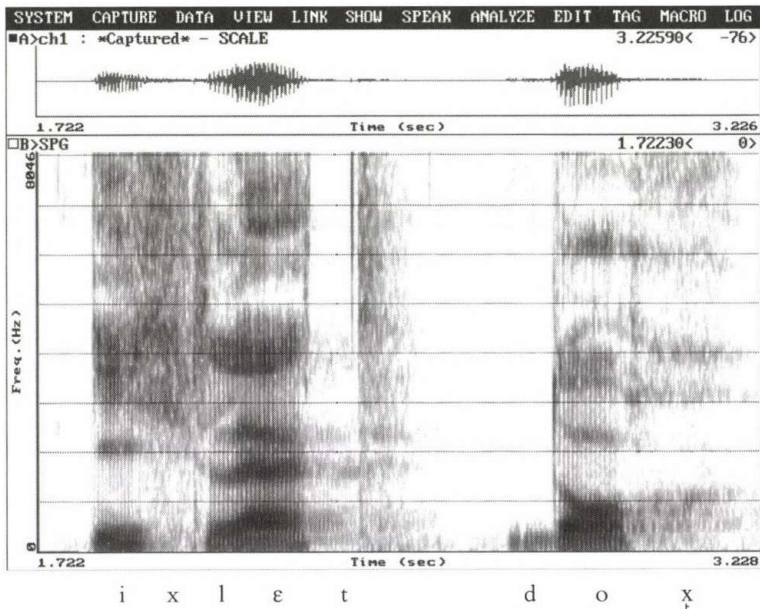


62. ÁBRA

A helyesírásban j-vel jelölt három különböző képzésű és akusztikai szerkezetű magyar mássalhangzó:
[j]a[j], kap[ç], dob[j] be

A zöngés, palatális réshang ([j]) első formánsának értéke 370 Hz körüli, a második formánsé átlagosan 2200 Hz; a mássalhangzó akusztikai szerkezetét a jellegzetes zörejkomponensek egészítik ki. A zöngétlen, palatális réshang ([ç]) zörejjösszetevői 1000 Hz és 8000 Hz között láthatók, az intenzív zörejjócok megjelenése ebben a tartományban nagymértékben ejtésfüggő.

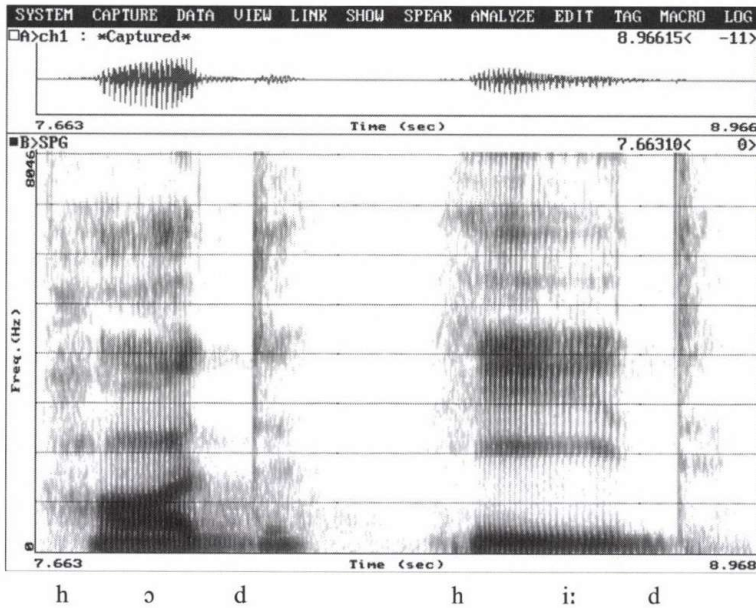
A veláris területen artikulált réshangok közül kissé hátrább képezzük azokat, amelyeket hátul képzett magánhangzók előznek meg, ilyen a *doh* vagy a *sah* hangsorvégi mássalhangzója ([x]). A 63. ábrán e két zöngétlen résmássalhangzó akusztikai szerkezete látható. A képzési hely különbözőségét mutatja, hogy a zörejjösszetevők más-más frekvenciatartományban jelennek meg. A kissé előrébb képzett hangnál 3000 Hz-től 8000 Hz-ig látunk komponenseket, a 4000–5000 Hz-es sávban intenzívebbek (lásd az *ihlet* szóban). A hátrább képzett mássalhangzó esetében intenzívebb zörejjösszetevők jelennek meg az 500–1100 Hz-es és a 3000–4000 Hz-es tartományban, míg a magasabb frekvenciákon a komponensek intenzitása jellegzetesen csökken (lásd a *doh* szóban). A zöngétlen, veláris résmássalhangzók bizonyos hangkörnyezetben zöngésedhetnek, így jönnek létre a zöngés, veláris réshangok ([ɣ]). A zöngésedésük mértéke – csakúgy, mint a laringális zöngés réshangok esetében – különböző.



63. ÁBRA

Az *ihlet* és a *doh* szavak akusztikai szerkezete

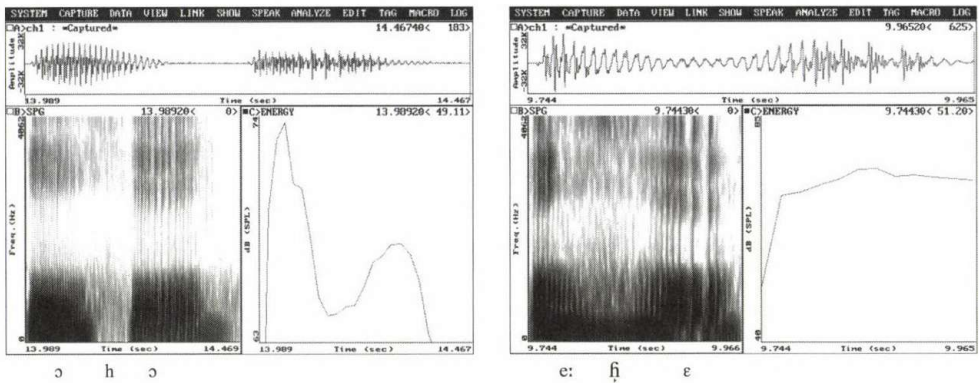
A laringális (vagy glottális) réshangra általában a teljes frekvenciatartomány nagyobb részében megjelenő, változóan intenzív zörejkomponensek a jellemzők. A mássalhangzót követő magánhangzó hatással van a zörejkomponensek megjelenésére (64. ábra). Kontextushatás következményeként a [h] mássalhangzó zöngésedhet, a zöngésedés mértéke azonban változó és több tényező függvénye. A 65. ábrán a zöngétlen és a zöngés laringális réshangot szemléltetjük, a rezgésképen túl a hangszínkép és az intenzitásgörbe is jól jellemzi a mindenekelőtt a zöngéségben különböző résmássalhangzók akusztikumát. Az *aha* szóban a mássalhangzó zöngétlen, az *éhe* szóban zöngés.



