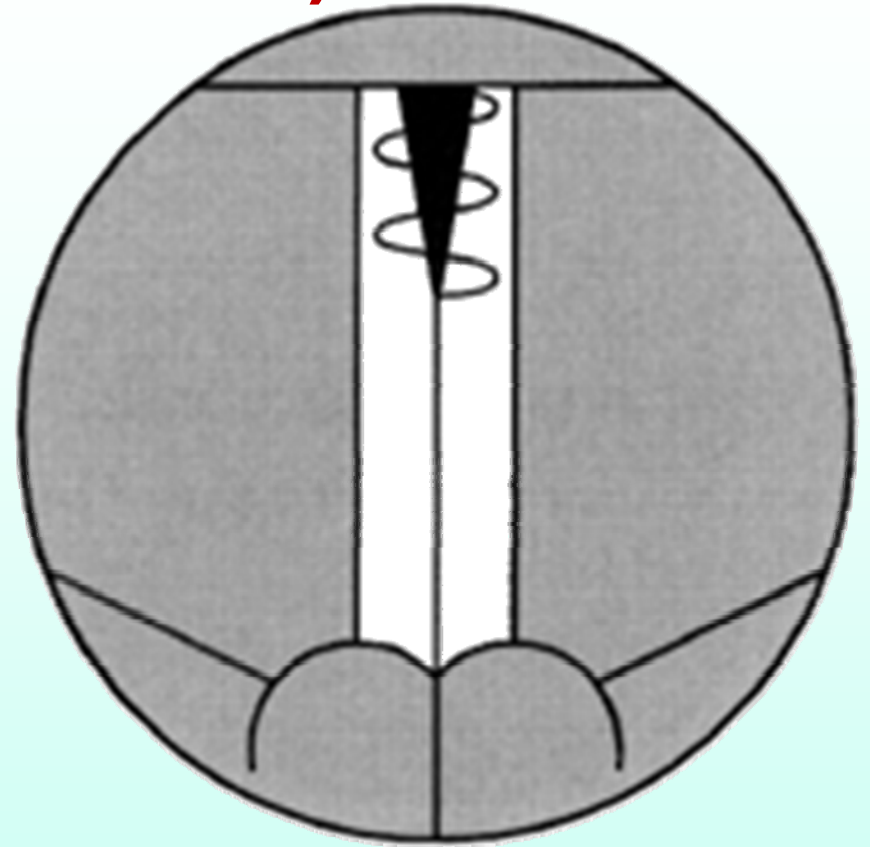


„A hangképzés helye” téma
FOLYTATÁSA kis kitérővel:

**A zöngéképzés,
hangszalagműködés**

Zöngképzés (önálló témakör)

A hangszalagok elülső
része rezeg nagyon
alacsony frekvencián;
többnyire a „csikorgó”
zöngé része
(ld. a következő dián)



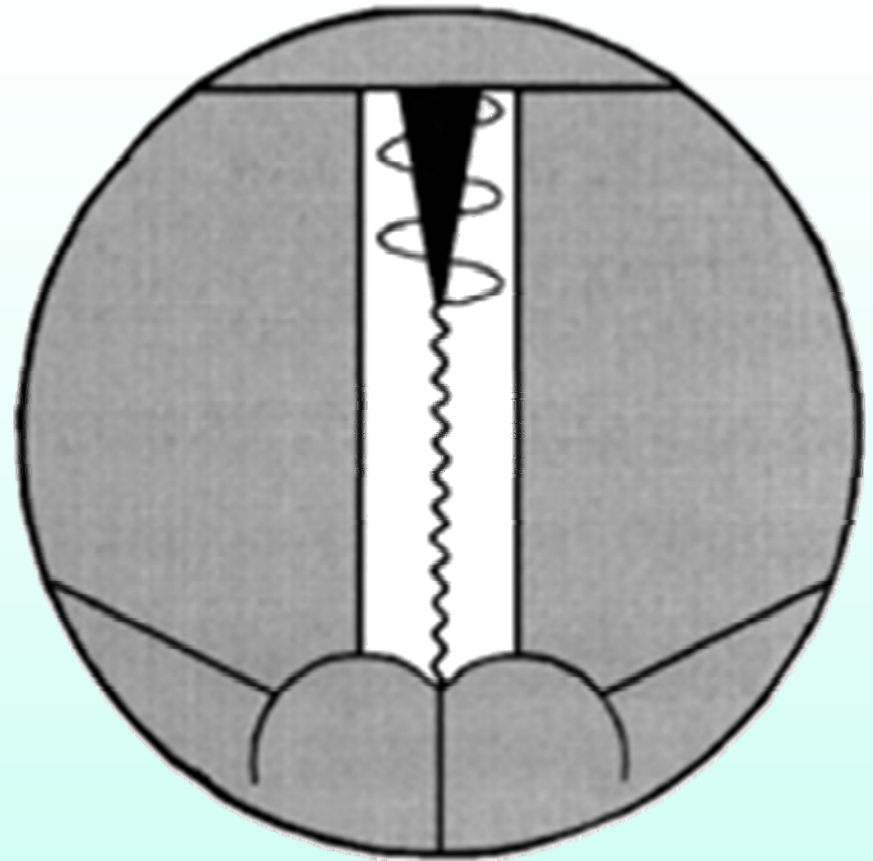
(b) „csikorgás”
(creak)

Zöngképzés

— A hangszalagok feszesen rezegnek; a hangszalagok elülső része zárt marad; az alaphang frekvenciája alacsony (Ladefoged)

— Nagymértékű mediális kompresszió és ehhez társuló feszülés eredményeképpen jön létre, miközben a longitudinális feszítés gyenge; mindennek következtében csak a hangszalagok szalag- (ligamentális) része rezeg (Laver 1980)

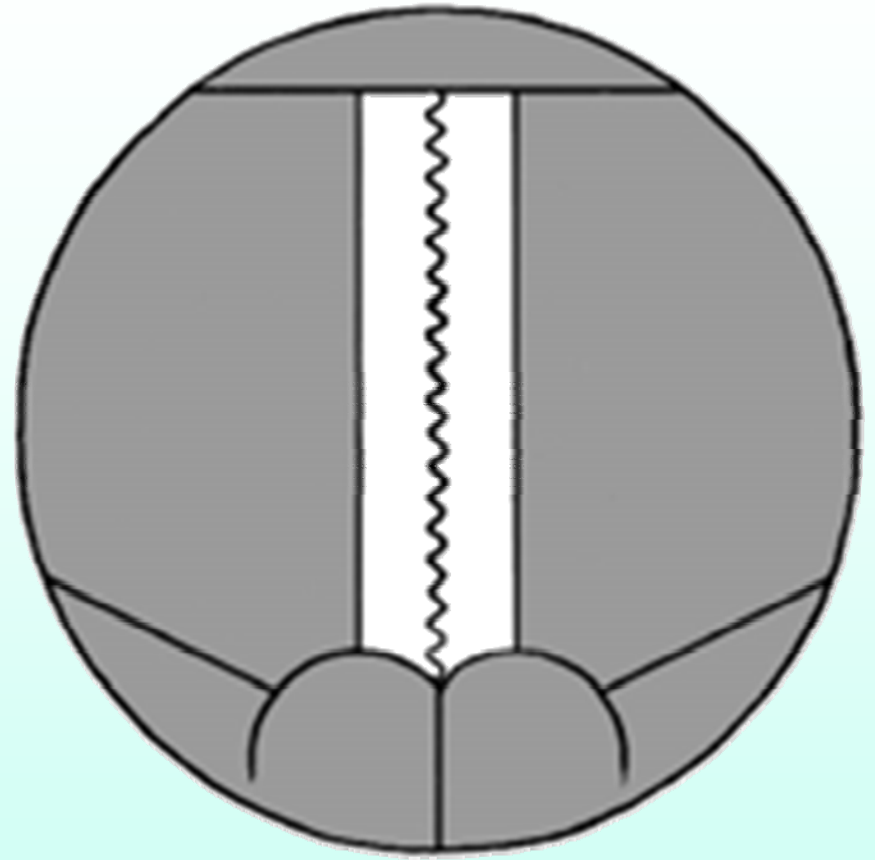
IPA jele: ◌̥ [̥a]



(c) „csikorgó” zöngé
(creaky voice)

Zöngképzés

- A hangszalagok normálisan rezegnek (Ladefoged)
- közepes mértékű, teljes laringális feszítettség jellemzi; a hangszalagrezgés hatékony, és a hangszalagok szalag- és kannaporci része egyetlen egységként rezeg (Laver 1980)



(d) modális zöngé

Hangindítás és -befejezés

(a **zöngképzés** kezdete és vége)

1. Leheletes/hehezetes (a hangrész nem zár)
2. Lágy (a hangszalagok puhán közelednek)
3. Feszés (a hangszalagok határozottan közelednek, tökéletesen zárnak)
4. Kemény (a hangszalagok hirtelen hirtelen összecsapódva zárják a hangrészt)
5. Préselt (a hangszalagok összenyomódnak, a gége megemelkedik)

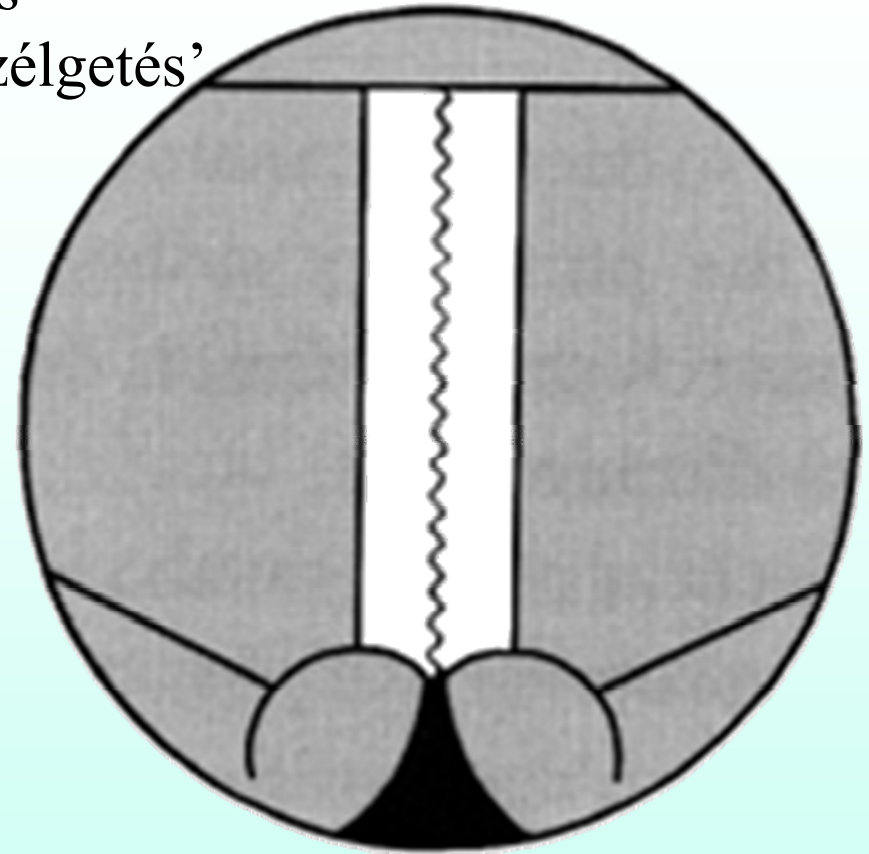
Zöngképzés

— A hangszalagok gyengén és nem hatékonyan rezegnek, így nagy mennyiségű levegő távozik (Ladefoged)

— létrehozásakor minimális a laringális feszítettség, a hangszalagrezgés nem hatékony, és a hangszalagok nem érnek össze teljesen, ami hallható súrlódási zörejt idéz elő; a suttogott zöngét a kannaporcok közötti izmok kismértékű megfeszülése és meglehetősen nagymértékű mediális kompresszió jellemzi, amelynek következtében a hangrésnek a kannaporcok közötti része háromszög alakban kinyílik; ekkor a laringális vibráció nem hatékony, és súrlódási zörejt hallható (Laver 1980)

[h̥]

IPA jele: ◌^{h̥} vagy ◌̥
[b^{h̥}], [d^{h̥}], [g^{h̥}], [m^{h̥}] vagy
[b̥], [d̥], [g̥], [m̥] stb.,
„mormolt” magánhangzók: [ḁ], [e̥]



(e) leheletes zöngé
(breathy voice)

Zöngetípusok

1. *Modális (normál) zöng* [*modal voice*]:

a) Teljes zöng (szonoránsok: magánhangzók, szonoráns mássalhangzók — képzésük során nincs akadály, ezért a száj- vagy orrnyíláson át hangkiszugárzás van, ami miatt formánsstruktúrájuk van: vannak formánsaik)

b) Fojtott zöng (zöngés obstruens mássalhangzók — képzésük során van akadály, ezért a száj- vagy orrnyíláson át nincs hangkiszugárzás, ami miatt nincsenek formánsaik)

2. *Leheletes (lehelt, suttogott, mormolt, hehezetes) zöng*

[*breathy voice, whispery voice, murmur*]

3. *Csikorgó (recsegő, érdes, rekedtes, nyikorgó), irreguláris zöng*, (*laringalizált, csikorgó beszéd, glottalizáció*) [*creak, creaky voice, vocal fry, glottal fry, glottalised voice, glottalization, laryngealization, laryngealised voice, anterior voice, pulse phonation*]

This is vocal fry, and this is not.



