

**MONDATHANGSÚLYOS ÉS HANGSÚLYTALAN
HELYZETŰ MAGÁNHANGZÓK
NÉHÁNY ARTIKULÁCIÓS ÉS AKUSZTIKAI
JELLEMZŐJE A MAGYARBAN**

**Markó Alexandra^{1,4} – Bartók Márton^{1,4} –
Gráci Tekla Etelka^{2,4} – Deme Andrea^{1,4} –
Csapó Tamás Gábor^{3,4}**

¹ ELTE Fonetikai Tanszék, ² MTA Nyelvtudományi Intézet, ³ BME TMIT,
⁴ MTA-ELTE Lendület Lingvális Artikuláció Kutatócsoport

Bevezetés

Prominencia (kiemelés) a nyelvi viselkedés különféle aspektusaiban megfigyelhető, és változatos eszköztárral valósulhat meg. Attól függően, hogy milyen nyelvelmélet alapján közelítjük meg, illetve hogy a nyelv mely rétegében vizsgáljuk, számos definíció és vizsgálati módszertan állhat rendelkezésünkre. A hangtani (fonetikai-fonológiai) leírások a prominenciát általában a hangsúly ekvivalenseként, illetve a hangsúlyt a prominencia kifejezőjeként tartják számon (pl. Kálmán–Nádasdy 1994/2016; Gósy 2004; Fletcher 2010; Mády 2012). Ugyanakkor (a magyarban a hangsúlytól nem függetlenül) prominenciát fejezhet ki a szórend is, ahogyan a szintaxis, a szemantika és a pragmatika felől nézve is megkülönböztethetünk prominensebb és kevésbé prominens elemeket (vö. pl. Imrényi 2007).

A jelen tanulmány – hangtani vonatkozású lévén – a prominenciát és a hangsúlyhelyzetet ekvivalensként kezeli a továbbiakban, és a hangsúlyt perceptuális kategóriaként ragadja meg, amelynek az artikulációs, illetve akusztikai eszközökkel történő megvalósítását vizsgálja. A fonetikában a hangsúly akusztikai korrelátumainak tekintik általánosságban az időtartam, az intenzitás, az alapprofrekvencia és a spektrális szerkezet valamiféle többletét vagy eltérését a hangsúlyos szótagban – a környező hangsúlytalanokhoz képest –, illetőleg a hangsúly ugyancsak összefüggést mutat a fonáció típusával és a vokális erőfeszítéssel (Marasek 1996). Mindezeknek az akusztikai és artikulációs jellemzőknek az elemzése ugyanakkor rendre ellentmondásos eredményekre vezet (lásd az alábbi szakirodalmi áttekintésben).

Markó Alexandra – Bartók Márton – Gráci Tekla Etelka – Deme Andrea – Csapó Tamás Gábor 2018. Mondathangsúlyos és hangsúlytalan helyzetű magánhangzók néhány artikulációs és akusztikai jellemzője a magyarban. *Beszédkutatás* 2018. 85–109.

A hangsúly hatókörét tekintve szokás megkülönböztetni szóhangsúlyt és mondathangsúlyt, ugyanakkor a szószintű és a megnyilatkozásszintű hangsúly nem függetleníthető egymástól. Tekintettel arra, hogy a beszéd megnyilatkozásokból áll, a szavakon belüli hangsúlyviszonyokról a megnyilatkozásbeli helyzetüktől függetlenül nem is igen tehetők megállapítások. Általánosságban a magyar nyelvben a szóhangsúly helyzete kötött, az első szótagon realizálódik, illetve az első szótagi szóhangsúly részletező jelentésszerkezetű (vö. Tolcsvai Nagy 2017: 208; más megközelítésben alapszófajú, vö. Keszler szerk. 2000) szavak esetében jelentkezik, míg a sematikus jelentésszerkezetű szavak (pl. névelők, névutók, kötőszók; vö. Tolcsvai Nagy *uo.*) klitikumként realizálódnak, azaz nem jelenik meg szóhangsúly egyik szótagjukon sem. Ha azonban a megnyilatkozásban szemantikai és/vagy pragmatikai okok indokolják (vö. még ún. ingatag hangsúlyhelyzetek, Kálmán–Nádasdy 1994/2016), a részletes jelentésszerkezetű szavak első szótagjáról el is mozdulhat a hangsúly, és akár teljesen hangsúlytalaná is válhatnak (vö. irtóhangsúly, Kálmán–Nádasdy 1994/2016 és lásd alább). Ugyancsak hangsúlyossá válhatnak ilyen okok miatt a sematikus jelentésszerkezetű szavak (például kontraszt kifejezésében).