64. ÁBRA

A zöngétlen, laringális résmássalhangzó akusztikai szerkezete: had, híd

A [h] mássalhangzó két zöngés beszédhang (leggyakrabban magánhangzó) között jelenik meg. Az eddigi kutatások szerint a mássalhangzó zöngésedése, illetőleg zöngésedésének mértéke elsősorban az adott kontextus, a hangsúlyviszonyok, a beszélő artikulációja vagy a beszédtempó függvénye. Mindezek következtében nem lehet egyértelműen előre jelezni a zöngés [h] előfordulását.



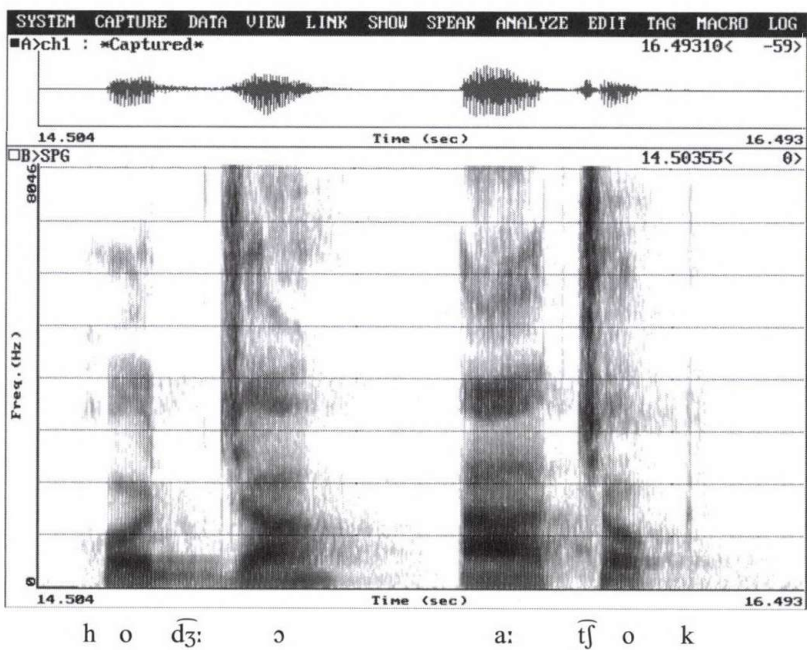
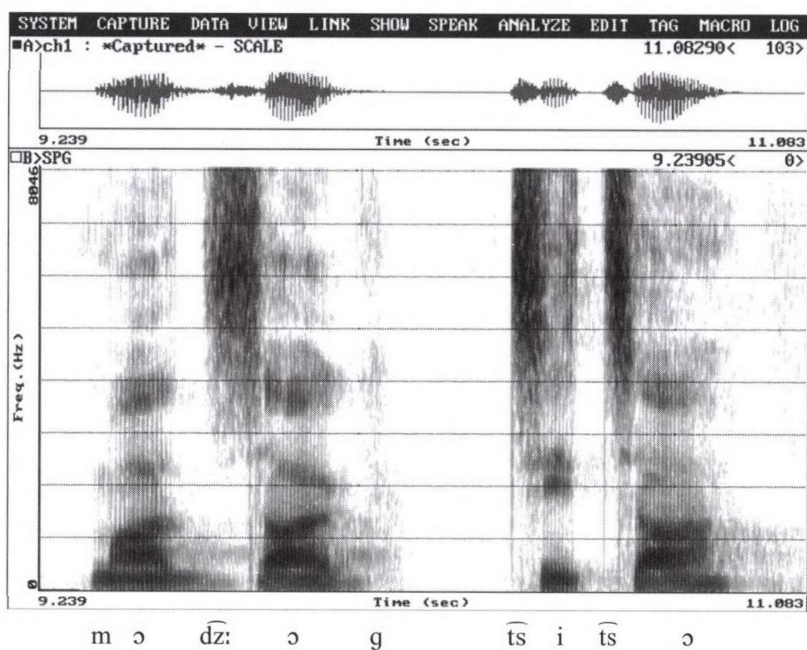
65. ÁBRA

Az aha és éhe szavak ejtéséről készült rezgőkép, hangszínkép és intenzitásgörbe

ZÁR-RÉS HANGOK

A zár-rés hangokkal kapcsolatos vita alapkérdése az, hogy egyeshangok-e vagy kettőshangok („mássalhangzó-diftongusok”). A magyar [ts, tʃ, dz, dʒ] belső artikulációs-akusztikai szerkezetéről Gombocz–Meyer (1909) közli az első adatokat. Vizsgálatukban a zöngétlen mássalhangzók zárképzése és időszerkezete azonos sajátosságokat mutatott. Az időszerkezetben az első elem (a szerzők hangkapcsolat-felfogásában megfogalmazva a „szorosan vett explozíva”) egyfelől a megfelelő zárhanghoz (azaz a [t]-hez) viszonyítva lerövidült, másfelől a réselemnél lényegesen rövidebb volt. A zárképzés tökéletlenségére vonatkozó megfigyelést legegységertelműbben Bakó (1937) kísérlete látszik megerősíteni, amelyben más (korábbi és későbbi) palatografikus vizsgálatokkal ellentétben a rövid affrikáták szájpaddásfelvételein zár helyett több esetben valóban „nyelvcsatorna” figyelhető meg. A szerző szerint e nyelvrés csak bizonyos fonetikai helyzetekben alakul zárrá, a teljes orális zár képzése csak a hosszú mássalhangzóknál történik meg szabályszerűen. (Ennek alapján Bakó az affrikátákat „erősen szűkített nyelvréssel képzett réshangként” határozza meg.) A legkorábbi kimografikus elemzéseket* leszámítva (Hegedűs 1958), az akusztikai vizsgálatok eredményei (pl. Fónagy–Szende 1969; Vértes O. 1982b; Kovács 2002a) egyöntetűen amellel szólnak, hogy a teljes zár akusztikai lenyomata az affrikátáknál az esetek túlnyomó többségében megfigyelhető, a zár- és a résmozzanat (de nem a zárfelpattanás és a réselem spirantikus zöreje) tipikusan elkülöníthető. Az alveoláris és posztalveoláris affrikáták a magyarban vitathatatlanul egyeshangok (66. ábra). Az affrikátákra az azonhelyi képzésű réshangok zörejkomponensei jellemzők, esetükben azonban a jellegzetes frekvenciasáv általában feljebb tolódik. A zöngések formánsszerkezete megegyezik a homorgán réshangokéval.