Fonációtípusok a magyarban

(Gósy Mária)

1. *Zöngés* [= zöngét (is) tartalmazó]

2. *Zöngétlen* [= zöngét nem tartalmazó]

a) *Zéró fonáció* [= a hangszalagoknál semmilyen hang nem keletkezik]

b) *Levegős/hehezetes hanggenerálás* [= a hangszalagoknál réshang keletkezik: H-állás]

3. *Suttogó*

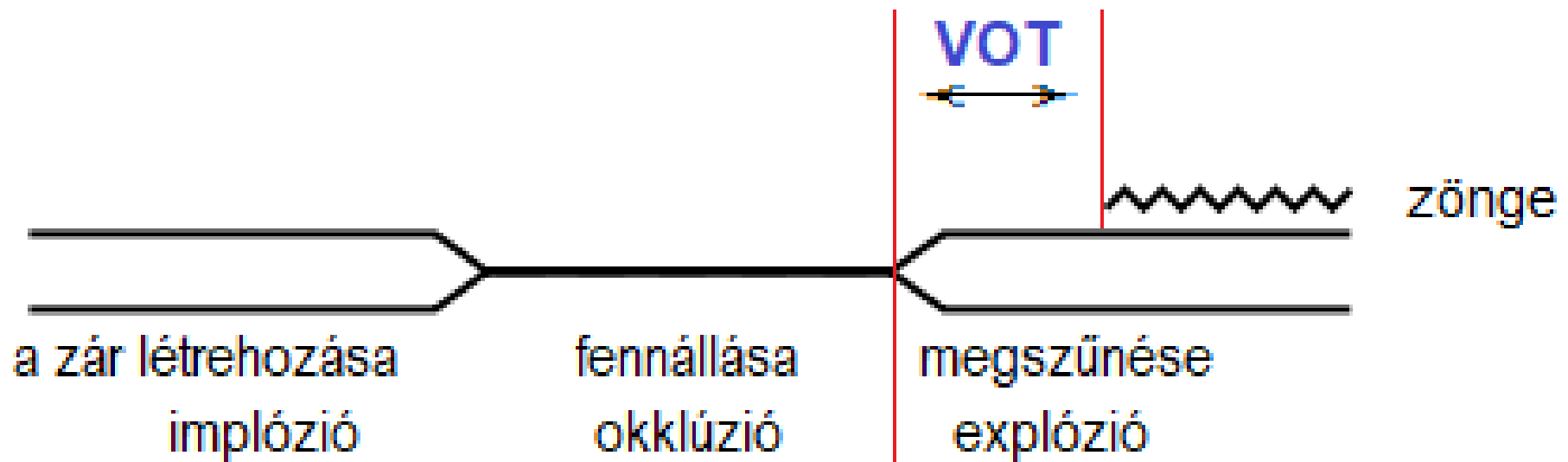
A magyar hangok csoportosítása a hangszalagok artikulációs szerepe szerint

- 1. Zöng hangok** (*szonoránsok*: magánhangzók + szonoráns mássalhangzók) [a hang csak teljes zöngéből áll]
- 2. Zöngés hangok** (*zöngés obstruensek*)
[a hang alapja a szájüregbeli zörej, amihez fojtott zöngé is társul]
- 3. Zöngétlen hangok** (*zöngétlen obstruensek*)
[a hangot csak zörej alkotja]
 - a) Hehezet** (*aspiráció*) [a hangot a gégefőben keletkezett zörej alkotja: laringális/glottális frikatíva/spiráns (*h*)]
 - b) Zöngétlen szájhangok**
[a hangot a szájüregben keletkezett zörej alkotja]

Az explozívák hangindítása:

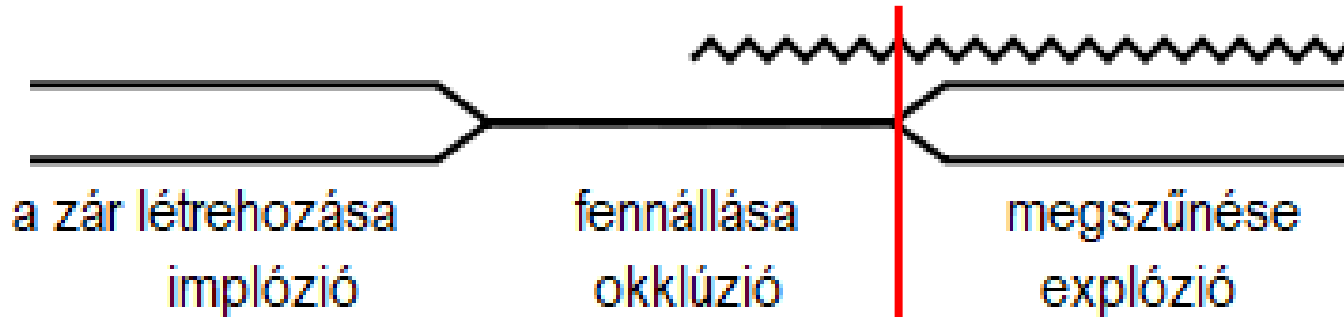
VOT (voice-onset time)

Az az időtartam, ami a zár felpattanásától a zöngेkezdésig tart



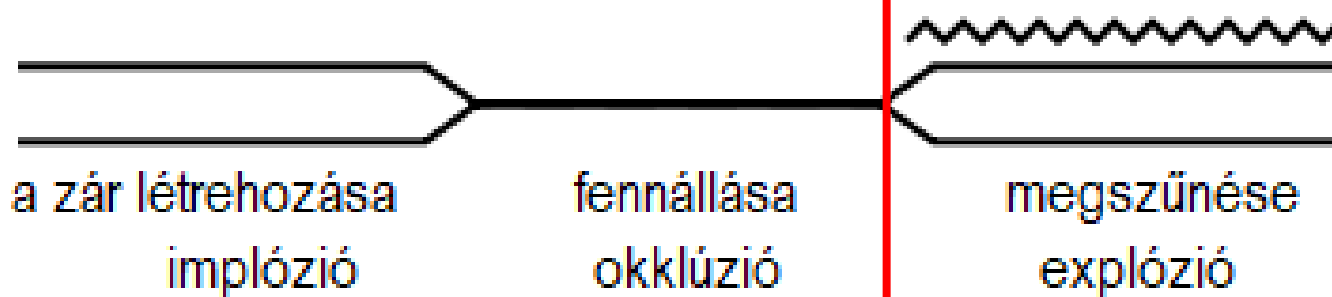
VOT (voice-onset time)

zöngés exploziva



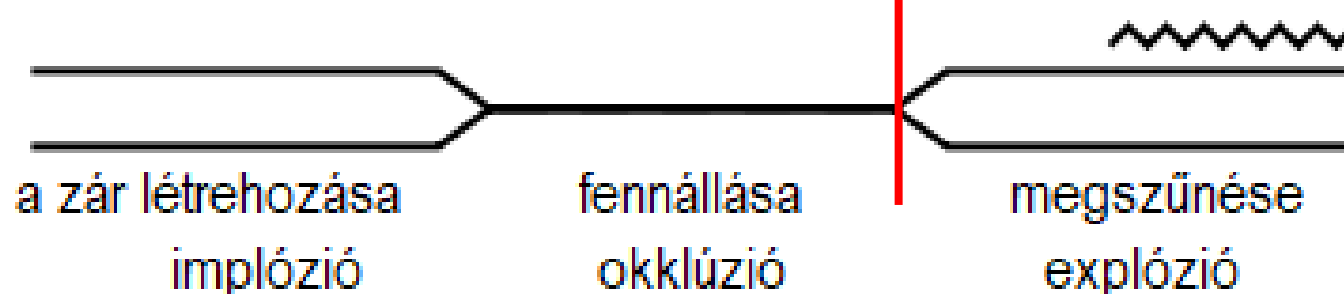
- VOT

nem hehezetes zöngétlen exploziva



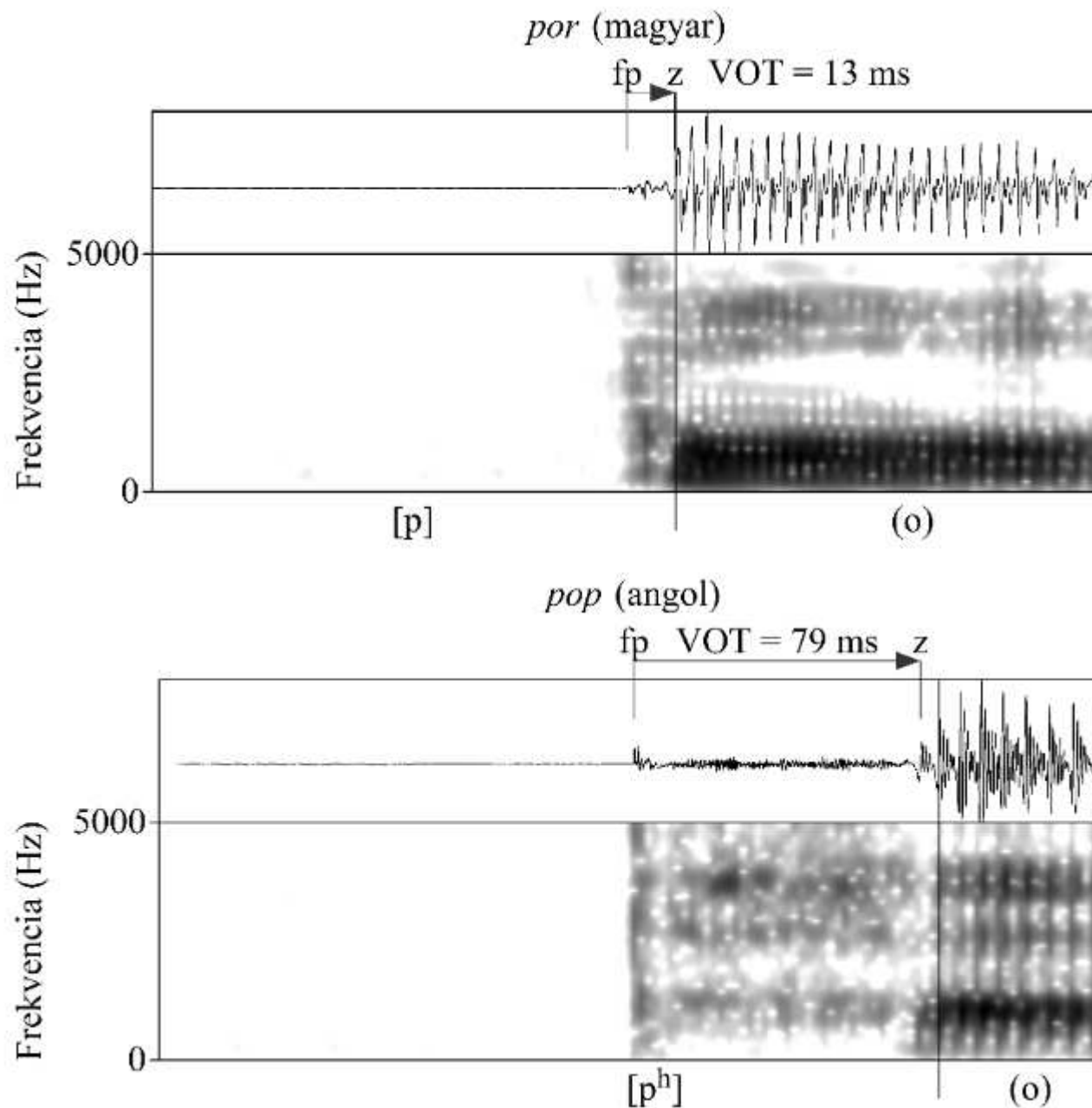
0 VOT

hehezetes zöngétlen exploziva



+ VOT

A VOT eltérései a magyarban és az angolban



A „z” feliratos függőleges vonal a **zöngé kezdetét**, az „fp” feliratos függőleges vonal a **felpattanást**, a harmadik függőleges vonal pedig a **zárhang és a követő magánhangzó határát** jelöli. A nyíl a **zöngékezdési idő tartamát** mutatja.