A megnyilatkozás szintjén a hangsúly többféleképpen realizálódhat a magyar beszédben. Tág fókusz esetén minden prozódiai (részletes jelentésszerkezetű) szóhangsúlyt kap, a szűk fókuszú megnyilatkozásban azonban a fókuszpozícióban álló szó a legkiemeltebb, míg az összes többi hangsúlytalanodik (irtóhangsúly). Ez utóbbi esetben a fókusz meghatározott helyen szerepel a magyar mondatban (az ige előtt). A szintaxis és a hangsúlyeloszlás szoros kapcsolata miatt felmerült a kérdés, hogy valóban alkalmazunk-e prozódiai eszközöket a fókusz jelölésére a magyar nyelvben. Ezek hiányát több tanulmány alátámasztotta mind laboratóriumi, mind spontán beszédben (pl. Mády–Kleber 2010; Markó 2012), míg mások igazolták meglétüket például az alapfrekvencia (f_0) maximumában és terjedelmében (Genzel *et al.* 2015 és hivatkozásai).

A magyar mellékhangsúly létezésének kérdése több szempontból is vitákat váltott ki (vö. pl. Varga 1985, 2000, 2012; Kálmán–Nádasdy 1994/2016; Blaho–Szeredi 2011 és hivatkozásai). Varga (1985) a magyarban három hangsúlyfokozatot különít el: főhangsúlyt, mellékhangsúlyt és zérushangsúlyt. Kálmán és Nádasdy (1994/2016) szerint a mellékhangsúly csak fonetikai, de nem fonológiai entitás. Mellékhangsúlyt Varga (2000: 93) négyféle pozícióban feltételez: összetett szó nem első tagjának első szótagján; deakcentuált szavak első szótagján; több szótagú funkciószavak első szótagján; valamint bizonyos szó belseji (rendszerint páratlan) szótagokon ritmikai okokból. Blaho és Szeredi (2011) a ritmikai mellékhangsúly létét akusztikai vizsgálataik alapján elvetették, a többi, Varga által felsorolt esetet nem vizsgálták. A vita további részletei a jelen tanulmány szempontjából irrelevánsak, itt csak azt jegyezzük meg, hogy az általunk vizsgált anyagban a

hangsúlytalanként minősített szótagok a fenti kritériumrendszer alapján is hangsúlytalanok, (feltételezett) mellékhangsúllyal sem rendelkeznek.

A magánhangzók minősége a tudományos közvélekedés szerint a magyar beszédben nem változik a hangsúly (sem a mondathangsúlyt nem viselő, sem a mondathangsúllyal egybeeső szóhangsúly) jelenlétének függvényében (vö. pl. Kálmán–Nádasdy 1994/2016; Gósy 1997 és hivatkozásai). Ugyanakkor ez az állítás tapasztalati (percepciós) alapú, hiszen erre vonatkozóan (a jelen tanulmány szerzőinek tudomása szerint) nem állnak rendelkezésre szisztematikus összevetésből származó, azaz például a hangkörnyezet, illetve a szótag-szerkezet azonossága mellett elvégzett mérésekből származó adatok. Az ugyanakkor elképzelhető, hogy miközben fonológiai relevanciájú minőségi és mennyiségi eltérés nincs ugyanazon magánhangzó hangsúlyos és hangsúlytalan szótagbeli realizációi között, a hangsúlyosság hordozója mégis valamiféle fonetikai (akusztikai és/vagy artikulációs mérésekkel detektálható) különbség.