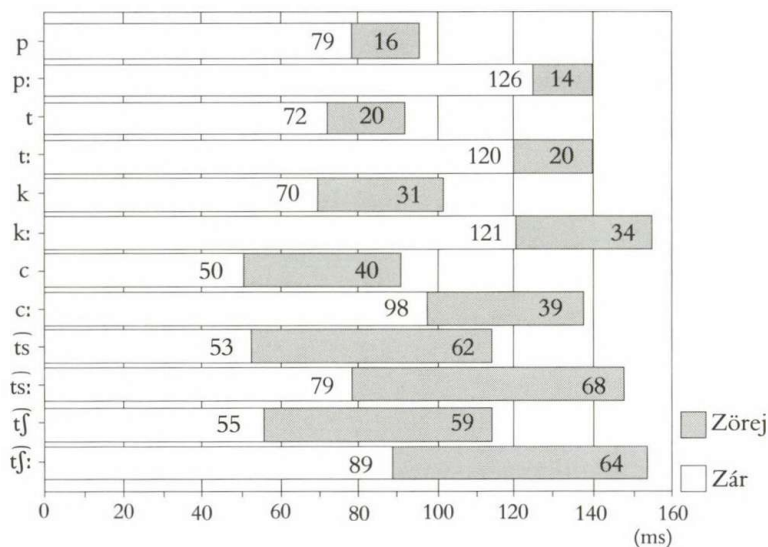
* A kimográfáról lásd a történeti fejezetben.



66. ÁBRA

Zöngétlen és zöngés affrikáták hangszíne: madzag, cica, hodzsa, ácsok

A zárhangok időszerkezetével összehasonlítva a zár-rés hangokat, nyilvánvaló a közöttük lévő különbség. Ez azonban a – korábban már említett – palatális képzéshelyű mássalhangzóknál (a [j, c]-nél) nem feltétlenül egyértelmű (ez eredményezi megítélésükben a szakemberek megosztottságát). A 67. ábra a zárelem és a zörejelem időtartamának ábrázolásával egymáshoz viszonyítva szemlélteti a nyelvileg rövid és hosszú zöngétlen zárhangokat és zár-rés hangokat (Kovács 2000).



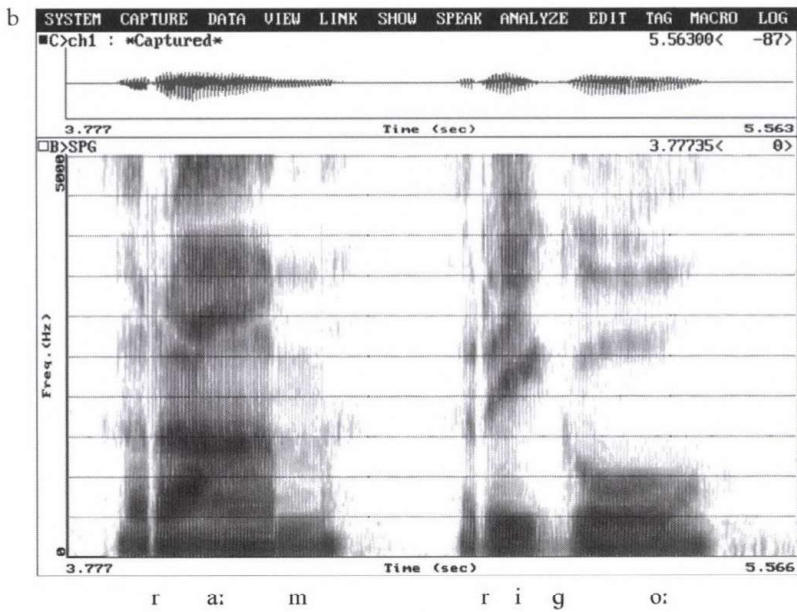
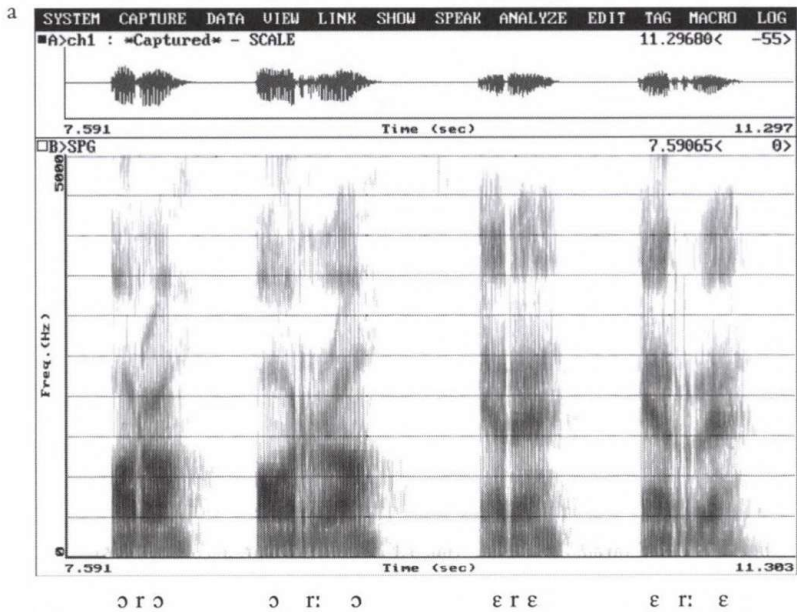
67. ÁBRA

Zárhangok és zár-rés hangok időszerkezetének átlagértékei

Az időszerkezeti arányok alátámasztják azt, hogy a palatális zárhangok rokonságot mutatnak mind a valódi zárhangokkal, mind az affrikátákkal. A beszélők ejtésében – gondozott és ma közepesnek ítéltető tempó esetén – a zöngétlen palatálisok időszerkezetében mind „zárhangszerű”, mind „affrikátaszerű” vonások fellelhetők. „Zárhangszerű” vonás, hogy a [c] összidőtartama nem haladja meg a [p, t, k]-ét, míg a [tʃ, ts]-k hosszabbak; a [c:] zárszakaszának időtartama – rövid párjáéhoz viszonyítva – a [tʃ:, ts:] -t meghaladó mértékben nyúlt, s így arányaiban közelebb áll a [k:] -hoz, mint az affrikátákhoz. Ugyanakkor a [c] relatíve nagy beszélőnkénti változékonyságot mutat; az átlagos zárarányokat figyelembe véve időszerkezete némileg közelebb állt a vitathatatlanul zár-rés hangoknak osztályozott mássalhangzókéhoz.