A hangképzés izomműködése

A zöngé megléte vagy hiánya összefügg az artikulációval: a *zöngétlen hangokat* – mivel a kiáramló levegőt semmi sem tartóztatja fel a gégében – többnyire erőteljesebb szupraglottális izomműködéssel, **feszesebb** artikulációval ejtjük, mint a *zöngéseket* (**laza** képzés).

Az időtartamban különböző magánhangzók képzésének izomműködés is eltérő: a hosszabb magánhangzók artikulációja többnyire intenzívebb szupraglottális izomtevékenységgel jár, vagyis a *hosszú magánhangzók* **feszés**, a *rövidék* **laza** ejtésűek.

Viszont nemcsak a hosszú, hanem a *hangsúlyos* magánhangzókat is **feszés** artikulációval ejtjük.

A hangképzés izomműködése

Hagyományos (német, francia) terminológiában,
pl. Lazicius Gyulánál:

izomműködés:	erős ←————→ gyenge	
zárhang	<i>tenuis</i> (ritk. <i>fortis</i>)	<i>media</i> (ritk. <i>lenis</i>)
részhang	<i>fortis</i>	<i>lenis</i>
	zöngétlen	zöngés

p — *b* — *B*

k — *g* — *G*

Artikulációs erő

(a hangképzés izomműködése)

erős ←————→ gyenge		
<i>fortisz</i>	<i>(tenuisz)</i>	<i>lenisz</i>
zöngétlen + VOT	zöngétlen 0 VOT nem hehezetes nem palatalizált nem glottalizált	zöngés – VOT

A tenuis terminus a görögből származik, ahol háromféle mássalhangzó volt:

zöngés $\beta \delta \gamma$ /b d g/

aspirált $\varphi \theta \chi$ /p^h t^h k^h/

tenuis $\pi \tau \kappa$ /p⁼ t⁼ k⁼/



Film a Youtube-on a zöngképzésről

(→ köv. dia, 6:35)

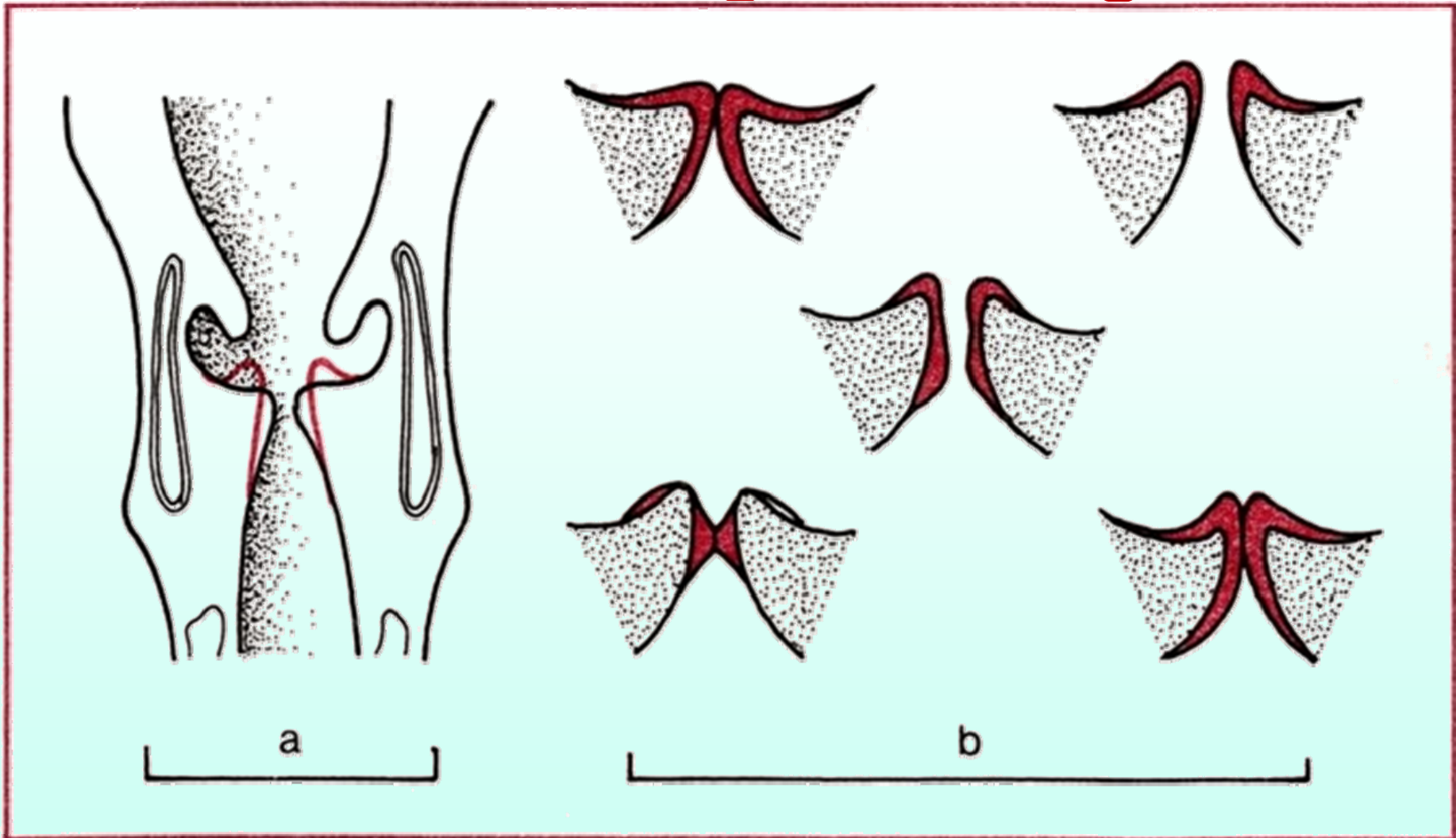
VOICING



A hangszalagok mozgása

- 1. Vízszintes mozgás:** a hangszalagok eltávolodása egymástól levegővételekor, hangképzéskor pedig a hangszalagok záródása
- 2. Függőleges mozgás:** a hangképzéskor maga a hangszalagrezgés
- 3. Szél-éli eltolódás:** hangszalagokat borító nyálkahártya mozgása (**a zöngé létrehozásának alapfeltétele**), ami önálló mozgással tömíti a hangszalagok közötti rést megakadályozva a turbulencia létrejöttét, ami zörejt eredményezne

