

OLASZY GÁBOR

A BESZÉDHANGOK BELSŐ IDŐSZERKEZETE

Az MTA Nyelvtudományi Intézete
1250 Budapest, Szentháromság utca 2.

A dolgozat az időszerkezet egy speciális, ezideig nem igen kutatott területét, a beszédhangok belső időszerkezetét érinti. A beszédhangok belső időszerkezetére, annak fontosságára a beszéd szintetizálási kísérletek során derült fény. A hangok belsejében lejátszódó folyamatok (amplitúdóváltozások, frekvenciaszerkezeti módosulások) idővetületének vizsgálata egyrészt pontosabbá teszi a hangról alkotott képet, másrészt a beszédjel időszerkezeti viszonyai szempontjából olyan fontos belső szerkezeti elemekre derít fényt, amelyek a beszédjel pontos leírásakor nélkülözhetetlenek. Ezen felül az időszerkezet ismerete segítséget adhat alapvető kérdések jobb megértéséhez, mint például egyes hangok osztályba sorolási kritériumai vagy egyes hangkapcsolódások időszerkezeti szempontból vizsgált működésmechanizmusa stb.

A dolgozat az összes magyar köznyelvi beszédhang belső időszerkezeti viszonyait tárgyalja és rendszerbe foglalja az egyes időszerkezeti elemek aktuális megjelenését is (pl. fonetikai helyzettől függő, hangkapcsolódásra jellemző stb.). A közzölt rendszer és adatai segítségével általánosságban minden hangsor legjellemzőbb időszerkezeti elemei kijelölhetők, így fonetikai vizsgálatokhoz, automatikus, gépi beszédelőállítási és beszéd felismerési feladatok megoldásához, szegmentálási problémák kutatásához, gépi beszédfeldolgozási feladatok megoldásához stb. jó támogatást nyújt.

Bevezetés

A beszéd akusztikai szerkezetének vizsgálatakor elsősorban a beszédhangok, a hangkapcsolódások, valamint a szuprasegmentális építőelemek frekvenciaszerkezetét és intenzitás szerkezetét kell az idő függvényében vizsgálat tárgyává tennünk.

A beszéd időszerkezetét a frekvencia- és intenzitás szerkezeti változások együttes figyelembevételéből kapjuk. Akár a frekvenciaszerkezetben, akár az intenzitás szerkezetben megy végbe változás, ez meghatározott idő alatt zajlik le. Ezen időtartamok összessége adja a beszéd időszerkezetét. Belső időszerkezetről akkor beszélünk, amikor a fenti változások egy beszédhangon belül zajlanak le, ennek megfelelően a hangon belüli változások egyfajta, a hang időbeni belső felépítését tükrözik.

Az időszerkezet szintjei

1. A frekvenciaszerkezeti és intenzitás változások időbeni vizsgálatakor kitűnik, hogy az időszerkezet a hangsor felépítése szempontjából több szinten és formában valósul meg. A legmélyebb szint az egyes beszédhangok belső szerkezete, a következő a hangok összekapcsolásakor lép be, a legmagasabb szint pedig a szuprasegmentális szinthez kapcsolható. Ezen időbeni változások mindegyike rendszerbe foglalható és nyelvi tényekhez hozzárendelhető. Így mind a szegmentális szinten, mind pedig a szuprasegmentális szinten kialakíthatunk időszerkezeti elemeket, amelyek a hangokban, a hangkapcsolódásokban és a prozódiai síkon lezajló frekvenciaszerkezeti és intenzitás változásokat jellemzik. Ezek a különböző szintekhez tartozó időszerkezeti elemek a beszédjel szinte legfontosabb jellemzői, hiszen sokszor csak tőlük függ, hogy pl. egy beszédhang melyik fonémának a realizációja, ezektől függ a hangok hangzási időtartama, a hangkapcsolódások időben korrekt megvalósulásának folyamata, így a nyelvi rendszer által megkövetelt hangzásidőtartamok kialakulása. Az időszerkezetből adódik továbbá a beszédtempó, a ritmus és a szöveg közbeni rit-

mikai elemek helyes megvalósulása is. Az időszerkezeti elemek lényeges szerepet játszanak a hangsúly és a mondatdallam kialakításában is. Az időszerkezet természetesen nyelvfüggő. E dolgozatban csak a szegmentális szintű időszerkezetet tárgyaljuk.

2. A beszédjel képzését, ezáltal akusztikai jellemzőit alapvetően a nyelv rendszere határozza meg. A nyelvi rendszerben az egyéni képzési sajátosságoktól függően egy-egy beszédhangot, hangkapcsolódást -- egy meghatározott időtartamzónán belül -- nagyon sokféle időtartamértékkel ejthetünk anélkül, hogy az zavarná a megértést. Vizsgálataink során tehát egy-egy beszédhangnak sok-sok variánsával találkozunk. A dolgozatban célunk az, hogy az egyéni megvalósulási formákból kiragadjuk az általánosra jellemző időszerkezeti megvalósulásokat, és azokat a nyelvi rendszeren belül leírjuk.

Amikor a belső időszerkezet felépítéséről beszélünk, akkor a vizsgálatot a legalacsonyabb szinten, a beszédhang szintjén kell kezdenünk, majd az itt kapott eredményekre támaszkodva terjeszthetjük ki vizsgálatainkat magasabb szintekre (hangkapcsolat, szó, mondat). Egy-egy beszédhang vizsgálata során azt fonetikai helyzetétől függően több megvalósulási formában is részletes belső vizsgálat alá kell vetnünk, hogy a beszédjel minden pontján jellemezni tudjuk a hangot. Például annak ellenére, hogy általános szerkezeti szempontból egy zöngétlen zárhang belső időszerkezeti elemei mindig ugyanazok (záródás, zárszakasz, zárfelpattanás, végső nyitódás), e belső időszerkezeti elemek időtartam adatai mások, ha a hang abszolút hangsorkezdő vagy hangsorbelseji, illetve abszolút hangsorzáró helyzetben van. Ugyanennek a hangnak az időszerkezeti adataiban eltérés lehet továbbá akkor is, ha a hangot egy másik zöngétlen zárhang követi a hangsorban. A példából látható, hogy amikor időszerkezetet vizsgálunk, akkor részletes fonetikai méréseket kell végeznünk, hogy teljes mértékben feltárjuk a beszédjelre általánosan és különböző szinteken jellemző időtartamokat, időszerkezeti képeket.