PERGŐHANGOK

Az artikulációs konfiguráció tárgyalásánál említettük, hogy a nyelvileg rövid magyar pergőhang leggyakrabban egy perdületű; a hosszú [r] mássalhangzó esetében két, ritkábban 3 perdületet tapasztalunk (68a ábra). A pergőhang jellegzetessége, hogy a mássalhangzó pergetésekor a mechanikus oszcilláció mintegy 20–35 Hz (Shadle 1999), valamint hogy a harmadik formáns többnyire alacsony frekvenciájú.



68. ÁBRA

Rövid és hosszú pergőhangok akusztikai szerkezete

a) ara, arra, ere, erre,

b) a pergőhang abszolút szó eleji helyzetben: rám, rigó

A perdületek száma jól látható a hangszínképen; az egyetlen perdület vékony, világos sávként választja el a két magánhangzót (vö. *ara* és *ere*), azonban mindkét esetben egyértelműen tapasztalható a folyamatos zöngképzés akusztikai következménye. A két perdületű hosszú pergőhang szerkezetében a nyelv pergetésének következtében létrejövő zörej figyelhető meg (ez hasonlatos a felpattanó zárhangok felpattanását jelző akusztikai lenyomathoz, de nem azonos vele, mivel az artikuláció a két hang esetében különböző). A pergőhangok jellemző első formánisa 500 Hz körül, a második formánusuk pedig 1400 Hz táján jelentkezik.

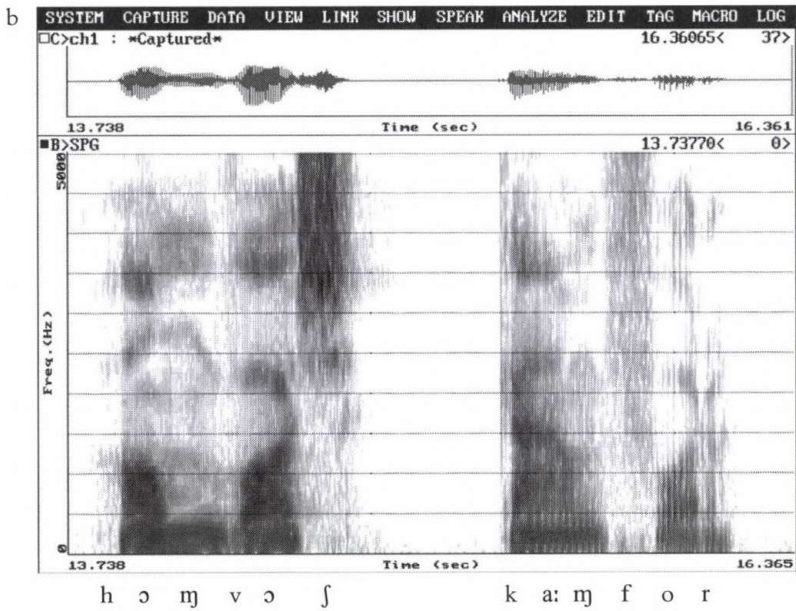
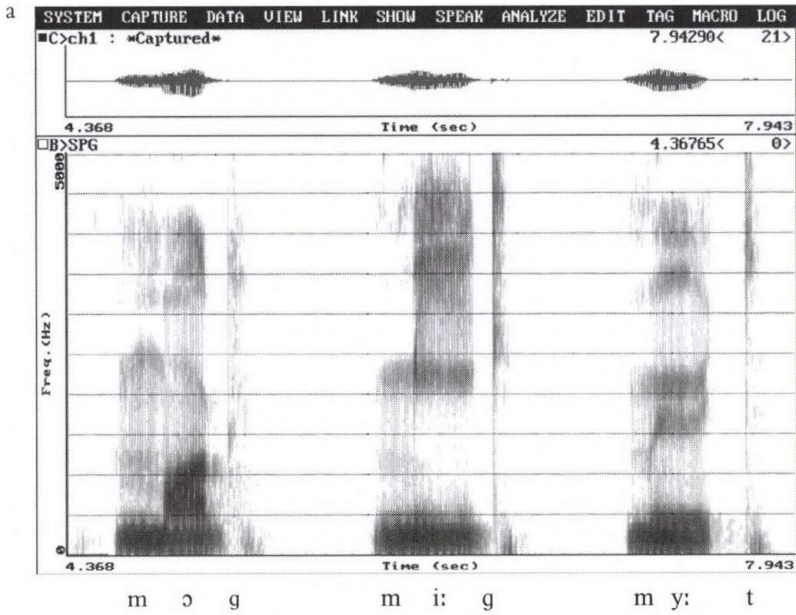
A pergőhang abszolút szó eleji helyzetben sajátos akusztikai lenyomattal jellemezhető. A zöngképzés már megkezdődött (a hangszalagok rezegnek), ugyanakkor a mássalhangzóra jellemző képzőmozgások mintegy késésben vannak, a nyelv pergetése csak akkor kezdődhet meg, amikor a tüdőből kiáramló levegő az alveoláris területre megérkezett. Nem abszolút szó eleji helyzetben ez nem látható a hangszínképen, hiszen a hangátmenetek mintegy „elrejtik” ezt a késést. A 68.b ábrán #CV* helyzetben látható a [r] mássalhangzó. A zöngképzés időtartama mintegy 80 ms, amelyet a jellegzetes artikulációnak megfelelő akusztikai lenyomat követ. Ha nem tudnánk, hogy a hangszínképen abszolút szó eleji helyzetben lévő pergőhangot látunk, akkor a fentebb leírt artikulációs sajátosság egy [ə]-szerű, semleges magánhangzó akusztikai lenyomatának a benyomását keltené. Ennek a hangrészetnek 500 Hz és 1500 Hz táján látható formánsképződménye.

NAZÁLISOK

Az orrhangú mássalhangzók akusztikai szerkezetében jól követhetők képzési sajátosságaik. Zöngés gerjesztésűek, egyszerű a szerkezetük, vagyis összetevőik lényegében nem változnak a képzés teljes tartamában. A nazálisok formánsokkal és antiformánsokkal egyaránt jellemezhetők. Az 'antiformáns' (vagy más szóval antirezonancia) az akusztikai energia erőteljes csökkenése egy adott frekvencián (és a környezetében), amely egy alrendszer rezonanciás hatása, ez jelen esetben a nazális üreg (Johnson 2000). Az antiformáns a legalacsonyabb a [m] mássalhangzónál, valamivel magasabban van a [n]-nél, míg a legmagasabb (és néha nehezen azonosítható) a [ŋ] mássalhangzónál.