A hangszalagok mozgása

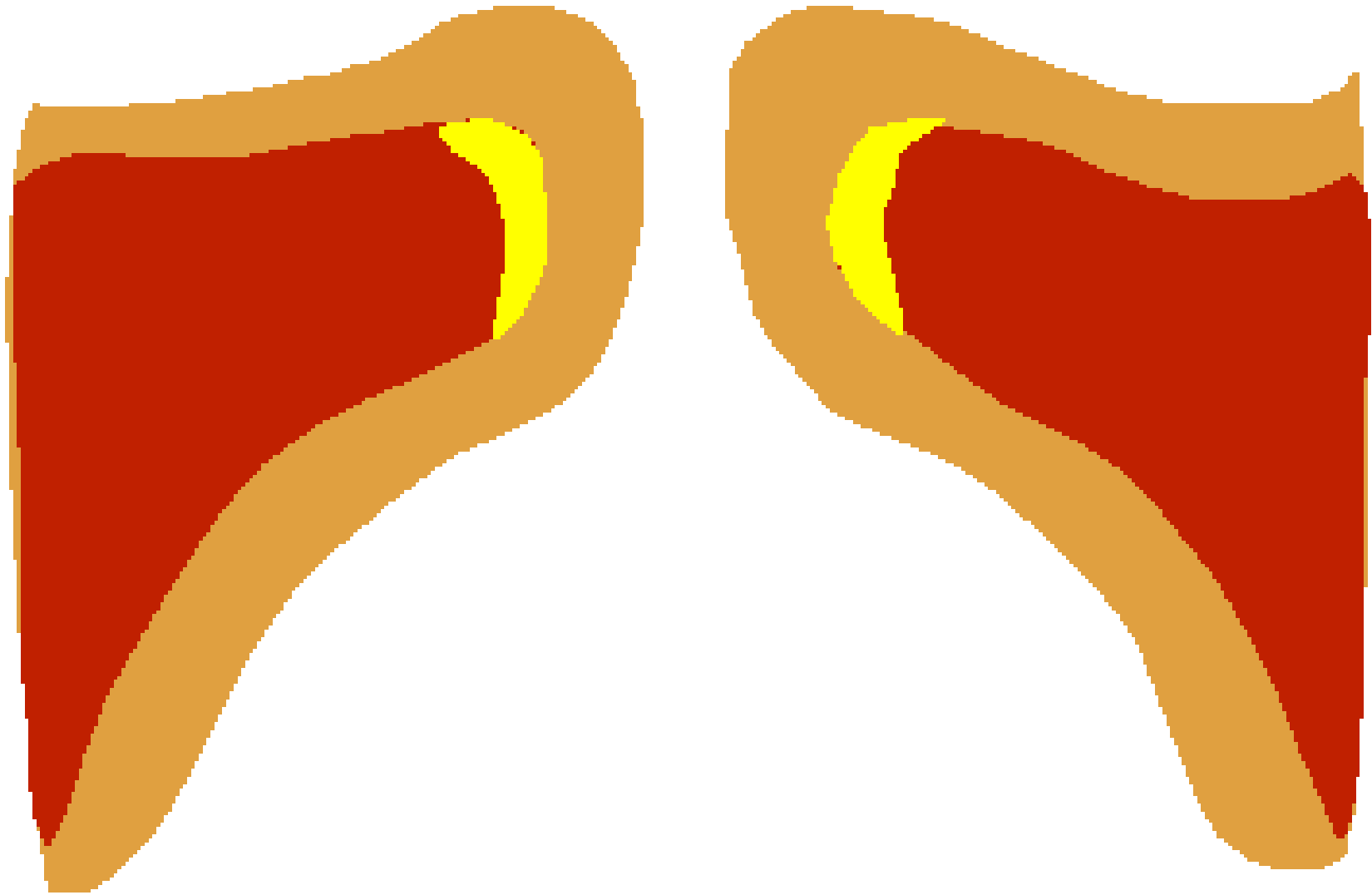


A hangszalagok vertikális és horizontális mozgásai

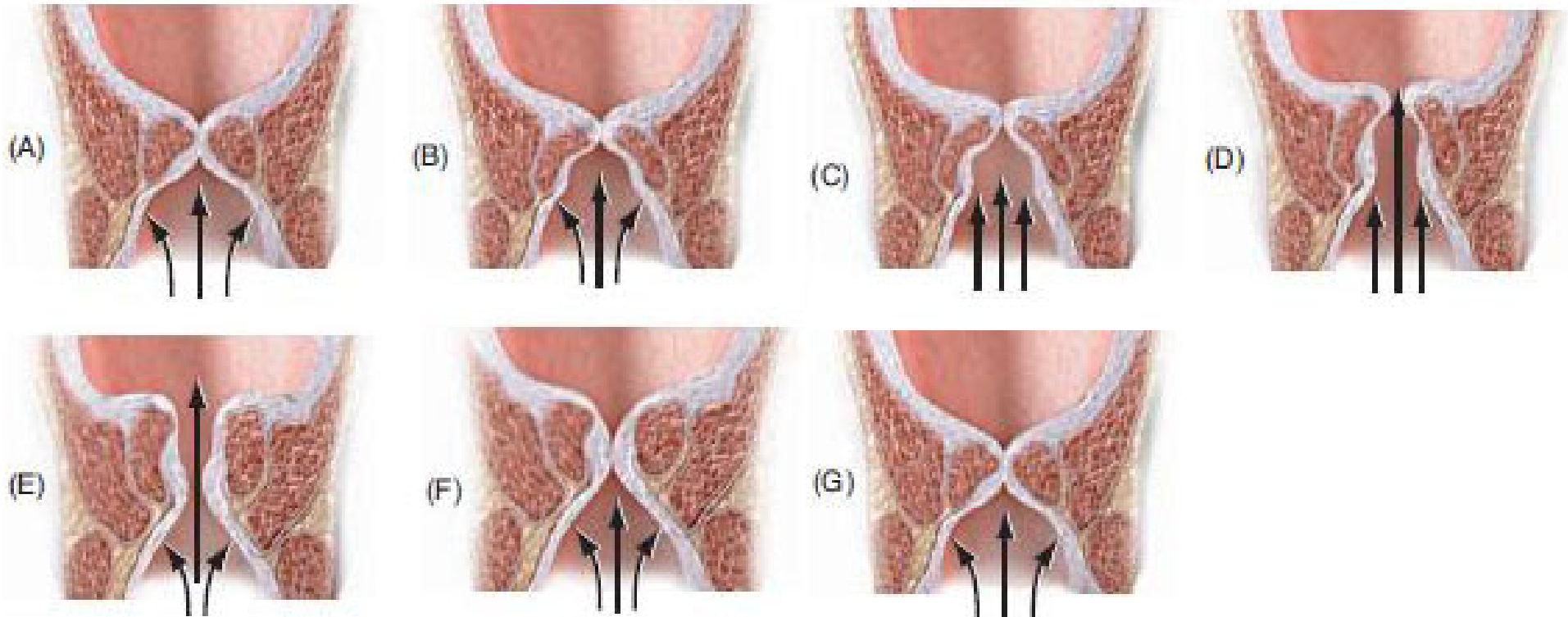
a: a hangszalagok széli részének vízszintes és függőleges elmozdulása;

b: a hangszalagok szél-éli eltolódása

Szél-éli eltolódás



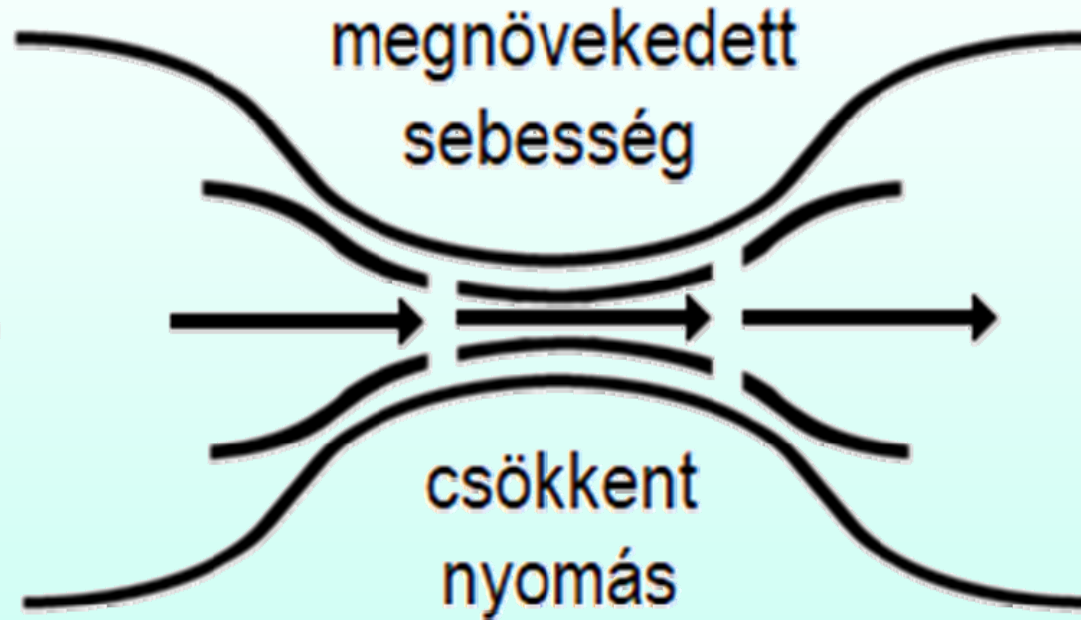
Szél-éli eltolódás



Mitől rezegnek a hangszalagok?

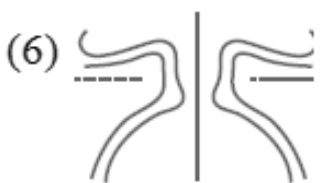
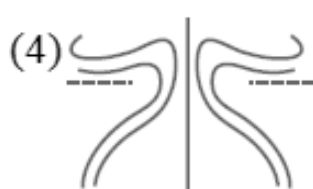
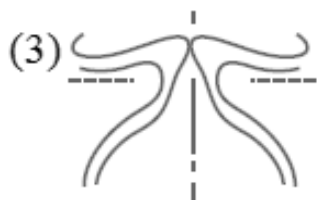
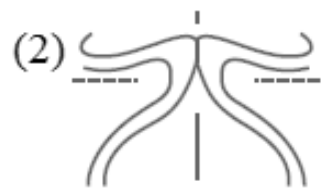
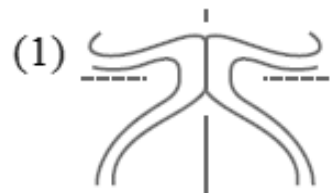
Hogyan okoz a levegő *folyamatos* kiáramlása rezgést?

Bernoulli-effektus (Daniel Bernoulli: *Hydrodynamica*, 1738)



szűkület → hosszabb út (a széleken) →
nagyobb sebesség → kisebb nyomás (kisebb helyen
kevesebb molekula) → szívó hatás

Szél-éli eltolódás

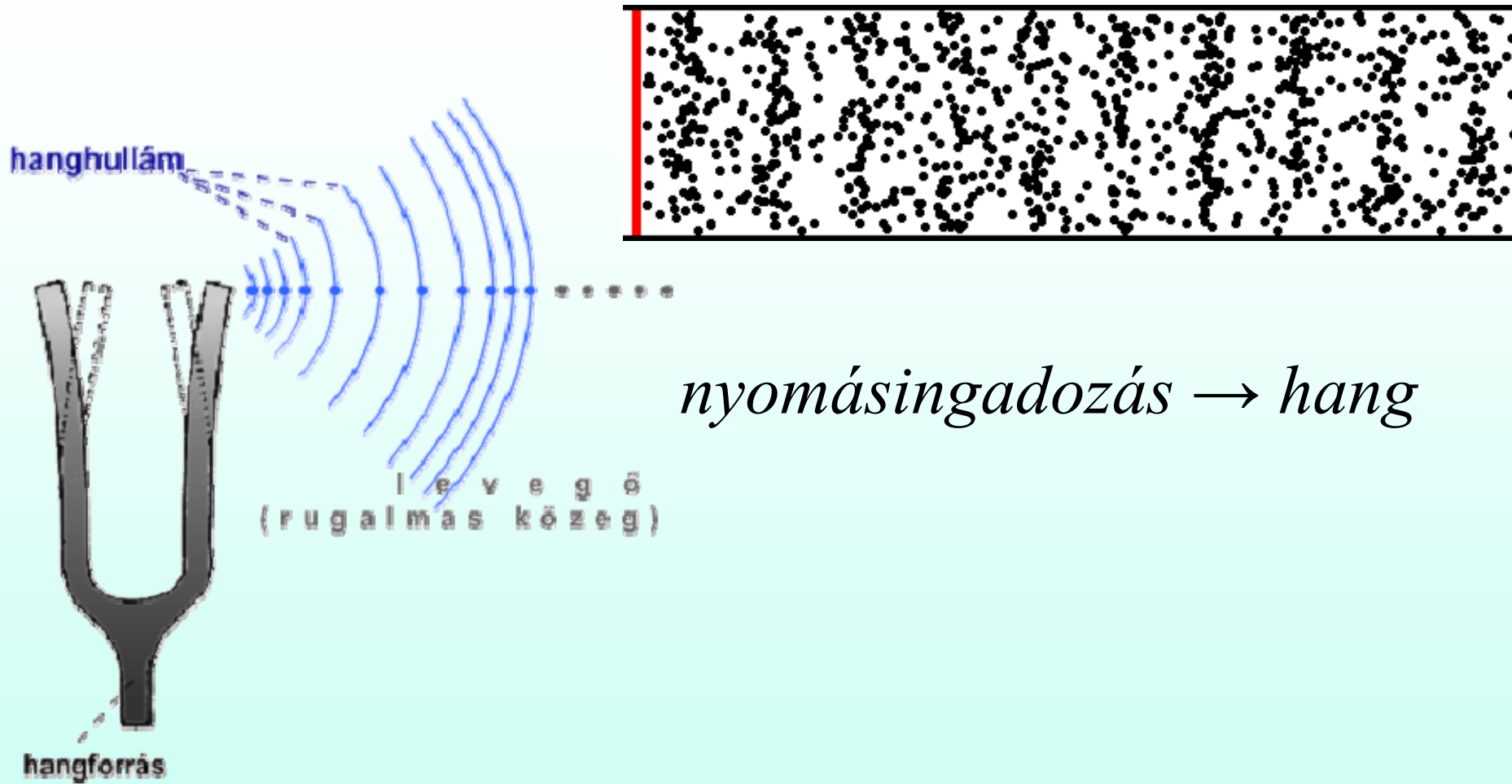


1. A hangszalagok a hangadás kezdetekor (a zöngé-ciklus létrehozásának kezdetén) **zárt** pozícióban állnak, azaz a két hangszalag közti rés, a glottisz (hangrés) zárva van.

2–5. A zárt hangszalagok alatt felgyűlt levegő mennyisége és az így létrejött megfelelő mértékű nyomásnövekedés miatt (a szubglottális nyomás kellő mértékben nagyobb, mint a szupraglottális), a **levegő szétfeszíti a hangszalagokat**, és tovább áramlik a száj- vagy az orrnyílás felé. A hangszalagok távolodása **alulról felfelé hullámként terjed**.