A beszédhangok fizikai osztályozása az időszerkezet szempontjából

A beszédhangok és hangkapcsolódások akusztikai szerkezetének pontos leírásához a hagyományos osztályozástól (magánhangzók, mássalhangzók) el kellett térni. Itt ugyanis a beszédhangok felépítéséhez szükséges fizikai jellemzőt, az időszerkezetet kell előtérbe helyeznünk. E vizsgálatoknál a könnyebb rendszerezhetőség kedvéért úgynevezet egyszerű és összetett időszerkezetű beszédhangokat különböztetünk meg.

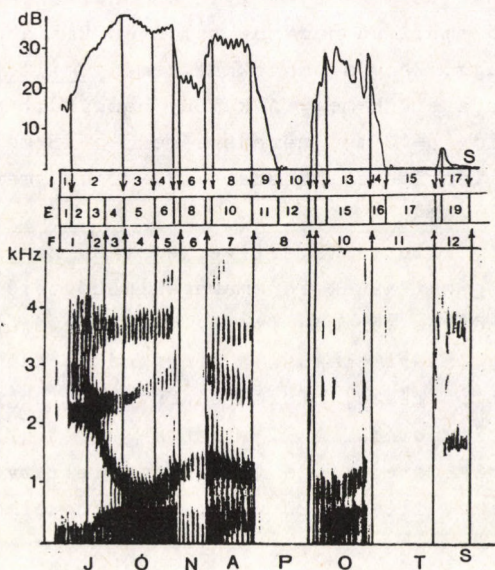
Az egyszerű időszerkezetű hangokhoz soroljuk mindazokat, amelyek önmagukban is hosszan ejthetők, tehát izolált ejtésükkor az idő mint paraméter másodrendű szerepet játszik. Itt csak a hang kezdeti, illetve befejezési fázisát kell, mint időszerkezeti elemet, figyelembe venni. Ebbe a csoportba tartoznak a magánhangzók és a magánhangzószerű hangok, valamint a réshangok. Az egyszerű szerkezetű hangokkal kapcsolatban is fogunk beszélni belső időszerkezetről, de ez csak akkor kerül majd előtérbe, ha ezen hangok hangsorba szerveződnek és a hangkapcsolódások okozta belső szerkezeti változások bennük létrejönnek.

Az összetett időszerkezetű hangokhoz soroljuk azokat, amelyek önmagukban hosszú ideig nem ejthetők, vagy ha ejthetők is, bennük az ejtés során vagy frekvenciaszerkezeti, vagy intenzitásváltozások vannak jelen (pl. a tremulánsok). Ebbe a csoportba soroljuk a zárhangokat, a zár-rés hangokat, valamint a [n], a [l] és a [r] hangot.

Az időszerkezet elemeinek meghatározása

Az időszerkezet meghatározása mindig a kutatási céltól, a kutatást végző személy ítéletalkotásától, illetve az általa meghatározott kritériumoktól függ. Egyszerű és jól bevált módszer, hogy a beszédjel frekvenciaszerkezetét és intenzitásszerkezetét leíró időfüggvényeket úgynevezett kvázilineáris szakaszokra bontjuk. Ezt úgy végezzük, hogy a fent említett időfüggvényekben kijelölünk minden olyan időpontot, amelyikben a függvény változási tendenciája módosul. Változásnak tekintjük a függvény mene-

tében észlelhető meredekségváltozást vagy a pozitívból negatívba történő irányváltozást. Az így kapott pontokat a függvényen töréspontoknak nevezzük. Az egyes töréspontok közötti időszakasz időtartama képviselheti majd az adott függvény szempontjából kialakított időszerkezet egy-egy elemét. Ha mind a frekvenciaszerkezetet, mind az intenzitásszerkezetet leíró időfüggvényeken megtörtént a töréspontok kijelölése, akkor mindezen töréspontokat egy közös időtengelyre vetítve megkapjuk e beszédjel belső időszerkezetének végleges elemeit (1. ábra).



1. ábra

A jó napot hangsor időszerkezeti elemei (E) az intenzitásszerkezet (I) és a frekvenciaszerkezet (F) alapján kijelölve.

Mint az 1. ábrán látható, a példahangsor 7 hangból áll, ugyanakkor a belső időszerkezet szempontjából 19 időszakaszra tagolódik.

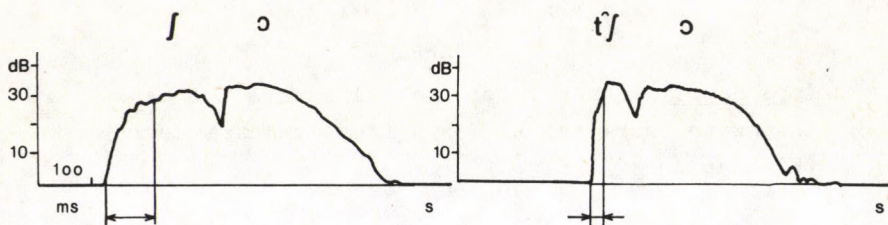
Az egyszerű beszédhangok belső időszerkezete

Az egyszerű szerkezetű hangok ejtésekor a hang frekvenciaszerkezete számottevően nem változik, így időszerkezeti szempontból csak a hang kialakulási fázisát és lecsengését jellemezzük. Mindkét hangrész a meredekségi paraméterrel írható le pontosan.