A két ajakkal képzett nazálisok, valamint a labiodentális nazális mássalhangzók intenzív formánsszerkezetet mutatnak (69. ábra); a labiodentálisok első formánisa kissé magasabb frekvenciaértéken jelenik meg, mint a bilabiálisoké. A két ajakkal képzett nazálisok jellemző formánsai 300–400 Hz, 1200 Hz és 2100 Hz táján; míg a labiodentálisoknál 400–500 Hz, 1100 Hz, 2000 Hz és nemritkán 4000 Hz táján láthatók (csökkenő intenzitásértékekkel).

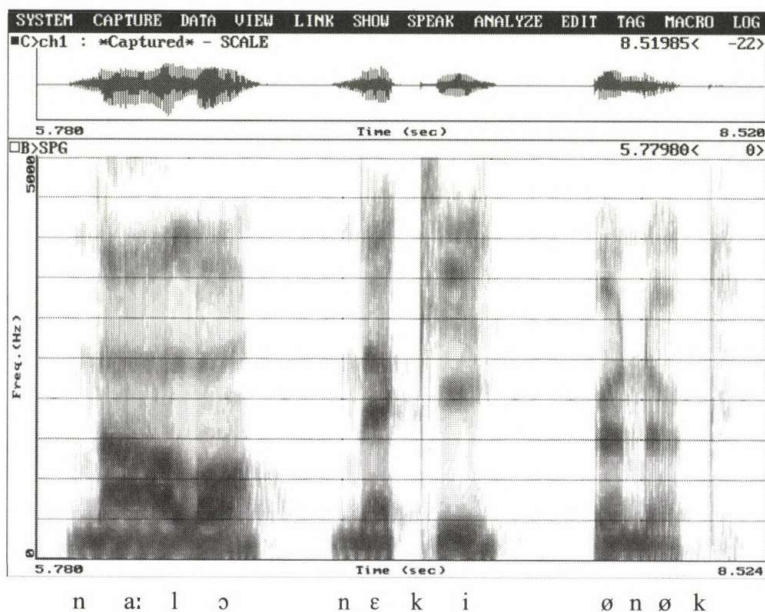
* A # jel az abszolút szó eleji vagy abszolút szóvégi helyzetet jelzi.



69. ÁBRA

Bilabiális nazális mássalhangzók (a) és labiodentális nazálisok (b) akusztikai szerkezete: mag, míg, mût, illetve hamvas, kámfor

Az alveoláris orrhangú mássalhangzók elmosódottabbak, a formánsaik intenzitása kisebb, mint a bilabiális és labiodentális nazálisokéi (70. ábra). Az első formánsuk 300–400 Hz-nél jelentkezik, a második és a harmadik formáns – kis intenzitása miatt – gyakran nem is látható a szokásosan használt hangszíneképen. A második és harmadik formánsok 1500 és 2200 Hz táján jelennek meg. Jellegzetes a nazalitást mutató 1000–1200 Hz közötti formáns megjelenése valamennyi orrhangú mássalhangzónál; ezek intenzitása azonban különböző. Az amerikai angol orrhangú mássalhangzókra további jellemző nazális frekvenciákat is kimutattak: 400–500 Hz-nél és 2000 Hz-nél (Stevens 1998).



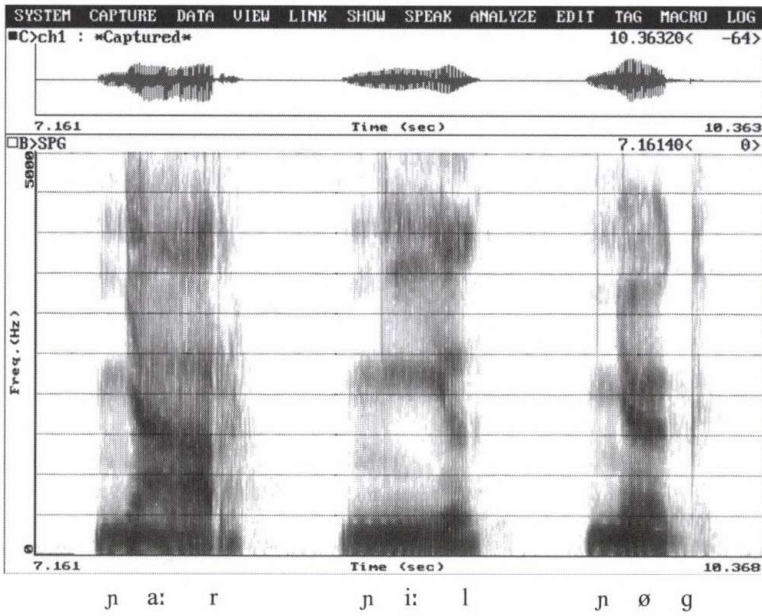
70. ÁBRA

Alveoláris nazális mássalhangzók akusztikai szerkezete: nála, neki, önök

A nazális mássalhangzók esetében nincs átmenet a szomszédos magánhangzókhoz, ami artikulációs sajátosságaik következménye. A hangszíneképen szinte egyenes vonal húzható a nazális mássalhangzó vége és az azt követő magánhangzó kezdete közé.

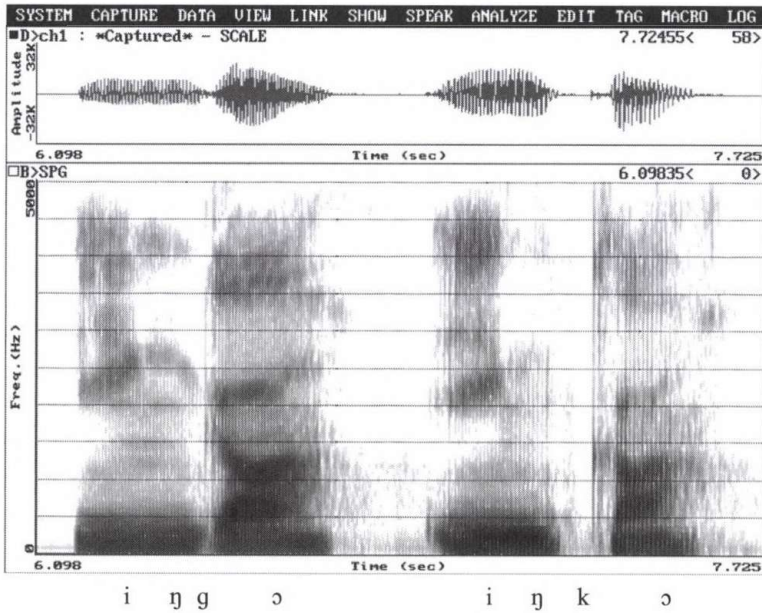
A palatális nazálisok formánszerkezete mind a bilabiálisokéhoz, mind az alveolárisokéhoz hasonló, a 300–400 Hz körüli első formánst 1100 Hz táján egy kis intenzitású F2, majd 2000 Hz-nél egy nagyobb intenzitású F3 követi. Bár a nazális mássalhangzó összetevői nem hajlanak a következő magánhangzó formánsaihoz, a magánhangzó mutat illeszkedést a palatális nazálishoz, főleg a második formánst illetően (71. ábra).