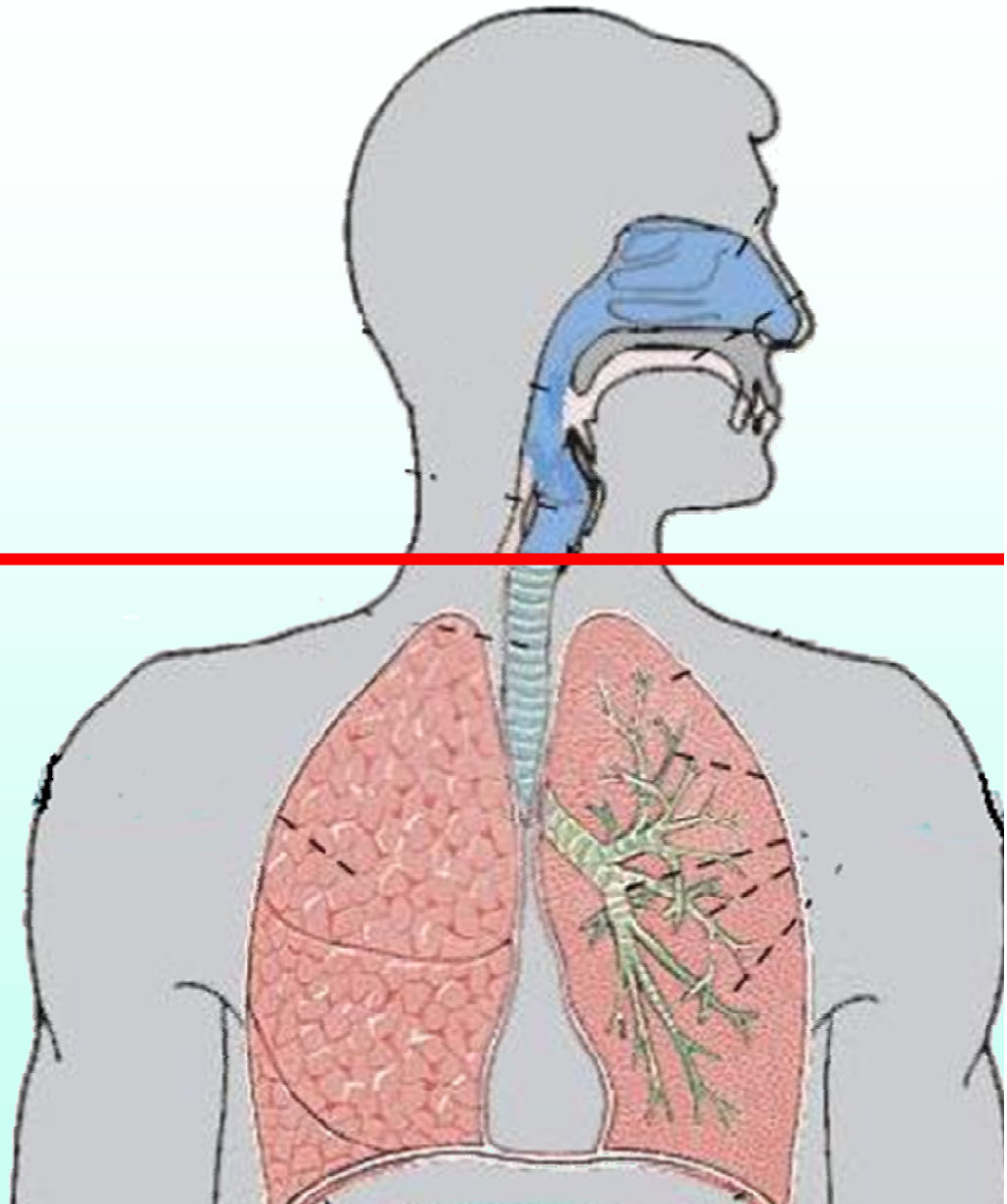
6–10. Mivel a hangszalagok a gégében egy szűkületi ponton helyezkednek el, az itt átáramló levegő a légcső és a toldalékcső felsőbb szakaszához képest gyorsabban halad. Ez pedig Bernoulli törvénye értelmében azt vonja magával, hogy amikor a levegő áthalad az éppen csak szétfeszített hangrésen, a hangszalagok közötti nyomás lecsökken, ez pedig szívó hatást fejt ki a légjárat falaira, azaz a hangszalagokra. A **szívó hatás következtében a szétfeszítés után a hangszalagok újra összetapadnak**, így a zöngéképzés egy új ciklusa kezdődhet meg. A hangszalagok közeledése a Bernoulli-effektus hatására szintén **alulról felfelé terjedő** állapot

A hangszalagrezgés következménye:



A hangszalagrezgés eredményeképpen létrejött hang
(kváziperiodikus hangrezgés): **ZÖNGE**

1. Szupraglottális terület
2. Transzglottális terület
3. Szubglottális terület



A zöngéképzéshez transzglottális nyomáskülönbség szükséges

Zöngéképzés (fonáció)

— Passzív (spontán) zönge

(szonoránsok: magánhangzók, szonoráns mássalhangzók)

[A szájüregbeli nyomás a környezettel megegyezik (mert az akadály tágabb, vagy nem is akadály). A transzglottális nyomás nem csökken a fonáció alatt, így a hangszalagok rezgése zöngéállás esetében automatikusan megindul.]

— Aktív zönge

(zöngés obstruens mássalhangzók)

[A szájüregbeli nyomás nagyobb, mint a környezeti nyomás (az akadály miatt). A megnövekvő szupraglottális nyomás következtében a transzglottális nyomás csökken, és a zöngé csak passzív és aktív artikulációs gesztusok segítségével tartható fenn, avagy a rezgés leáll.]

Zöngképzés (fonáció)

— Passzív (spontán) zöng

(szonoránsok: magánhangzók, szonoráns mássalhangzók)

— Aktív zöng

(zöngés obstruens mássalhangzók)

artikulációs gesztusok:

Passzívak (valamely aerodinamikai vagy képzési sajátossággal járnak együtt): pl. az ugyanezen nyomástorlódás következtében táguló szupraglottális üregek, vagy a zöngképzéshez a gége kismértékű süllyesztése.

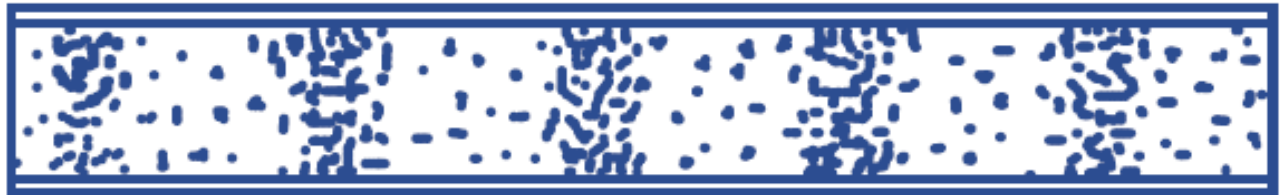
Aktívak (nem más paraméterek következményei, hanem opcionális gesztusok): pl. a nyelvgyök süllyesztése, a zár kismértékű réses nyitása, a nazális üreg átmeneti nyitása]

Tiszta hang/egyszerű hang/színuszhang =

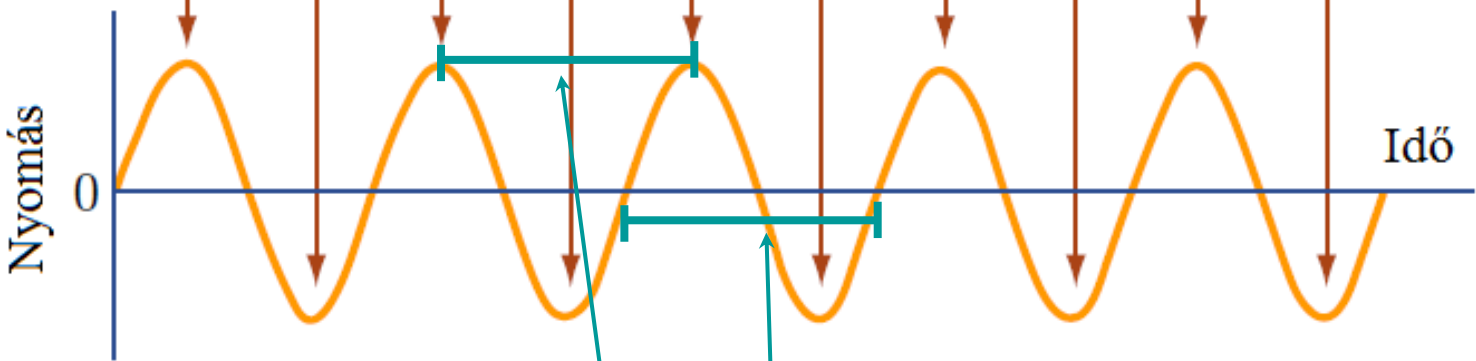
*periodikus
nyomás-
ingadozás*

*periodikus:
szabályos
időközönként
ismétlődik*

A hang nyomáshullám



C R C R C R C R C R

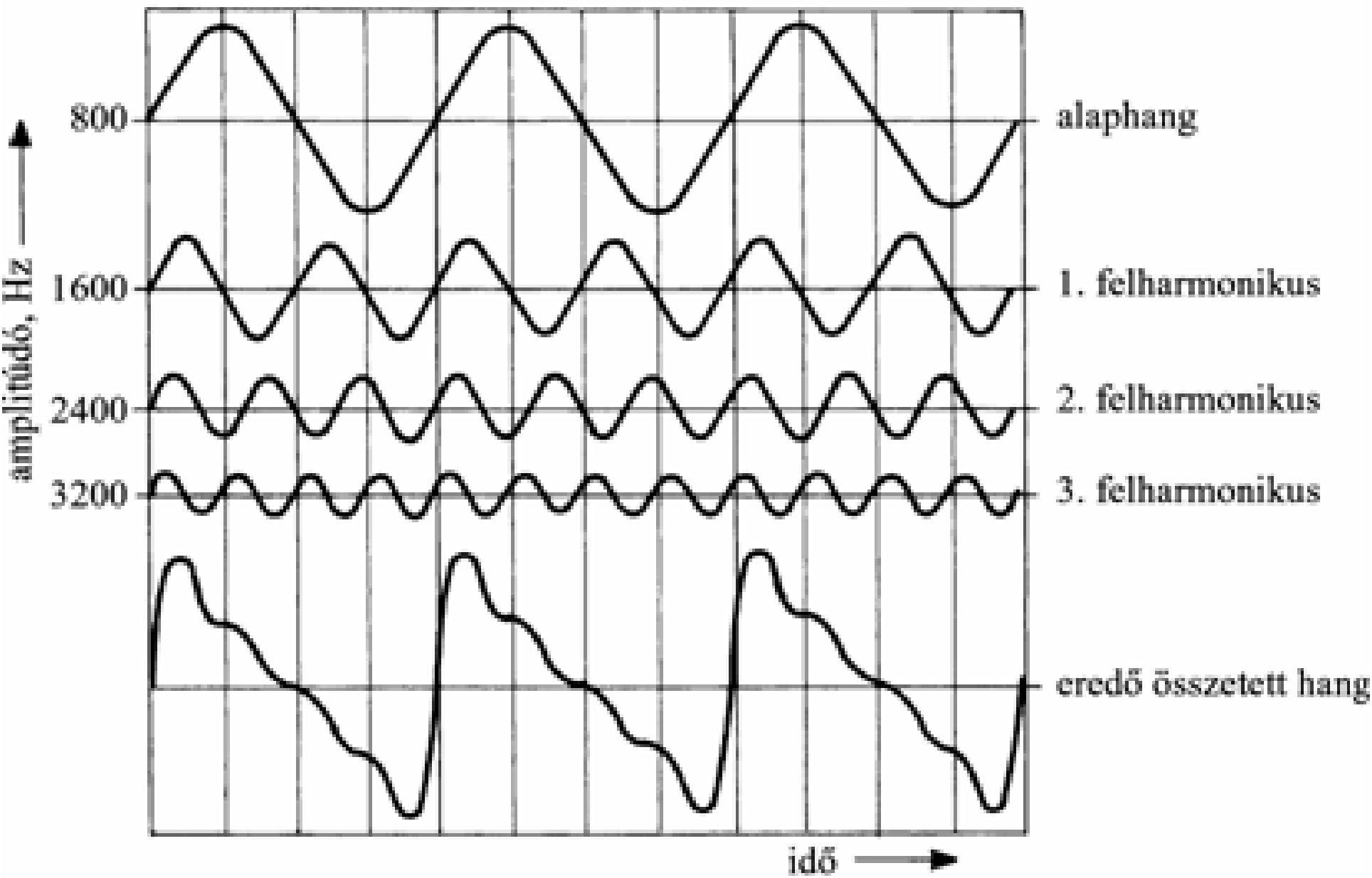


Rezgéskép
Oszcillogram

egy periódus

C = Compression
Sűrűsödés
R = Rarefaction
Ritkulás

Összetett hang



A zöngé:

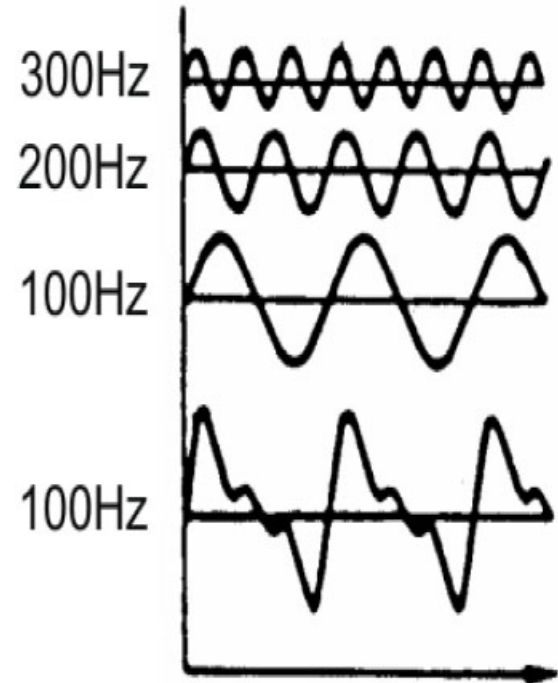
1. Kváziperiodikus hang (a periódusok nem teljesen, de nagyjából egyformák; előfordul, hogy a periódusok nem periodikusak, nem regulárisak: irreguláris zöngé)
2. Összetett, vagyis komplex hang (alaphang + felharmonikusok)

A zöngé összetétele: alaphang (f_0) + felharmonikusok:

Vigyázat a jelölésnél!
Első felharmonikus, de
második összetevő!!!