A kialakulási fázis időtartamviszonyai hangsor elején

A kialakulási fázis, vagyis a hang kezdete, amíg a hangra jellemző amplitúdónagyság teljesen kialakul, a hangindítás módjától függ. Zöngés hangoknál kemény, illetve lágy hangindítást különböztetünk meg. A kemény hangindításnál a kialakulási fázis rövid (5-10 ms, meredeksége 3-5 dB/ms), lágy hangindításnál ennél lényegesen hosszabb (20-30 ms, meredeksége 1-2 dB/ms).

Zörej, illetve kevert gerjesztésű hangoknál a lágy vagy kemény hangindításnak fonémamegkülönböztető szerepe lehet. A kemény hangindítás már más fonéma realizációját eredményezheti, mint a lágy. Ezért ezeknél a hangoknál a hangindítási szakasz a hang fontos része, hiszen eldöntheti, hogy a hang milyen fonémának a realizációja. A 2. ábrán a [ʃ] és [tʃ] hangok indítási szakaszainak meredeksége (0,4 dB/ms, illetve 1,7 dB/ms) és időtartama (80 ms, illetve 20 ms) jól megfigyelhető.



2. ábra

A hangindítás a [ʃ] és a [tʃ] hangkapcsolatokban

A kialakulási fázis hangsor belsejében

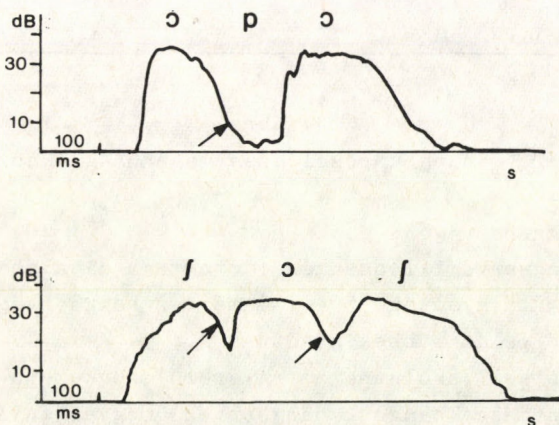
Hangsor belsejében kialakulási fázisról csak akkor beszélünk, amikor a hangkapcsolódásban az egymáshoz kapcsolódó hangok első elemének amplitúdója a kapcsolódási pontban nulla, illetve közel nulla. Ilyen esetnek tekinthető, ha pl. a magánhangzót [h, s, ʃ, f, tʰ, tʃ] hang előzi meg. Ezek a kialakulási fázisok időtartam szempontjából a kemény és a lágy hangindítás közötti értékekkel jellemezhetők.

A lecsengési szakasz

A következőkben az egyszerű szerkezetű beszédhangok befejező, lecsengési szakaszát vizsgáljuk. Általánosságban kimondható, hogy a lecsengési szakasz mindig hosszabb, mint a hangkezdeti. A lecsengési szakasz végére a hang energiája nullára csökken, illetve -- mint ahogy azt bizonyos esetekben látni fogjuk -- közel nulla értékű. Fonetikai helyzet szerint kétfajta lecsengést kell megkülönböztetnünk: az egyik, amikor a lecsengés hangsor belsejében történik, a másik, amikor hangsor végén.

Lecsengés hangsor belsejében

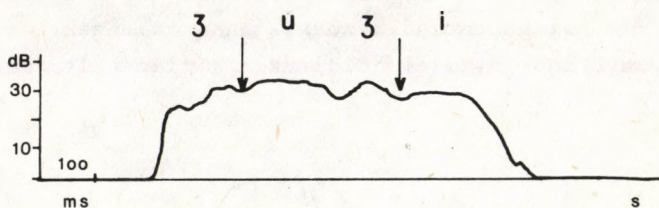
Hangsor belseji lecsengés akkor jön létre, amikor a hangot zöngétlen zárhang, illetve zár-rés hang követi, vagy amikor zöngétlen réshang kapcsolódik zöngés hanghoz. Ezekre mutat példát a 3. ábra, ahol nyíllal jelöltük a kérdéses lecsengési szakaszokat.



3. ábra

Az [o] hang lecsengése hangsor belsejében (↗)

Az apa szónál látható, hogy az első [ɔ] hang befejező részében az amplitúdó lassú, de egyenletes csökkenéssel nullához tart. Ugyanilyen jelenség lép fel, ha a hangot kis energiájú hang (pl. [h, f]) követi. Ha két hang kapcsolódásakor gerjesztésváltás történik, akkor a hangkapcsolat első hangjára mindig jellemző a lassú lecsengés, mivel a gerjesztésváltáshoz időre van szükség. A sas szó [ʃ], illetve [ɔ] hangjában ez jól megfigyelhető. A zörej gerjesztésű hangnak először bizonyos fokig le kell csengenie, és csak ezután következhet a zöngés hang gyorsütemű kialakulása. Vegyes gerjesztésű réshangoknál azonban ez a lecsengés nem alakul ki (4. ábra), mivel azoknál a hang teljes időtartama alatt mindkét gerjesztés jelen van. Az ilyen hangkapcsolódás képzésénél tehát -- függetlenül attól, hogy a réshanghoz kapcsolódó hang zöngés lesz-e vagy zöngétlen -- a gerjesztésnek nem váltást kell végezni, hanem csak -- a követő hang gerjesztésfajtajától függően -- az egyik gerjesztési jelet kell megerősíteni, míg a másik nullára csökken. A 4. ábrán a [ʒuʒi] szóban nyíllal jelöltük a hangsor azon pontjait, ahol a vegyes gerjesztésű hang a magánhangzóhoz kapcsolódik. Látható, hogy nincs számottevő lecsengés a [ʒ] hangban (nyíllal jelölve).