A veláris orrhangú mássalhangzók – hasonlóan a labiodentálisokhoz – a koartikuláció következményei. A veláris helyen képzett nazálisok akusztikai szerkezetére is jellemzők a korábban elmondott spektrális eloszlások (72. ábra).



71. ÁBRA

Palatális nazálisok akusztikai szerkezete: nyár, nyíl, nyög



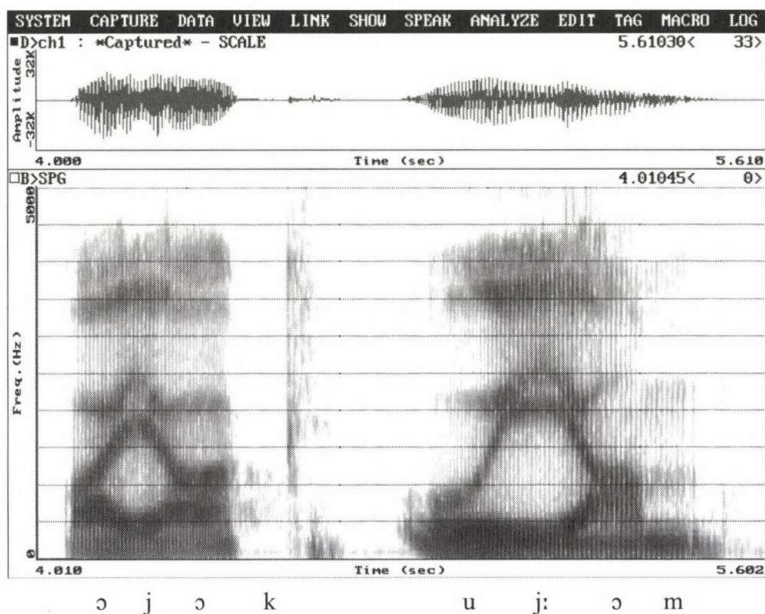
72. ÁBRA

Véláris képzéshelyű nazálisok akusztikai szerkezete: inga, inka

A nazális mássalhangzókra általában jellemző 400–500 Hz körüli első és az 1000 Hz fölötti második formáns a [ŋ]-nél is megjelenik. Hasonlóképpen nem jellemzi átmenet a szomszédos magánhangzóhoz, mint azt a többi orrhangú mássalhangzónál is láttuk. Ha a képzési hely szempontjából elemezzük a nazális mássalhangzókat, akkor azt látjuk, hogy minél távolabb képezzük őket az ajkaktól, annál inkább csökken a felsőbb frekvenciákon lévő összetevők intenzitása.

KÖZELÍTŐHANGOK

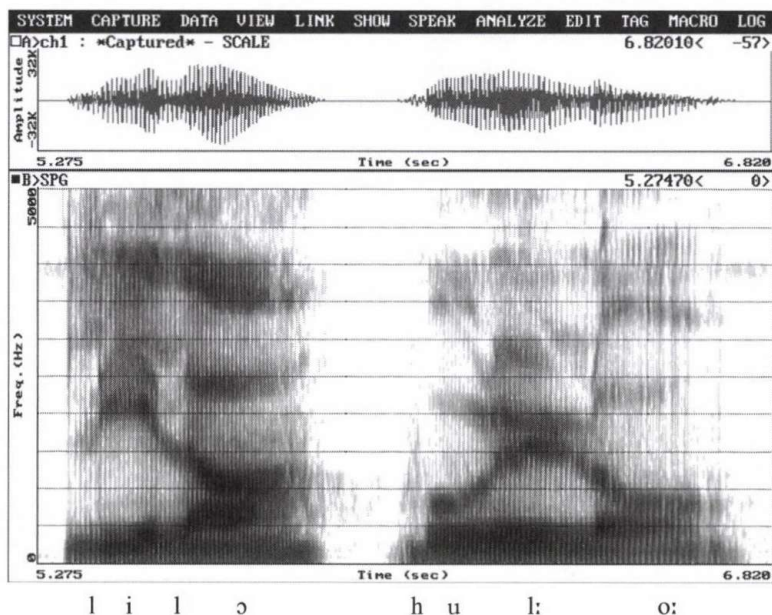
A magánhangzók képzéséhez hasonló képzésű mássalhangzók akusztikai szerkezete – várhatóan – hasonló lesz a magánhangzókéhoz (73. ábra). Némely esetben az akusztikum alapján nehezen különíthető el például az [i] magánhangzó és a [j] mássalhangzó. A közelítőhangok koartikulációs hatása nagy, a formánsmozgások a veláris magánhangzók szomszédtságában szembetűnők a hangszínképeken. A palatális approximáns ([j]) formánisa 300–600 Hz között szór, a második formáns értékei 1500–2900 Hz közöttiek.



73. ÁBRA

A (centrális) közelítőhangok akusztikai szerkezete: ajak, ujjam

Az oldalrèssel képzett (laterális) közelítőhangra is jellemző az antiformáns megléte. A [l] hang akusztikai szerkezete szintén magánhangzószerű, a formánsai jól meghatározhatók. A harmadik formánsának relatíve magas a frekvenciája (74. ábra). A [l] első formánisa átlagosan 350 Hz, a második formánisa 1300–1600 Hz között található. A magánhangzók környezetében jól láthatók a hangátmenetek a közelítőhang tiszta fázisához.