Második felharmonikus ($3f_0$)	$100 \text{ Hz} * 3 =$	300Hz
Első felharmonikus ($2f_0$)	$100 \text{ Hz} * 2 =$	200Hz
Alaphang (f_0)	$100 \text{ Hz} * 1$	100Hz

Ezek **összessége:**
100 Hz alapfrekvenciájú zöngé

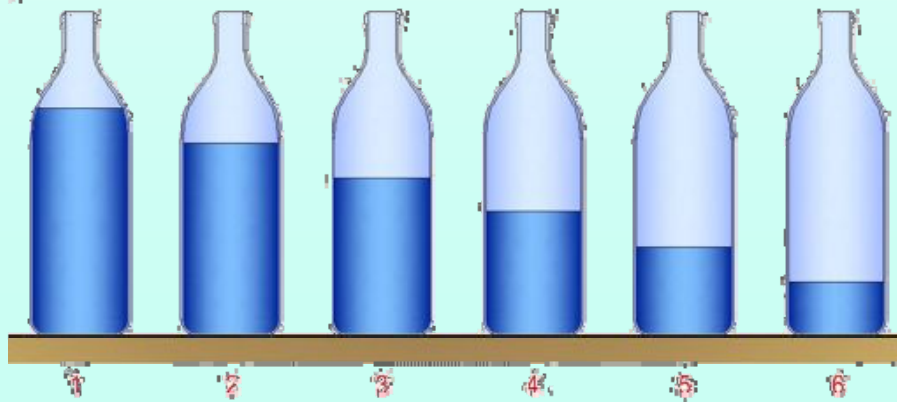


Zöngé → Beszédhang

Miként a zöngé nem azonos a keletkező beszédhanggal, a zöngé felhangjai nem azonosak a keletkező beszédhang formánsaival!
A zöngé „alapanyag”, amit „meg kell formálni”!



egyféle „alapanyagból” (pl. egy kváziperiodikus összetett hangból, azaz a zöngéből) *többféle* végeredmény (azaz pl. többféle beszédhang) formázható.



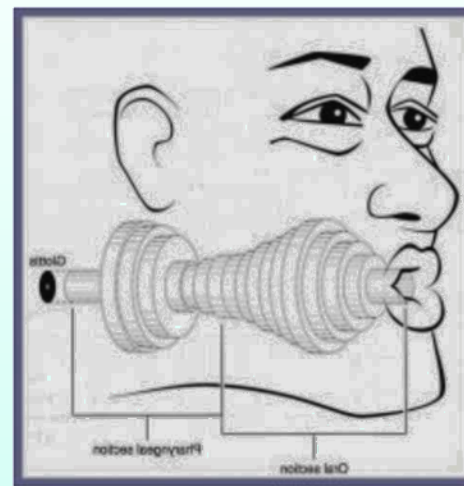
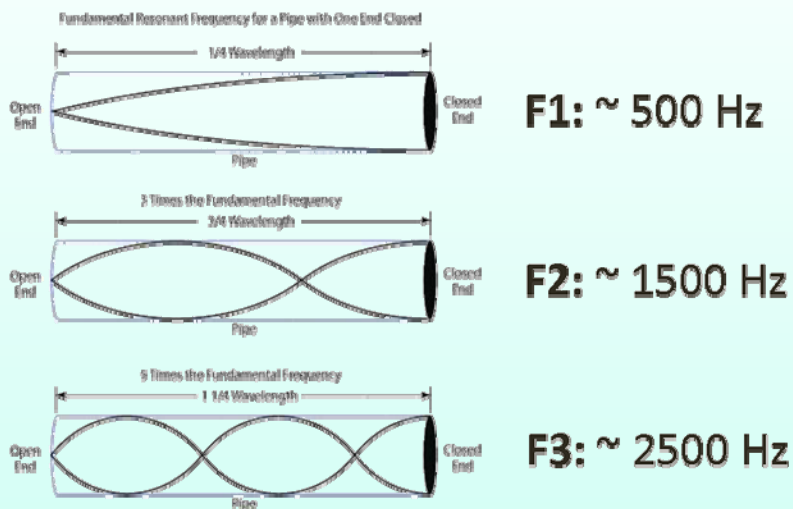
Zöngé → Beszédhang

Minden (üreges) test egy rezonátor, ami bizonyos frekvenciákon rezeg, és ez a rezgés (a visszaverődések és az összeadódások miatt) csak rá jellemző

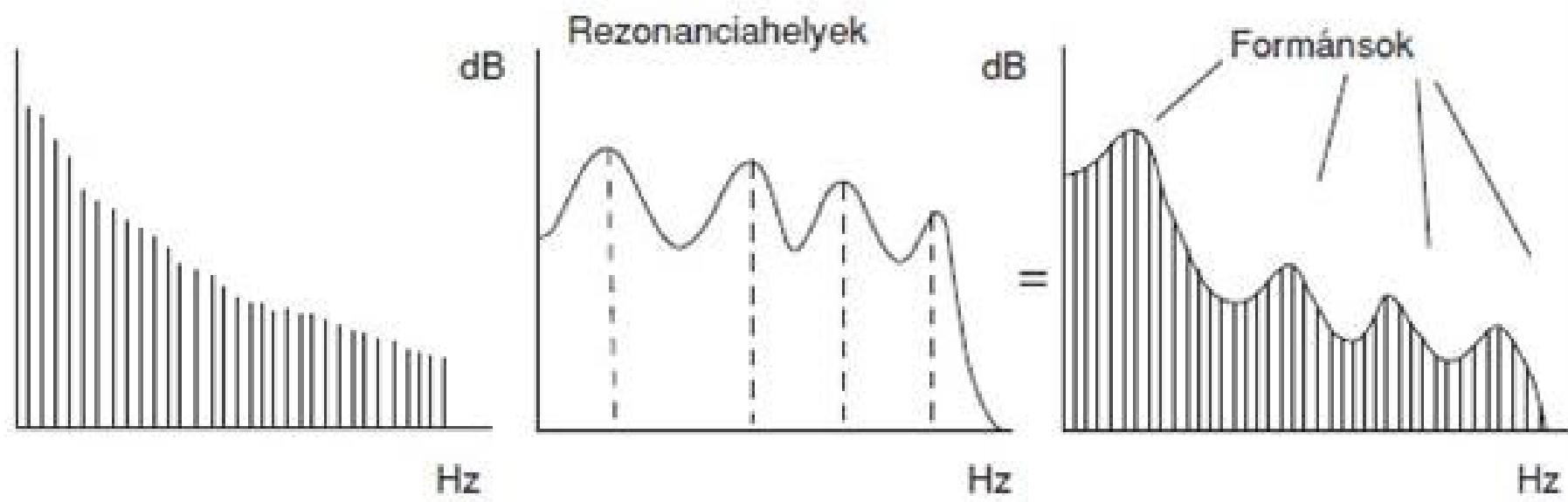
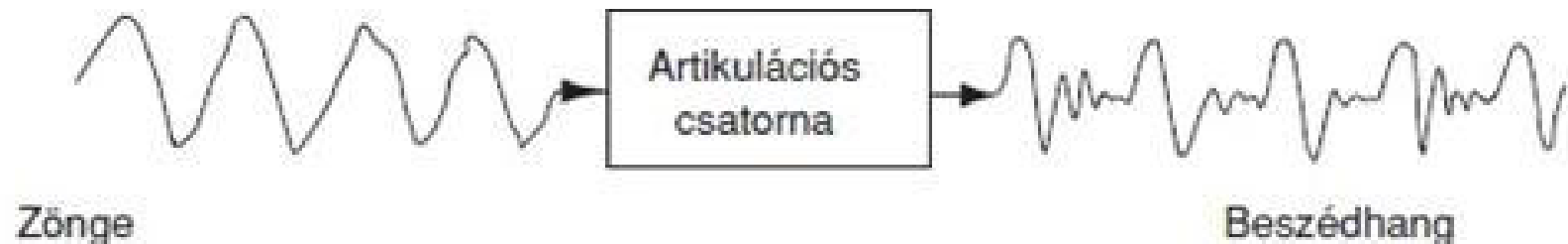
A formázást a **toldalékcső** (garat-orr-szájüreg) mint rezonátor végzi

Rezonanciák a toldalékcsőben: formánsok

- A toldalékcső: az egyik végén (a hangszalagoknál) zárt cső.
- Felnőtt férfi beszélőknél kb. 17 cm.
- Semleges (ellazított) állapotban a rezonanciái:



- A csőre jellemző az a frekvencia, amivel ha gerjesztjük, rezgésbe jön → sajátfrekvencia = rezonancia = formáns.
- Azt a hangot, ami gerjeszti, a cső felerősíti → bizonyos összetevők (felharmonikusok) erősítése.



A zöngé spektruma

+

Az artikulációs csatorna
üregrendszerének átviteli
karakterisztikája

=

A beszédhang spektruma

Forrás

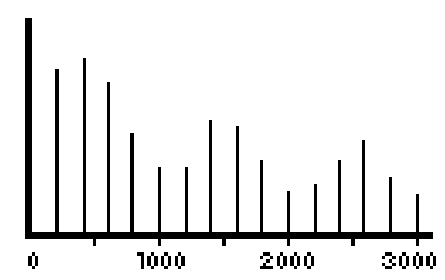
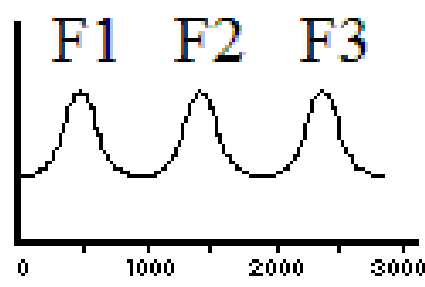
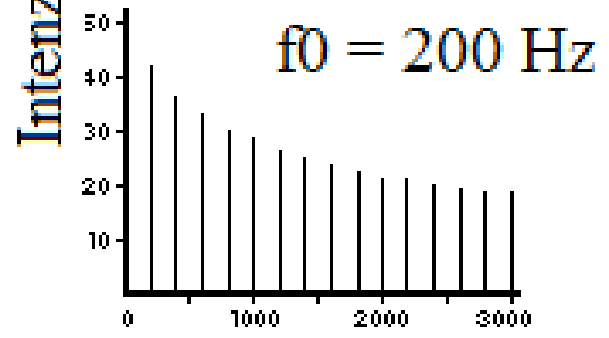
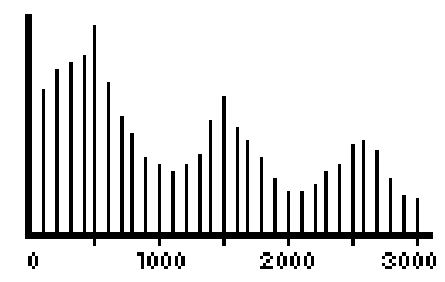
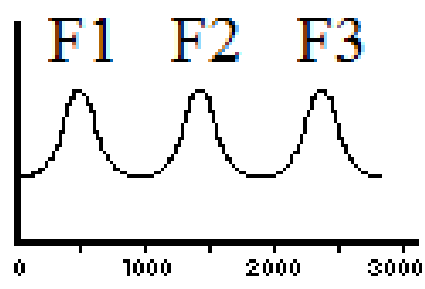
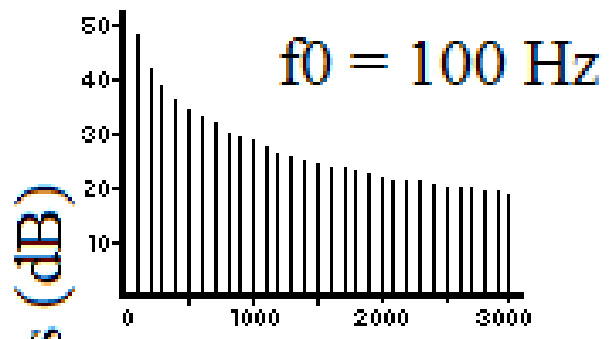
hangforrás
(frekvencia)