4. ábra

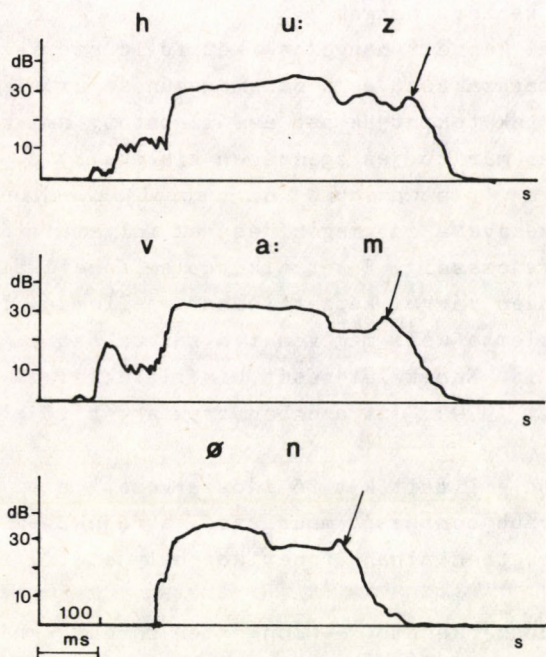
A [ʒ] hang kapcsolódása magánhangzóhoz

Lecsengés hangsor végén

A hangsorvégi lecsengés időtartama általában hosszabb, mint az eddig tárgyaltak (50--140 ms). A hangsorvégi lecsengésekre látható példa többek között a 2., 3. és a 4. ábrán.

Külön kell szólnunk az egyszerű szerkezetű hangokhoz besorolt zöngés mássalhangzók hangsorvégi megvalósulásáról. Ezek-

nél a hangoknál a lecsengő szakasz végéhez egy kis energiájú zöngés hangelem (néha a sva-hoz hasonló hang) is kapcsolódhat. Ez gondos artikulációnál fordul elő. Példának vehetjük az [m], [n] ejtését a vám, illetve ön szavakban, vagy a [z] hangzását a húz szóban. Ez a sva-szerű zöngés elem időszerkezeti szempontból két részből áll, egy kialakulási szakaszból és egy lecsengésből (5. ábrán nyíllal jelölve). A kialakulási szakasz időtartama kb. 20 ms, a lecsengése ennek többszöröse is lehet.



5. ábra

A sva-szerű hangelem zöngés mássalhangzók befejező szakaszában (nyíllal jelölve)

Az összetett szerkezetű beszédhangok belső időszerkezete

Az összetett szerkezetű beszédhangok belső időszerkezetét az amplitúdómenetben beálló változás vagy a frekvenciaszerkezet bizonyos elemeinek változása hozza létre. Ezen hangok időszerkezeti elemei alapján megjósolhatjuk a hang fonetikai helyzetét és fonemikus értékét is. Egyes esetekben az időszerkezeti tényező az egyetlen megkülönböztető jegy egy adott nyelv két hangja között.

Zárral képzett hangok

A zárral képzett hangoknak két fő időszerkezeti elemét tárgyaljuk: a zárszakaszt és a zár megszűnése utáni részt. Zárszakasznak tekintjük azt az állapotot, amikor a hang képzésekor a zár már teljes egészében kialakult, a zár megszűnése utáni szakaszhoz soroljuk a hang összes további részét, kezdve a zár megszűnésének folyamatától egészen a hang teljes befejezéséig. E két alkotóelem fonetikai helyzetétől függetlenül minden zárral képzett hangra jellemző. Igen precíz leírásnál figyelembe kell még venni a zárszakasz előtti zárkialakulási részt is. Ennek létezését kísérletekkel is kimutatták (Tarnóczy--Vicsi 1979). Itt azonban csak a két fő alkotóelemmel foglalkozunk.

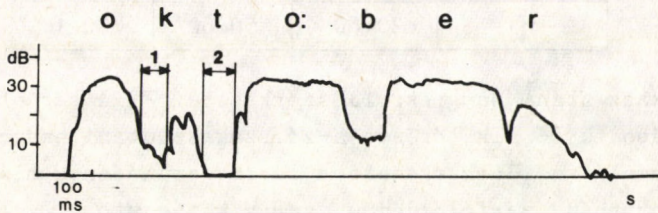
Az előbb említett két fő időszerkezeti elem egyrésztől sok esetben tovább bontható, másrésztől a rájuk jellemző időtartam adatok sok esetben a hang fonetikai helyzetétől függően változnak.

A zárszakasz időszerkezete. -- Zöngétlen zárhangoknál ([p, t, k, c]) és zár-rés hangoknál ([tʰ, tʃ]) a zárszakasz egyetlen időadattal jellemezhető. A hangsorkezdő helyzetű zárhangoknál ez az időszakasz nem mérhető egyértelműen, így a zárszakaszra vonatkozó adatokat csak hangsorbelseji (VCV) és hangsorvégi (VC#) helyzetre adjuk meg (magyar hangokra vonatkozóan: 1. táblázat).

1. táblázat

Beszédhang	A zárszakasz időtartama (ms)	
	VCV	VC#
[p]	100--110	110--120
[t]	110--120	120--130
[c]	80--90	100--120
[k]	100--110	110--120
[tʃ]	70--90	110--120
[tʃ̥]	70--80	110--120

Ha a zárral képzett zöngétlen hang nem magánhangzók között helyezkedik el, akkor a zárszakasz időadatai megváltozhatnak. Ha pl. két zöngétlen zárhang kapcsolódik egymáshoz a hangsorban (pl. a [kt] kapcsolat az október szóban), akkor néma fázisuk időtartama a 2. táblázatban megadotthoz képest 10–20 %-kal csökkenhet. Ez a csökkenés az első zárhangban (1) erőteljesebb, mint a másodikban (2) (6. ábra). Ha ez a csökkenés nem jön létre, akkor a második zárhang utáni hang időtartamát túl hosszúnak fogjuk itélni. Ezt a jelenséget a szintézissel végzett kísérletek egyértelműen kimutatták.