Fónagy nevezetes, máig sokat idézett tanulmánya (1958) a hangsúlyosságot az időtartam, a(z érzeti) hangosság és az alapfrekvencia relatív többletével jellemzi, amelyekkel kapcsolatosan többször megjegyzi, hogy ezek közül bármelyik hiányozhat, és a kapcsolatuk a hangsúllyal csak tendenciaszerű. Akusztikai mérések mellett Fónagy fiziológiai vizsgálatokat is végzett gégemikrofonnal, pneumográffal, elektromiográffal, amelyek eredményei alapján arra a következtetésre jutott, hogy a hangsúly elsősorban a belső bordaközi izmok, másodsorban a gégeizmok tevékenységével hozható összefüggésbe, miközben a nagyobb izomaktivitás egyáltalán nem feltétlenül vezet mérhető akusztikai (pl. intenzitásbeli) többletbe. Fónagy a kísérletek hozadékát így összegzi: „A hangsúlyélmény [...] nem a hallószervben, hanem a központi idegrendszerben alakul ki a hangjelenség alapos, de gyors és öntudatlan elemzése nyomán. [...] mindenki saját tapasztalatából tudja, hogyan tükröződik a beszédben az erő kifejtés. A hallottak alapján követni tudjuk a beszélő fiziológiai tevékenységét” (23–24). Ez a konklúzió egyrészt összecseng a tükroneuronokkal kapcsolatos vizsgálatok eredményeiből levont azon következtetésekkel (vö. pl. Thèoret–Pascual-Leone 2002), amelyek szerint azért értjük meg mások, így a beszédpartnerek cselekvéseit, azaz például a nyelvi viselkedésüket és ezen belül a prominencia kifejezését is, mert e cselekvések megfigyelése ugyanazokat az idegsejteket aktiválja, mint ezeknek a cselekvéseknek a kivitelezése. Másrészt Fónagy megállapítása ugyancsak harmonizál a beszédészlelés motoros elméletében foglalt azon állítással, amely szerint a beszéd észlelése az akusztikai jel transzformációján keresztül az artikulációs mozdulatsor reprezentációjának előhívásával megy végbe (Lieberman–Mattingly 1985).

A hangsúlyosság elemzése a következő évtizedekben nem állt a magyar beszédre vonatkozó kísérleti fonetikai vizsgálatok előterében, de mint szempontot rendre figyelembe vették a szerzők a magánhangzók vizsgálatában.

Magdics (1965) monográfiája felolvasott mondatok magánhangzóinak átlagos formánsfrekvencia-adatait sorjázza. Az adatokat a szerző különválasztotta a hangsúlyos és a hangsúlytalan magánhangzók tekintetében; az ő megfogalmazásában: „Hangsúlyos és hangsúlytalan magánhangzón [...] hangsúlyos és hangsúlytalan helyzetbeli magánhangzót értek” (6), azt azonban nem határozza meg, hogy ezek mit jelentenek pontosan. Azt gondolhatjuk, hogy a szavak szintjén első és nem első szótagi helyzetekre utal így a szerző, és feltehető, hogy a grammatikai funkciójú lexémák (vö. sematikus jelentésszerkezetű szavak) esetében hangsúlytalan szótagokról van szó az első szótag esetében is. Az adatok alapján Magdics azt állapítja meg, hogy a hangsúlytalan helyzetben „a magánhangzók formánsai lefelé tolódnak” (21), ami ebben a formában azt jelentené, hogy a magánhangzótér egységesen a zártabb és a hátrébb képzettség irányába mozdul, azonban a részletes elemzésből az is kiderül, hogy a tendencia nem egységes. Általánosságban valamivel periférikusabb ejtésre utalnak a hangsúlytalan helyzetben mért formánsértékek, habár a számszerűsített eltérések statisztikai elemzése nem történt meg. Mivel a hangkörnyezetek és a mondatbeli pozíciók is igen változatosak (például nincs kontrollálva az esetleges fókuszhangsúly), és a beszélők is váltakoznak (a felvételek 5 bemondóval készültek, de a ritka vagy az anyagból hiányzó hangzók esetében Magdics a saját beszédét elemezte, amelyet más körülmények között rögzített, mint a többi bemondó esetében), így szisztematikus összevetésre ezek az adatok nem adnak módot. Ugyanezen az anyagon mért időtartamadatokot is publikált Magdics (1966), ezek szerint az átlagértékeket tekintve a hangsúlyosnak besorolt magánhangzók valamivel hosszabbak voltak, mint a hangsúlytalanok (vö. 2. táblázat, 130–131). Ez az eredmény elöntmond például annak a Lindblom (1963) modelljében megfogalmazott állításnak, mely szerint a realizáció rövidebb időtartama azt idézi elő, hogy a beszédstruktúráknak „nincs idejük” elérni a célkonfigurációt, ezért célalulmúlás történik, szemben a hosszabb időtartamban realizálódó beszédhangokkal, ahol a célkonfiguráció megvalósul. Ennek értelmében az artikulációs szervek mozdulataiból következően a rövidebb beszédhangok esetén a formánsértékek centralizáltabb ejtésre utalnának, míg a hosszabb időtartammal periférikusabb ejtésre utaló formánsértékek járnának együtt. Magdics (1965, 1966) adatai azonban éppen ezzel ellenkező tendenciára engednek következtetni.