74. ÁBRA

A lila és a hulló szavak rezgésképe és hangszínképe

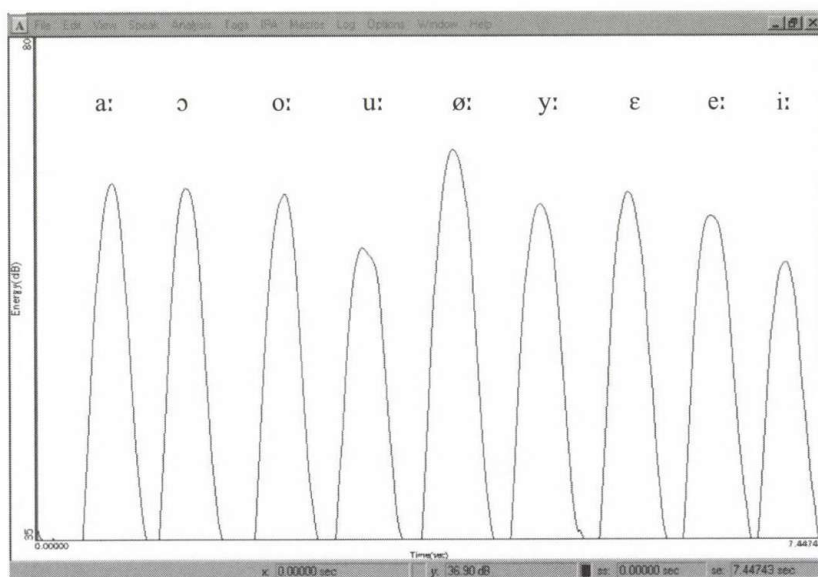
Az ábrán ismét jól látható a laterális közelítőhangok akusztikai hasonlósága a magánhangzókhoz. Mindkét fonetikai pozícióban megállapíthatók a formánsok, s illeszkedésük azonos a két szomszédos magánhangzónál tapasztalható frekvenciailleszkedéssel. Különösen szemléletesen mutatkozik ez a nyelvileg hosszú, két hátul képzett magánhangzó közötti (intervokális helyzetű) [l:] esetében.

A beszédhangok alaphangmagassága és specifikus intenzitása

A hangszalagok fiziológiai és működési különbözősége eredményezi a beszéd **alaphangmagasságában** bekövetkező változásokat. Az artikuláció során egy adott artikulációs konfiguráció egy adott hangmagassággal jellemezhető (zöngés hangok esetében). A magyar magánhangzók alaphangmagasságának átlagértékei Magdics (1965) és Bolla (1995) mérései alapján a következők. A szórásértékek női ejtésben: 166–240 Hz, férfi ejtésben: 80–148 Hz. A nők és a férfiak adatai közötti különbség a hangszalag méreteinek eltéréseiből következik. A nők alaphangja magasabb, mint a férfiaké, s ez a különböző magánhangzók artikulációjakor is jelentkezik. A hangsúlyos magánhangzók esetében is gyakoribbak a rezgések mindkét nem esetében. A legalacsonyabb alaphangértékeket a férfiak hangsúlytalan helyzetű magánhangzóinak ejtésekor tapasztaljuk.

A mássalhangzók esetében alaphangmagasságról értelemszerűen csak a zöngés hangoknál beszélhetünk. A szóráserkékek női ejtésben: 160–218 Hz, férfi ejtésben: 70–163 Hz. Az alaphangmagasság értékei nem függetlenek a zöngé paramétereitől, vagyis fiziológiailag meghatározottak. Hosszabb közlés esetén az akaratlagosan létrehozott beszéd-dallam is befolyásolja az aktuális frekvenciaértékeket. A hangmagasság és az intenzitás összefügg egymással; a hangerősség növekedése következményesen a hangmagasság emelkedésével jár együtt.

A beszédhangok **specifikus intenzitásának** a meghatározása meglehetősen nehéz, mivel a különböző kontextusokban eltérő értékekkel fordulhatnak elő. Például egy [j] mássalhangzó intenzitása lehet -4 dB, avagy -15 dB a hangkörnyezettől függően (0 dB az [a:] magánhangzó intenzitása mint viszonyítási alap). A magyar magánhangzók specifikus intenzitásértékeiről találunk adatokat az irodalomban. Az [a:]-hoz (0 dB) viszonyítva $-1,3$ dB-nek mérték az [ɛ], -2 dB-nek az [ɔ], $-3,2$ dB-nek az [ø], $-3,6$ dB-nek az [e:], $-7,2$ dB-nek az [i], $-5,1$ dB-nek az [o], $-10,6$ dB-nek az [u] és -7 dB-nek az [y] intenzitásértékét (Fónagy–Baráth 1966; Olaszky 1985). Izolált ejtésben meglehetősen nehéz olyan feltételeknek megfelelni, hogy csak a magánhangzó minősége változzon, de például a kiáramló levegő mennyisége vagy az izmok feszülése állandó maradjon. Ezért a 75. ábrán csupán a szemléltetést szolgálják az izolált ejtésű magánhangzók specifikus intenzitásai, amelyek egyetlen bemondás alapján készült mérések.

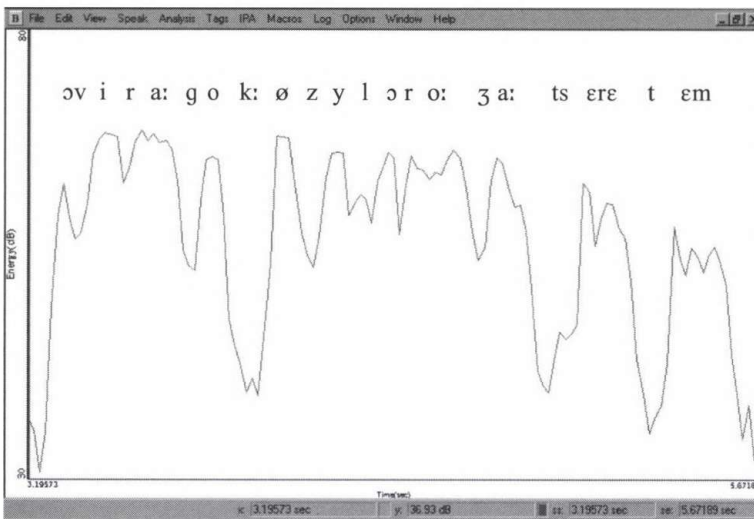


75. ÁBRA

Izoláltan ejtett magánhangzók egymáshoz viszonyítható intenzitása

A mássalhangzók esetében a specifikus intenzitás sorrendjének felállítása nehézségekbe ütközik. Problémát jelent az összetett szerkezetű mássalhangzók intenzitásának a meghatározása, hiszen értelemszerűen más-más értékekkel realizálódik például a zöngés

zárhangok zöngérésze és a zárfelpattanása. A magánhangzókhoz viszonyítva rendszerint kevésbé intenzívek a közelítőhangok és a nazálisok, valamint a pergőhang. Az intenzitás szórásértékeinek alapján megállapítható, hogy az alveoláris és a posztalveoláris zöngétlen réshangok azonban akár a magánhangzókéhoz hasonló intenzitásúak is lehetnek. A legkevésbé intenzívek általában a zöngés alveoláris és a posztalveoláris réshangok, a [v], az affrikáták és a zárhangok, végül a [f] és a [h]. Hangsúlyozzuk azonban, hogy ezek a megállapítások a mindenkori kontextus és fonetikai pozíció, valamint a szupraszegmentális szerkezet függvényében változhatnak. Tény, hogy a többször emlegetett hangzósági sorrend (lásd *A fonetika és a fonológia határán* című fejezetben) nem feltétlenül következik a fizikai tényekből. A 76. ábra egy mondat intenzitás szerkezetének ábrázolásával azt szemlélteti, hogy az egyes beszédhangok intenzitása milyen erőteljesen változhat az említett tényezőktől függően.