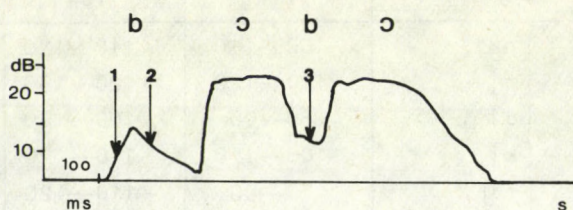


6. ábra

A zárszakasz (1,2) időtartamának csökkenése két zárhang kapcsolódásakor

Zöngés, zárral képzett hangoknál a zárszakasz hangrészét (a fojtott vagy nazális zöngét) vizsgáljuk. Ez hangsorkezdő helyzetű hangnál két (1+2) időrészből, egy kialakulási elemből (1)

és az azt követő zöngerészből áll, a többi helyzetben általában egy időszerkezeti elemmel (3) leírható (7. ábra, 2. táblázat).



7. ábra

A fojtott zöngé részei a [b] hangban

2. táblázat

Beszédhang	Z ö n g e (ms)		
	#CV	VCV	VC#
[b]	30+60	60-70	70-90
[d]	10+90	70-90	90-100
[ʃ]	15+70	50-60	80-90
[g]	25+75	70-90	90-100
[dʒ]	10+90	110-120	120-140
[dʒ]	10+90	70-80	90-100
[ŋ]	20+60	50-60	90-100

A zárszakasz utáni hangrész időszerkezete. -- A zárral képzett hangok második fő alkotórésze a zárszakasz utáni hangrész. Ennek a hangelemnek az időszerkezete a zár megszűnésének minőségétől (zár-felpattanás, zár-feloldódás, zárnyitódás stb.), valamint a zárral képzett hang utáni hangsorrésztől (hanghoz való kapcsolódás, hangsorvégi helyzet) függ. A hangelem alapvetően két részre bontható, a zár megszűnése után kialakuló hangrészre (felpattanás, zárnyitódás), majd esetlegesen az ezt követő lecsengő részre. Mindkét elem jellemző része lehet egy zárhangnak, időtartamértékeik azonban változhatnak a hangtól, illetve az aktuális fonetikai helyzettől függően.

Az orális, zárral képzett hangok esetében a zár felpattanásakor, azaz a zár megszűnésekor a hirtelen kiáramló levegő kisebb vagy nagyobb energiájú tranziens jellegű zörejt hoz létre. Erre a rövid időtartamú megvalósulás a jellemző. Az ezután következő hangszakaszban a lecsengéskor a képzéshez eltárolt és még a zár mögötti üregrészben maradt levegő távozik a már kinyílt illetve egyre jobban nyíló résen keresztül (zöngés vagy zörejes változatban). Az így kialakuló lecsengő hangelem időtartama attól is függ, hogy mennyi levegő áll még rendelkezésre a zár mögötti térben. Ezt egyrésztől a különböző nyelvek által meghatározott képzési szabályok, másrésztől a fonetikai helyzet is szabályozza. Ettől függően a lecsengés gyorsan is létrejöhet (pl. a hangsorbelseji magyar [t]-nél), lassabban is realizálódhat (pl. egy hangsorvégi [b], [t]-nél), de úgy is alakulhat, hogy először egy kitartott, állandó amplitúdóval jellemezhető szakasza lesz (=áll.szak.) ennek a hangrésznek, és csak ezután kezdődik a lecsengés (pl. a [tʃ]-nél) (lásd a 2. ábrán).

A nazális zárhang esetében a zárfeloldódásnál nem jön létre tranziens hangjelenség, mivel a hang képzésének időtartama alatt az orrüreg mindig nyitott, így a levegőkiáramlás az orális zár ellenére biztosított. Hangsor belseji helyzetben a zárfeloldódásnak tehát nincs sem tranziens része, sem lecsengő szakasza: a zárfeloldódási rész egy folyamatosan növekvő amplitúdójú orális hangot eredményez. Ennek időtartama azonban fontos a hang hangzásának szempontjából (lásd a 4. táblázatban). Zárnyitódás utáni lecsengő szakasszal csak a hangsorvégi nazális zárhangnál kell számolnunk.

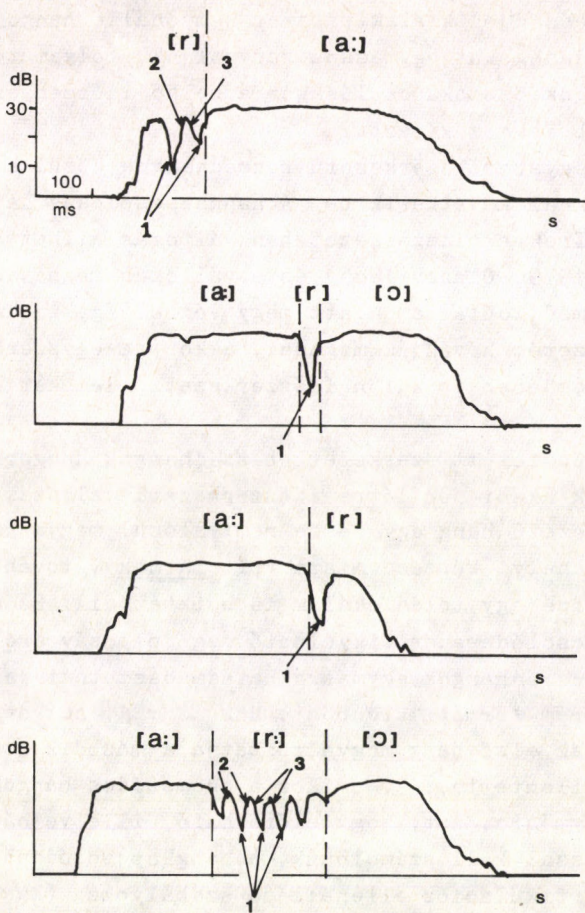
Mind a zárfelpattanás, mind az utána következő lecsengő hangrész időszerkezeti adatai nagy jelentőséggel bírnak egyrésztől a zárral képzett hangok fonémarealizációjában, másrésztől a hang hangsorbeli elhelyezkedésétől függő hangzás kialakításában.