Kassai (1979) a magánhangzók időtartamát a hangsúlyos és a hangsúlytalan helyzet, a mássalhangzó-környezet és a szótagszerkezet függvényében elemezte szólistaként felolvasott, illetve mondatokba ágyazott minimális párokban, három beszélő ejtésében. Eredményei (1. és 2. táblázat, 38–39) arra utalnak, hogy az időtartambeli eltérések iránya és mértéke magánhangzó-minőségenként változó. A szerző véleménye szerint a hangsúlytalanság az értékek nagyobb szóródását eredményezi, míg a hangsúlyos szótag „igyekszik megőrizni az érvényben lévő fonetikai-fonológiai állapotot” (42). Hasonló eredményeket kapott a spontán beszéd vizsgálatában is (4. táblázat, 64).

Gósy (1997) egy beszélő spontán beszédbeli magánhangzóit elemezte akusztikai szempontból, illetve percepciós vizsgálatot is végzett, amelynek a kérdése az volt, hogy a különféle magánhangzó-minőségeket minek azonosítják az adatközlők: az eredeti magánhangzó-minőségnek, vagy pedig az /ø/-nek (a módszertan további részleteire vonatkozóan lásd az eredeti forrást). Az utóbbi esetben Gósy azt feltételezte, hogy a beszédben [ɔ] hangzott el. A szerző a hangsúlyos (azaz első szótagi) és hangsúlytalan (azaz nem első szótagi – a részletező és a sematikus jelentésszerkezetű szavak esetleges megkülönböztetésére; illetve az esetleges megnyilatkozásszintű hangsúly kezelésére nem tér ki) realizációk összevetése során változatos eredményeket kapott. Míg általában a hangsúlytalan szótagban ejtett magánhangzót azonosították sváként az adatközlők, az /o/ ettől eltérő tendenciát mutatott. Ez egyebek között a magánhangzó-minőségek közötti eltérésre is visszavezethető lehet. A magánhangzó-időtartamok ugyancsak különféleképpen tértek el az egyes magánhangzó-minőségek esetében, egyes esetekben a hangsúlyos, más esetekben a hangsúlytalan realizációk voltak átlagosan hosszabbak.

Kovács (2002) egy női adatközlő által háromszor felolvasott mondatokban több szempont mentén vizsgálta a magánhangzó-időtartamokat. Szisztematikusan párokba rendezett szavakat tartalmazó anyagában a hangsúlytalan szótagokban a szerző átlagosan 8%-nyi időtartamtöbbletet mért (70), mely eredmény részben ellentmondásban van azokkal a korábbiakkal, melyek a hangsúlyos szótag időtartamtöbbletére utalnak (Magdics 1966).

Mády és munkatársai (2008) tanulmányának szintén nem a hangsúlyosság hatásának vizsgálata volt az elsődleges célja, a kutatás mégis hozott e tekintetben is releváns eredményeket. A szerzők három rövid és hosszú magánhangzó-pár tagjainak megvalósulását elemezték azonos mássalhangzó-környezetben, 10 beszélő felolvasásában. Ebben a kutatásban ugyancsak magánhangzónként eltérő tendenciákat találtak, mind a magánhangzó-minőség, mind az időtartam tekintetében a hangsúlyos és a hangsúlytalan szótagbeli realizációk között.