Szűrő

a szűrő akusztikai
jellemzői
(pl. üreg mérete, alakja)

Eredmény

a kettő szorzata



Frekvencia (Hz)

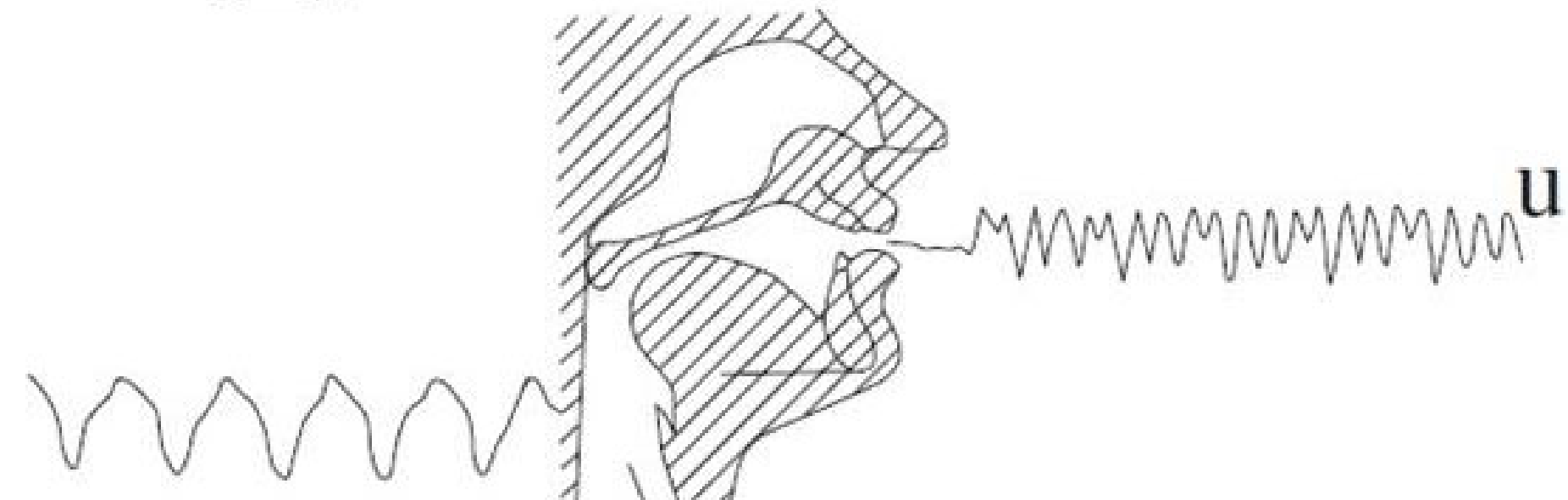
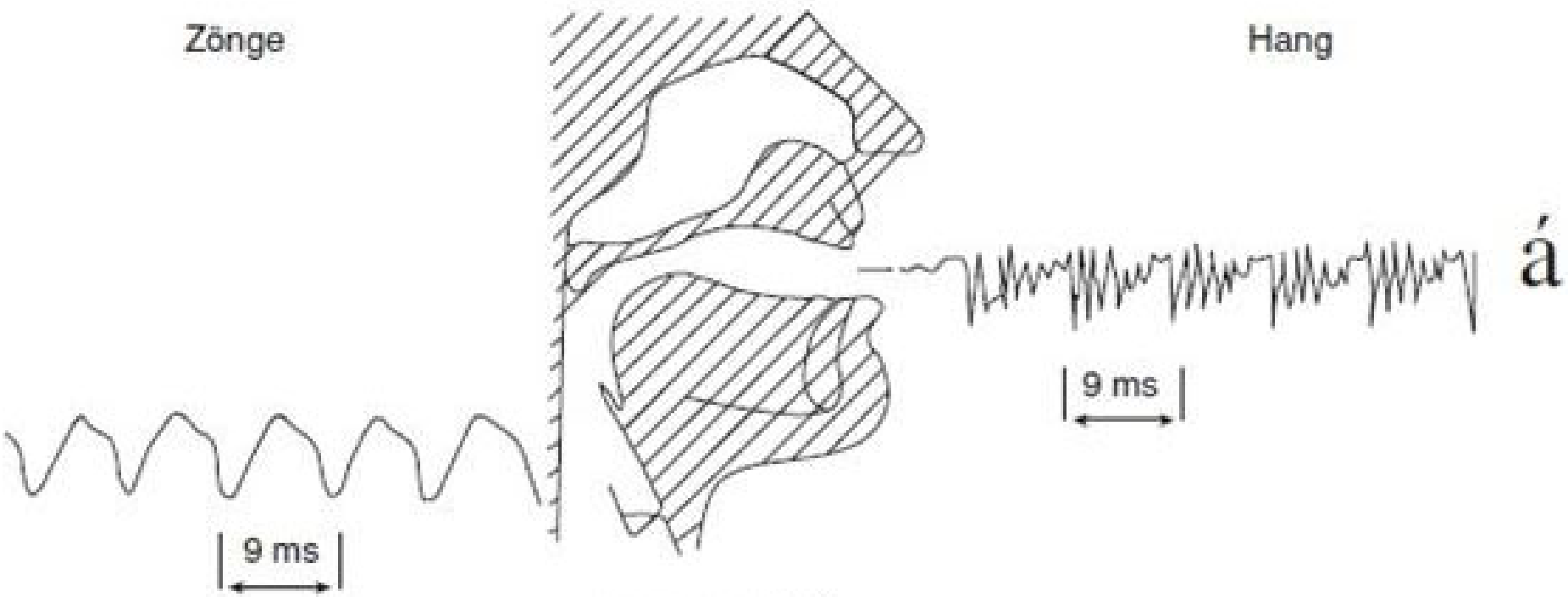
A zöngespektruma

A toldalékcső átviteli függvénye

A kisugárzott hang spektruma

Zänge

Hang



- **Felharmonikus:**
a zöngé egy több komponensből (f_0 + felharmonikusok) álló hang, a felharmonikusok ennek a hangnak az összetevői.
- **Formáns:**
a toldalékcső akusztikus tulajdonsága – csak akkor mérhető, „érzékelhető”, ha gerjesztjük a csövet.

Formáns \neq felharmonikus!!!

Formánsok

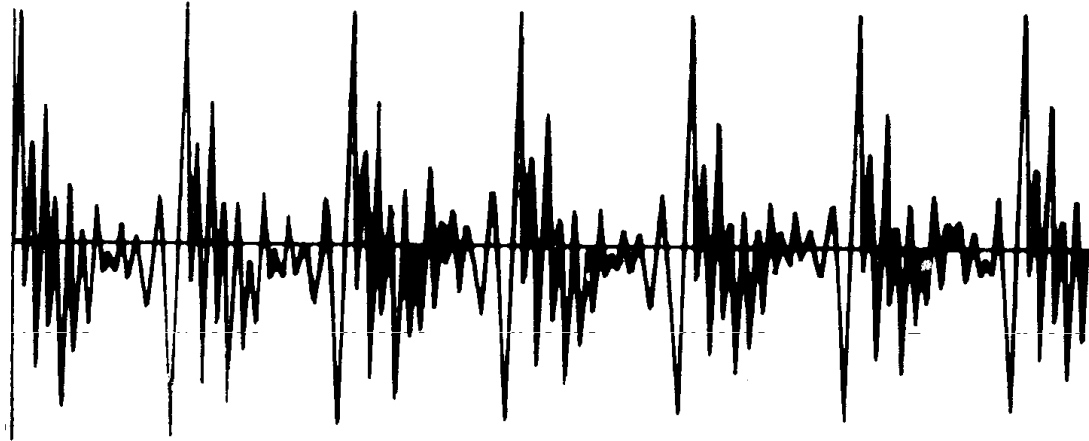
A **formánsok** a hangspektrum csúcsai, vagyis a hangnyomás-idő függvény spektrumának energiamaximumai (Fant 1960).

A beszéd szempontjából a toldalékcső *rezonanciahelyeinek* vagy *sajátfrekvenciáinak* kiemelt jelentősége van, hiszen ezek határozzák meg a kisugárzott hang specifikus hangszínét, azaz az egyes beszédhangokat. A *toldalékcső ezen állóhullámú rezonanciáinak* elnevezése a beszédtudományban **formáns**, jele pedig F1, F2, F3 stb. a legalacsonyabb frekvenciaértékű rezonanciától kezdve a sorszámozást.

A **formánsok** olyan felharmonikus-nyalábok, amelyeket a szájüreg rezonátortevékenysége erősít fel a zöngéből.