A zárszakasz utáni hangrész időtartamadatait a 3. táblázatban foglaltuk össze.

3. táblázat

Beszéd- hang	Időtartam (ms)				
	zárnyitódás		áll. szak.	lecsengés	
	#CV, VCV	VC#		#CV, VCV	VC#
[p]	4-5	5-10		6-8	40-60
[t]	10-12	20-25		12-15	70-80
[c]	15-20	20-25		15-25	80-100
[k]	15-25	30-40		30-40	80-120
[tʰ]	25-30	30-40	30	30-40	90-120
[tʰ̚]	25-30	30-40	20	30-40	90-120
[b]	10-15	20-25		- -	40-50
[d]	10-15	20-25		- -	30-40
[ʃ]	25-30	30-40		- -	40-50
[g]	25-30	15-20		- -	30-40
[dʒ]	60-80	100-110		- -	100-110
[dʒ̚]	20-30	- -		20-30	- -
[ŋ]	20-30	20-30		- -	20-30

Az összetett szerkezetű beszédhangokhoz sorolt apikális [r] hang -- annak ellenére, hogy folyamatos pergetéssel hosszan is ejthető -- belső időszerkezeti adatait a nyelvpergetés folyamata határozza meg. Köznyelvi ejtésben hangsorkezdő helyzetben általában ez a hang egy perdületet tartalmaz, hangsorbelseji helyzetben nincs perdülete, a nyelvhegy csak közelít a fogmederhez, majd azt megérintve eltávolodik attól, hangsorzáró helyzetben több perdület is előfordulhat (8. ábra). Perdületnek tekintjük azt, amikor a [r] hang képzésekor egy rövid idejű zöngés elemet képeznünk úgy, hogy előtte is és utána is közel nulla amplitúdójú hangállapot van (tehát a nyelvhegy legalább kétszer érintkezik az alveoláris területtel és a zöngés hangelem a két érintkezési fázis között keletkezik).



8. ábra

A [r] hang megvalósulása különböző hanghelyzetekben

A [r] hang belső időszerkezeti elemei a következők: hangmentes rész (1), a perdetületi elem kialakuló fázisa (2), a perdetületi elem lecsengési része (3). Ezek mindegyike 10–15 ms időtartamú.

A beszédhangok belső időszerkezete hangkapcsolatokban

A beszédjel kialakításakor nem önálló hangokat ejtünk, hanem a beszédhangokat egymáshoz kapcsoljuk, folyamatos jelet képezünk. A hangok összekapcsolásakor a belső időszerkezet megváltozhat a korábbiakhoz képest.

Az egyszerű szerkezetű beszédhangok közül ez leginkább a magánhangzóknál következik be. A hangkapcsolódás hatására a magánhangzók frekvenciaszerkezetében változás állhat be (Magdics 1965; Kassai 1979; Olaszky 1985) és e változás meghatározott, a nyelvre jellemző időtartam alatt megy végbe. Így ha hangkapcsolódás időszerkezetét kívánjuk megadni, akkor az egyszerű szerkezetű hangok belsejében is külön időszerkezeti elemeket kell meghatározunk.

Az összetett szerkezetű beszédhangok hangsorba szerveződésekor csak akkor jön létre időszerkezeti változás, ha az összetett szerkezetű hang egy része nem valósul meg a követő más-salhangzó azonhelyi képzése miatt (pl. látnok), továbbá akkor, ha két hang közé egy toldalékelem is beiktatódik. Ez utóbbi pl. a [v + z] kapcsolódásakor figyelhető meg (pl. sávzáró).

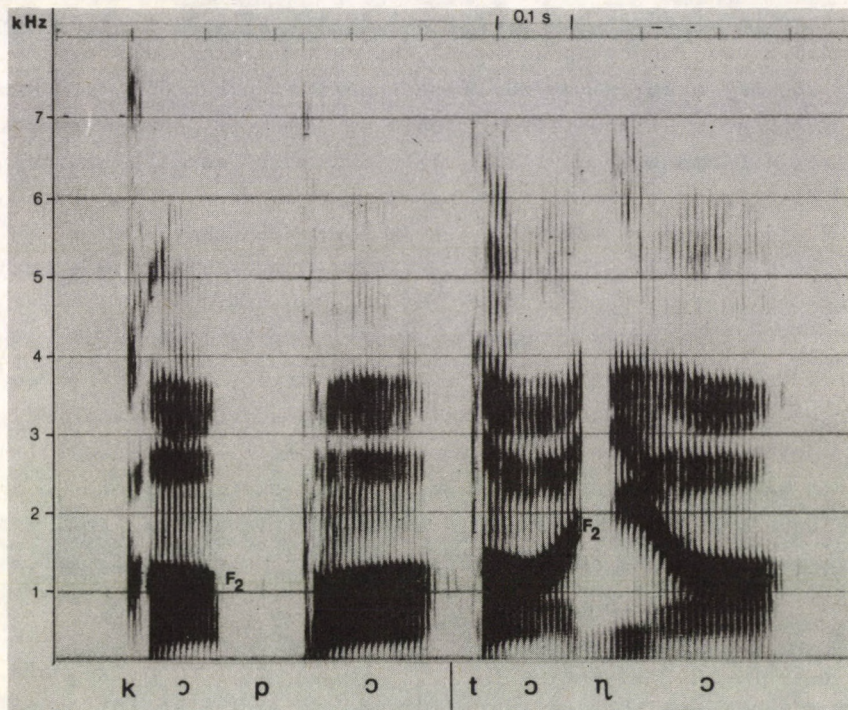
A beszédhangok egymásra hatása összetett jelenség. Alapvetően három formát különböztetünk meg: 1. amikor előre hatás lép fel (az első hang megváltoztatja a második szerkezetét); 2. ennek az ellentettje; 3. amikor a szomszédos hangok kölcsönösen hatnak egymásra. Azt, hogy előre ható, illetve hátra ható egymásra hatással kell számolnunk, a hangkapcsolódásban részt vevő hangok koartikulációs ellenállása szabályozza (Kassai 1979). Ha a koartikulációs ellenállás nagy egy hangban, akkor annak szerkezete stabil, nem változik a hangkapcsolatban, a hozzá kapcsolódó hangban viszont frekvenciaszerkezeti változásokkal kell számolnunk. Nagy koartikulációs ellenállásuk van pl. a palatális képzésű hangoknak (pl. [ʃ, c, ŋ]).