Gósy és Beke (2010) 5 férfi és 5 nő spontán beszédében elemezte a magánhangzók időtartamát, megkülönböztetve az első és az utolsó, valamint a közbülső szótagi magánhangzókat (ennél közelebbi összefüggést a hangsúlylyal, azaz hogy a szó- vagy a megnyilatkozásszintű hangsúlyjellemzőkre reflektálnak-e az adatok, nem tartalmaz a tanulmány). Eredményeik szerint a vizsgált anyagban a közbülső szótagbeli magánhangzókétől mind az első, mind az utolsó szótagi magánhangzók időtartama pozitív irányban (szignifikánsan) eltért, ami részben összefügghet azzal is, hogy az első szótagi magánhangzók jobbára – részletező jelentésszerkezetű szavak esetén – (szó)hangsúlyos helyzetűek, és a szóhangsúlyval időtartamtöbblet jár(hat)ot együtt.

Szalontai és munkatársai (2016), illetőleg Mády és kollégái (2017) végezték a legújabb akusztikai elemzéseket a magyar hangsúly témakörében. Kuta-

tásuk célja a szó- és a mondathangsúly akusztikai vetületének elkülönítése volt a magyarban és a németben, kontrasztív vizsgálat keretében. Az elemzett (azonos fonológiai minőségű) magánhangzók szóhangsúlyos, szó szinten hangsúlytalan, mondathangsúlyos és mondatszinten hangsúlytalan pozícióban jelentek meg, mindig ugyanabban a szótagban. A magyarra vonatkozóan 1. +szóhangsúly, +mondathangsúly; 2. +szóhangsúly, –mondathangsúly és 3. –szóhangsúly, +mondathangsúly (ebben a kondícióban a vizsgált szótag nem abszolút szókezdő pozícióban állt) helyzeteket vizsgáltak és hasonlítottak össze páronként (1. vs. 2. és 1. vs. 3.). Az időtartamot, az energia négyzetes összegének maximumát, a spektrális egyensúlyt (a felső frekvenciatartomány energiája a teljes spektrumon mért hangnyomás értékével csökkentve) és az f_0 -maximumot elemezték 12 beszélő kétszeri ejtésében az /o/ magánhangzóban. A két tanulmány (Szalontai et al. 2016 és Mády et al. 2017) vizsgálati módszertana némiképp eltér, az utóbbiban prozódiai stilizációval nyert adatokat elemeztek. Eredményeik szerint az időtartam és a normalizált f_0 -maximum mind a szóhangsúly, mind a mondathangsúly jelölésében, míg a normalizált energiamaximum és az f_0 -maximum csak a mondathangsúly realizálásában játszott szerepet.

Ugyan – mint láttuk – több kutatás foglalkozott a magyar beszédben a hangsúly fonetikai megvalósulásával, ezek legtöbbször az akusztikai szerkezetet vizsgálta. Az ötvenes évek óta nem keletkezett újabb, a magyar hangsúly jelenségét artikulációs alapon elemző tanulmány – a szerzők tudomása szerint. Ugyanakkor a nemzetközi szakirodalomban vannak olyan frissebb kísérletek, amelyek a prominencia és az artikuláció összefüggéseit vizsgálják. Az alábbiakban ezek közül a hangszalagműködésre vonatkozókból ismertetünk néhányat, mivel a nagyobb vokális erőfeszítés mint a hangsúly artikulációs korrelátuma gyakran képezi vizsgálatok tárgyát.