Magán- és mássalhangzók rezgésképe

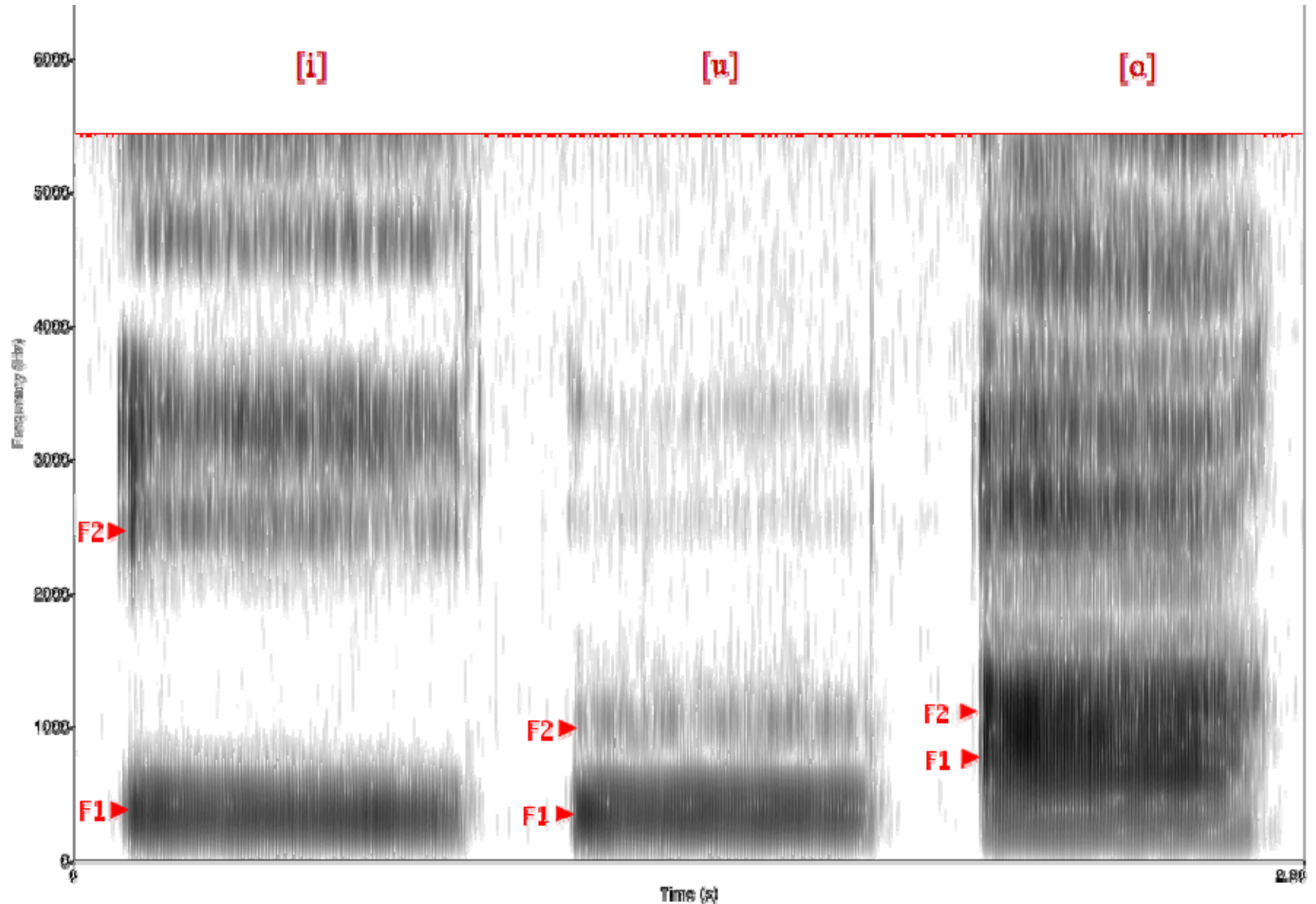
á



zs

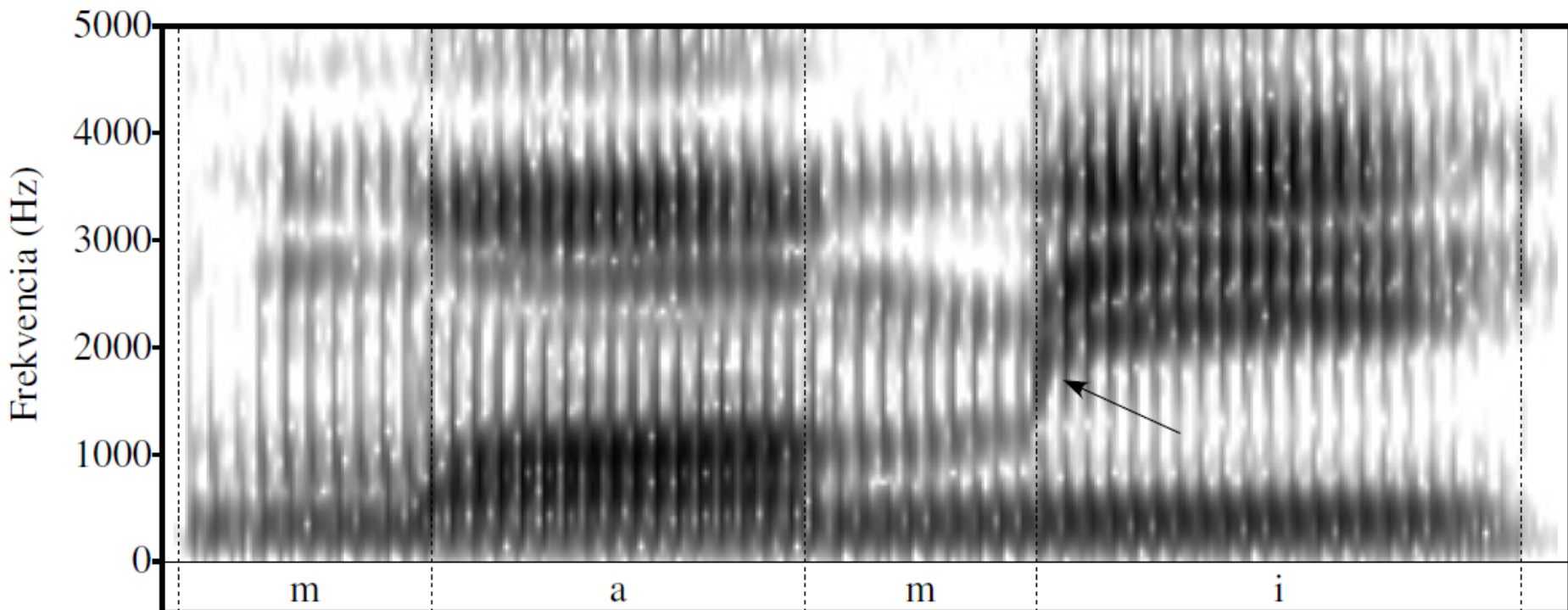


Magánhangzók spektrogramja



Spektrogram

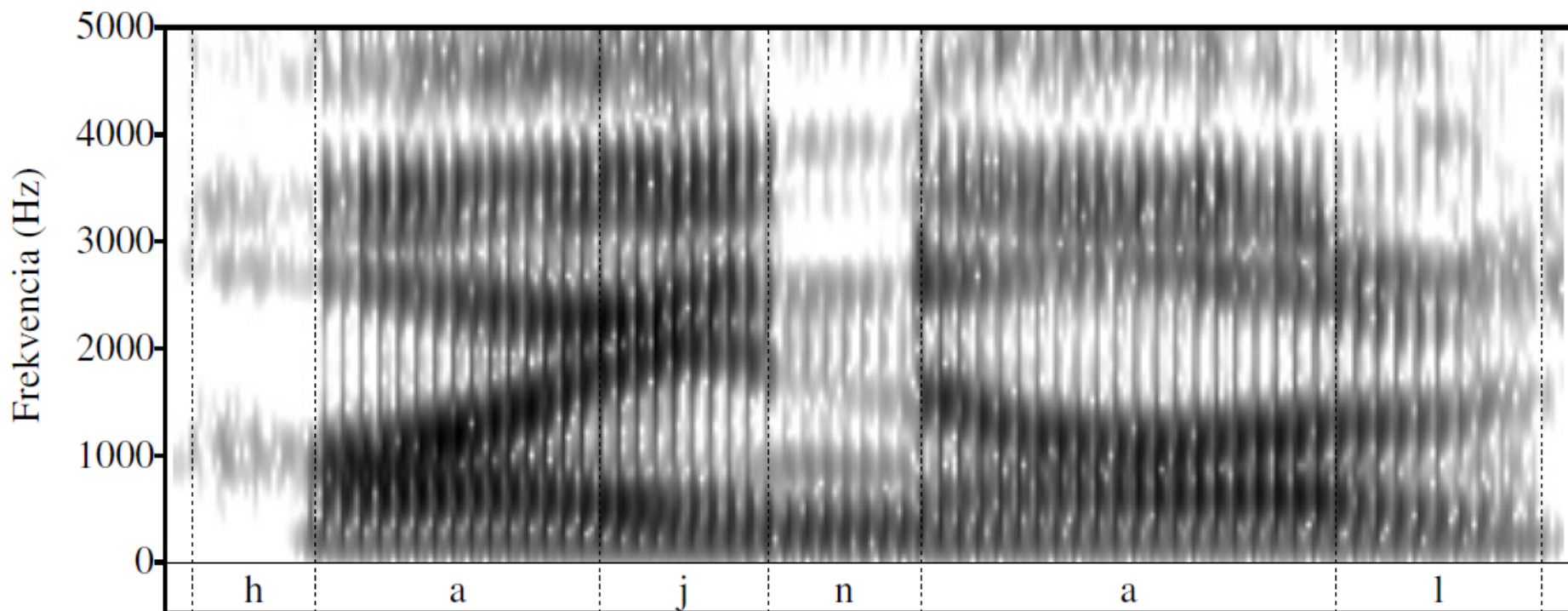
(magánhangzók és szonoráns mássalhangzók)



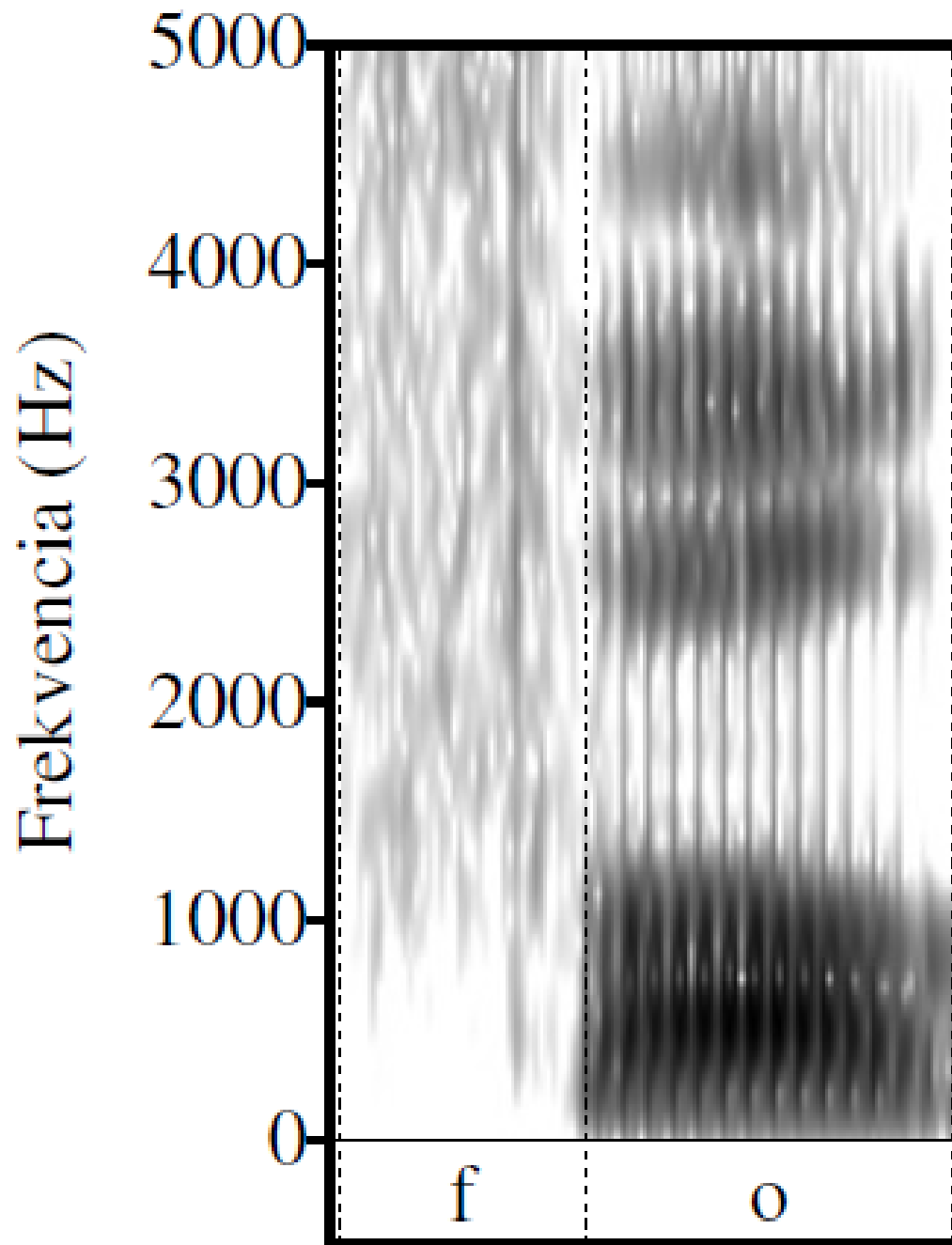
5.31. ábra. A *mami* (523 ms) szó frekvenciaszerkezete. Az [m]+[i] kapcsolódási ponton formánsugrás jöhet létre (nyíl)

Spektrogram

(magánhangzók, szonoráns mássalhangzók és *h*)



5.28. ábra. A [j] akusztikai vetületei a *hajnal* (612 ms) szóban. Látható, hogy a palatális mássalhangzó magához idomítja a környező hangok formánsait. Ez főleg az F2-k mozgásában látványos a példában



Spektrogramok
zöngétlen frikatíva és
magánhangzó