76. ÁBRA

Az A virágok közül a rózsát szeretem közlés intenzitás szerkezete

Különbség van a két [ɔ] intenzitása között, pedig mindkettő névelő a mondatban, de más-más szintaktikai helyzetben. A fonetikai pozíció hatását jól mutatja az [e] magánhangzók csökkenő intenzitása az utolsó szóban. A szakirodalomban a legintenzívebbnek tekintett [a:] magánhangzó az adott hangsorban hol a kevésbé intenzív [i]-vel, hol pedig az [ø]-vel mutat hasonló értéket. Jól látszik ugyanakkor a magánhangzók és a mássalhangzók intenzitáskülönbsége, például a zöngétlen hangok esetében; a szonóránsoknál ez azonban már csak tendenciaszerűen érvényesül. Hasonlóan sajátos és kontextusfüggő az obstruenseknek az adott példában mért intenzitásértéke is.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az egyes artikulációs mozgások meghatározott tartamban történnek, és jellemzők az adott artikulációs gesztusra. Az artikulációs mozgások összessége meghatároz egy beszédhangot, s ez ismét egy jellegzetes időtartamot tételez fel. Minél összetettebb egy beszédhang, annál valószínűbb, hogy a tartama is hosszabb lesz. A beszéd bármely részének időszerkezete elemezhető az adott céltól függően, így a belső időszerkezet, a beszédhangok, a hangátmenet időviszonyai, a hangkapcsolatok, szótagok vagy szavak időértékei. A beszéd szegmentumainak temporális sajátosságai számos tényező függvényei, ilyen a beszédtempó, a beszédészlet tartama, a jelentéses egységek hossza, a hangsorban elfoglalt helyzet, hangsúly, hangerő stb. A nyelvi időtartam és a fizikai időtartam tendenciaszerűen megfeleltethető egymásnak, azonban az értékek átfedéseket mutatnak. A nyelvi rövid magánhangzók és mássalhangzók fizikai időtartama általában rövidebb, mint a nyelvi hosszúaké; számos tényező hatásának következtében azonban eltérések is tapasztalhatók.

A magánhangzók kváziperiodikus hangok, a periódusoknak a hangszínképen függőleges vonalak felelnek meg. A magánhangzók formánsszerkezetét általában az első három formáns (F1, F2, F3) frekvenciaértékével adják meg. A köznyelvi magánhangzók formánsai az egyéni artikuláció, a fonetikai kontextus és pozíció, avagy a hangsúlyviszonyok következtében is igen különbözők. Az egyes magánhangzókra kapott formánsfrekvencia-adatok egy személy ejtésén belül is jelentős szóródást mutatnak. A magyarban rendszerint az első formáns a legintenzívebb, a további formánsok intenzitásértéke csökken. A formánsok kimutatására többféle elemzési eljárás is rendelkezésre áll; attól függően kell a vizsgálati módszert megválasztani, hogy mi a kutatás célja. A harmadik formáns (F3) a beszélő személy egyéni ejtésére vonatkozóan is adhat valamelyes információt; a magyarban általában csak másodlagosan jellemzi a magánhangzót. A magánhangzók akusztikai szerkezetét a formánsok sávészélességével is jellemezzük (B1, B2, B3). A magánhangzók formánsainak frekvenciaértéke sutogott ejtésben általában magasabb, mint a megfelelő zöngés változatokéi.

A mássalhangzókat akusztikailag a gerjesztés és a keletkezett akusztikai szerkezet szerint kategorizáljuk. Egy részük kváziperiodikus, zöngés hang; más részük zöngés-zörejes, azaz kevert típusú mássalhangzó. A zöngés zörej mássalhangzók zöngésségének erőssége és tartama változó lehet. Vannak olyan mássalhangzók is, amelyek teljesen zörejesek, semmiféle periodikus rezgés nem jellemzi őket, ezek a zöngétlen mássalhangzók. Az obstruenseket gyakran „igazi” mássalhangzóknak is nevezik. Képzésükkor a vokális traktuson áthaladó levegő útja vagy tökéletesen el van zárva (zárhangok), vagy egy szűkület képezi az akadályt (réshangok), avagy az előbbi kettő kombinációja következik be (zár-rés hangok). A zöngétlen mássalhangzók hangszínképén nincsenek a periodikus hangszalagrezgést jelző függőleges vonalak.

A hangképzés módját tekintve igen különféle felpattanó zárhangok léteznek a világ nyelveiben. A nyelvi sajátosságoktól függően különféle és többszörös akusztikai kulcsok definiálják őket. A zár-felpattanási zörej utáni szakasz a magánhangzóhoz vezető átmenet (ezt nevezik zöngelkedési időnek, a rövidítése VOT). A zöngelkedési idő értéke a

zöngétlen zárhangoknál nyelvenként változhat. A résmássalhangzókra jellemző turbulens zörej a képzési hely függvényében akusztikailag más és más frekvenciatartományban jelentkezik. A laringális (vagy glottális) réshangra általában az alsóbb frekvenciatartományban megjelenő, nem túl nagy intenzitású zörejkomponensek a jellemzők. A zár-rés hangoknál a teljes zár akusztikai lenyomata az esetek túlnyomó többségében megfigyelhető, a zár- és a résmozzanat az akusztikai szerkezetükben jól elkülöníthető. A nazális mássalhangzók esetében nincs átmenet a szomszédos magánhangzókhoz, ami artikulációs sajátosságaik következménye. A pergőhang jellegzetessége, hogy pergetéskor a mechanikus oszcilláció mintegy 20–35 Hz, valamint hogy a harmadik formáns többnyire alacsony frekvenciájú. A közelítőhangok akusztikai szerkezete – várhatóan – igen hasonló lesz a magánhangzókéhoz.

A hangszalagok fiziológiai és működési különbözősége eredményezi a beszéd alaphangmagasságában bekövetkező változásokat. A beszédhangok specifikus intenzitásának a meghatározása azért nehéz, mert az egyes magánhangzók és mássalhangzók a különböző kontextusokban eltérő értékekkel fordulhatnak elő.