A következőkben megnézzük, hogy CV, illetve VC kapcsolatok magánhangzóiban milyen frekvenciaszerkezeti változások jönnek létre, és hogy ezeknek milyen az időtartam-vetülete. Az általánosságban kimondható alapszabályok a következők.

A magánhangzó bármelyik formánsában beállló frekvencia-
 változást időszerkezeti szempontból figyelembe kell venni. Az
 első formáns tekintetében azt mondhatjuk ki, hogy értéke általá-
 ban nem változik hangkapcsolatban sem, ha az állandósult fázisá-
 ra jellemző értéke 350 Hz alatti (pl. [u, i]).

A második formáns akkor változik, ha a mássalhangzó kép-
 zésekor létrejövő nyelvállásból a nyelv a magánhangzó képzéséhez
 függőleges irányba valamennyire elmozdul. A ba, pa, ka, ga szó-
 tagok ejtésekor például ilyen függőleges irányú elmozdulás nem-
 igen jön létre, így az F2 számottevően nem mozog. A da, ta, gya,
tya, nya, ca stb. esetében ez a mozgás létrejön, így az F2 frek-
 venciaértékei változnak a magánhangzón belül is (9. ábra).

A harmadik formáns általában az F2 mozgási tendenciáját
 követi. Kivételt képeznek azok az esetek, amikor a magánhangzó
 palatális mássalhangzóhoz kapcsolódik. Ebben az esetben az F3
 a palatalizációra egyébként is jellemző 2300-2500 Hz-es frekven-
 ciaérték felé mozog.



9. ábra
 Az F1 és F2 viselkedése hangkapcsolatokban

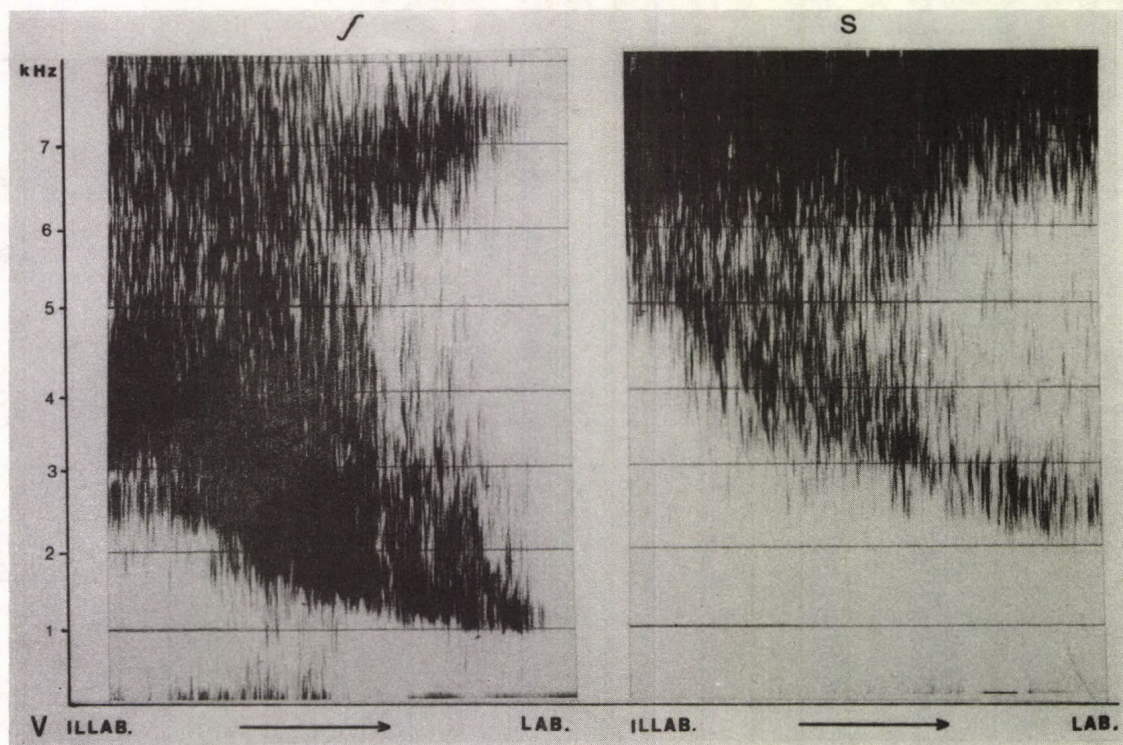
A frekvenciaszerkezeti változásokhoz tartozik még az alaphang rezgési frekvenciájának hangon belüli esetleges változása is. Ezt mikrointonációnak nevezzük (Olaszy 1987). A mikrointonáció során tudatunktól függetlenül, a hangképzésből adódóan 10-16 Hz-nyi alaphangfrekvencia-változások jönnek létre a hangon belül. Ez a jelenség bizonyos hangokra, illetve hangkapcsolatokra érvényes. A mikrointonációs szerkezetek jellemzésére ebben a vizsgálatban nem jelöltünk ki külön időszerkezeti elemeket, mert az eddig kialakítottak segítségével a mikrointonációs változásokat is figyelembe tudjuk venni.

A magánhangzók belső időszerkezetére tett megállapítások alapján összeállítottuk a magánhangzók kapcsolódási szakaszainak időadatait CV és VC helyzetre (4. táblázat). Ebben az összeállításban nem időtartamokat adunk meg, hanem a hang teljes időtartamához viszonyított százalékos értéket. A táblázatban megadott százaléértékek a CV hangkapcsolódás V elemének belső részére vonatkoznak, és a hangkapcsolódásból eredő úgynevezett átmeneti fázis tartamát adják meg a hang teljes időtartamához viszonyítva. Például a [ba:] hangkapcsolatnál, ha az [a:] hang teljes időtartama 200 ms, akkor a [b] zárfelpattanása után kezdődő [a:] hangból 30 %, azaz kb. 60 ms fordítódik az átmeneti fázis megvalósítására. A formánsok ennyi idő alatt állnak be az [a:]-nak megfelelő értékekre. A táblázatban megadott értékek a VC hangkapcsolat V elemének átmeneti fázisára is vonatkoztathatók.

A hangkapcsolódások nagy többségében mindkét hang hat egymás akusztikai szerkezetére. Ez a szerkezeti változás azonban nem mindig tükröződik az időszerkezetben. Például a [b] hang zárfelpattanásában hátra ható módosítás érvényesül, a frekvenciaszerkezeti elemek értéke változik a [b]-t követő magánhangzó függvényében, de ez a [b]-re vonatkozó korábbi időszerkezeti jellemzés egyetlen elemén sem változtat. Más esetben azonban a frekvenciaszerkezeti változásnak időszerkezeti vonzata is van. Ez pl. egyszerű szerkezetű mássalhangzóknál van így. Ekkor időszerkezeti változás is következik a frekvenciaszerkezeti változásból. Ilyen időszerkezeti változás mutatható ki az [s] és [ʃ], illetve a [z] és [ʒ] hangok esetében. A [s], [ʃ], [z], [ʒ] hangok alsó zörejjócának jellemző frekvenciaértékei a labializáció fokától függően változnak (10. ábra). A labializáció fokát pedig a köz-

5. táblázat

A V csatolódási szakasza %-ban CV kapcsolatban										
C	V	a:	ɔ	o	u	y	i	ɛ:	ø	e
b		30	40	30	-	30	40	30	30	40
p		30	35	25	-	25	35	30	25	35
d		35	40	40	40	40	40	35	40	40
t		30	35	35	35	35	35	30	35	35
g		30	30	25	-	30	-	25	30	30
k		25	20	-	-	20	-	20	25	25
ʃ		40	45	50	50	25	-	30	40	40
c		40	45	50	50	25	-	30	40	40
m		10	-	-	-	15	15	15	10	15
n		20	25	30	30	-	30	30	35	35
ŋ		35	45	50	50	40	-	25	35	35
j		35	45	45	50	20	-	25	35	35
h		-	-	-	-	-	-	-	-	-
v		25	25	-	-	30	30	20	20	25
f		10	10	-	-	-	-	15	-	-
s		30	20	-	-	-	-	15	20	20
ʃ		30	35	-	-	-	-	-	20	20
tʃ		30	35	-	-	-	-	-	20	30
z		35	30	20	-	20	-	20	25	25
ʒ		35	35	25	-	20	-	20	25	25
l		30	20	-	-	-	30	30	15	15
r		40	30	30	30	-	30	35	-	-



10. ábra

A [ʃ] és [s] hangok zörejjócának elhelyezkedése a szomszédos magánhangzóhoz való csatlakozásnál a magánhangzó labializáltságának függvényében

vetlen szomszédos hang befolyásolja. A fenti mássalhangzók belső időszerkezeti változásait CV kapcsolatokra a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat

C	V	A C csatolódási szakasza %-ban								
		a:	ɔ	o	u	y	i	ɛ:	ó	e
[s]		25	25	30	35	30	20	20	30	30
[ʃ]		30	30	40	45	35	--	--	35	35
[z]		30	30	35	40	35	25	25	35	35
[ʒ]		40	40	45	50	40	--	--	40	40

A táblázatban megadott százaléértékek a CV, illetve VC hangkapcsolódások C elemének belső részére vonatkoznak és a C-ben létrejövő frekvenciaváltozás időtartamát adják meg a C teljes időtartamához viszonyítva. Például a [ʃo] hangkapcsolatnál tehát a táblázat szerint a [ʃ] hang teljes időtartamából a V előtti szakaszban 40 % fordítódik arra, hogy a [ʃ] alsó zörejgőca az [o] kapcsolódása következtében a tiszta fázisra jellemző értékről kiindulva lefelelé hajlik. A [ʃi] és [ʃɛ:] kapcsolatoknál viszont ilyen része nincs a [ʃ] hangnak.

Összefoglalás

A beszédhangok és hangkapcsolódások belső időszerkezetének elemei a jelen vizsgálat alapján a következők:

1. A hangkezdetre jellemző amplitudónövekedés (dB/s) időtartama minden hangnál.
2. A hang befejeződésére jellemző amplitudócsökkenés (dB/s) időtartama
 - hangsor belseji hangoknál
 - hangsor végén
3. Hang belsejében létrejövő frekvenciaváltozások és amplitudóváltozások időtartam vetülete:
 - összetett szerkezetű hangokban
 - egyszerű szerkezetű hangokban hangsorbelseji helyzetben

Ezen időszerkezeti elemek segítségével szinte minden hangsor belső időszerkezeti képe megszerkeszthető.

Irodalom

Kassai Ilona, Magánhangzó-mássalhangzó találkozások. Magyar Fonetikai Füzetek 4. 1979, 80--118.

Magdics Klára, A magyar beszédhangok akusztikai szerkezete. NytudÉrt. 49. Budapest, 1965.

Olaszy Gábor, A magyar beszéd leggyakoribb hangsorépítő elemeinek szerkezete és szintézise. A számítógépes beszéd-előállítás néhány kérdése. NytudÉrt. 121. Budapest, 1985.

Olaszy Gábor, Fonetikai alapú szabályrendszer a magyar beszéd automatikus, gépi előállításához. Kandidátusi értekezés. Budapest, 1987.

Tarnóczy, T.--Vicsi, K., Some remarks on the perception of voiceless stop-consonants. Acoustica 43. 1979, 167--173.