A hangszalagok rezgésének egy ciklusa háromfázisú folyamatnak tekinthető (vö. Marasek 1996): 1. nyitódó fázis, melynek során a hangszalagok távolodnak egymástól, így fokozatosan növekszik a hangrésen kiáramló levegő mennyisége; 2. záródó fázis, melynek során a hangszalagok közelítenek, ezáltal csökken a kiáramló levegőmennyiség; 3. zárt fázis, mely közben a hangszalagok között nincs levegőkiáramlás. Bizonyos fonációs típusok (pl. leheletes zöngé, suttogás), kismértékű vokális erőfeszítés, illetve bizonyos beszélők esetén nem különíthető el zárt fázis. A nagyobb vokális erőfeszítés a hangszalagok gyorsabb záródásával és hosszabb zárt fázissal jár együtt (Mooshammer 2010). A hangsúly és a nagyobb vokális erőfeszítés között a nemzetközi szakirodalom alapján összefüggést tételezhetünk, a hangsúly jelölése/megjelenése pedig ilyenformán várhatóan a zöngéképzés folyamatában és a zöngé minőségében is tetten érhető. Az eddigi kutatások azonban olyan nyelveket vizsgáltak elsősorban (például a németet, az angolt és a hollandot), amelyek a magyartól merőben eltérnek például a szintaktikai szerkezet és a lexikai hangsúly mintázataiban.

A hangszalagok működésének vizsgálata elektroglossográfia (rövidítése EGG) vagy más néven laringográfiával történik. Ennek alkalmazásakor egy szalag segítségével két elektródát illesztnek a nyak két oldalára, a pajzsporc régiójában. Az elektródák minimális erősségű áramot bocsátanak ki, és az eszköz a gége és a környéki szövetek ellenállását méri. Az elektromos jel hullámformájából (lásd az 1. ábra EGG-vel jelölt paneleit alább, a módszer-tani fejezetben) megbecsülhető a hangszalagok érintkezésének és szétválásának pillanata. A jel legmagasabb értéke utal a hangszalagok maximális érintkezésére, az alacsony értékek pedig a nyitott állapotot mutatják. Az EGG-jel alapján többféle elemzés végezhető. Ezek közé tartozik a nyitott vagy a zárt állapot időtartamának arányítása a teljes fonációs periódusidőhöz. A nyitott állapottal történő számítást angol elnevezése (*open quotient*) alapján OQ-ként szokás rövidíteni. (A továbbiakban ezt alkalmazzuk.) A nagyobb időarányban nyitott hangszalagok és az ennek következtében mérhető magasabb OQ-értékek a modálishoz képest levegősebb zöngéképzésre engednek következtetni (vö. Kankare et al. 2012; Childers–Lee 1990), míg az alacsonyabb OQ-értékek nagyobb időtartamú hangszalag-érintkezéssel járó fonációs típusokra (például a préselt zöngére – vö. Kankare et al. 2012 – vagy az irreguláris zöngéképzés bizonyos típusaira – vö. Childers–Lee 1990), illetőleg a nagyobb vokális erőfeszítésre (vö. Mooshammer 2010) jellemzők.

Egy, a német nyelvre végzett tanulmány (Marasek 1996) 5 feszes és 5 laza magánhangzóban azt találta, hogy az OQ eltért a magánhangzó feszesége és hangsúlyossága mentén. A szerző azt találta, hogy a hangsúlyos magánhangzók OQ-értékei 3%-kal magasabbak voltak a hangsúlytalanokénál, ami egyébként eltér sok más eredménytől (ez utóbbiak összefoglalását lásd Mooshammer 2010). Marasek (1996) a szóhangsúlyt vizsgálta, de mivel szólisták felolvasását elemezte, bizonyos esetekben a szó- és a megnyilatkozásszintű hangsúly egybeeshetett, míg máshol eltérő szótagokon realizálódhatott – részben ez állhatott a más kutatások eredményeitől való eltérések hátterében. Ezen túlmenően az adatközlők nemét is figyelembe véve Marasek (1996) azt találta, hogy a hangsúly és a beszélő nemének hatása között interakció figyelhető meg: míg a férfiaknál nem volt eltérés az egyes vizsgált helyzetek között, a nők esetében a hangsúlyos szótagbeli magánhangzókra kapott OQ-érték átlagosan 7%-kal magasabb volt, mint a hangsúlytalan helyzetben mért adatok. Ez arra utalhat, hogy a vizsgálat női adatközlői a hangsúlyos helyzetű magánhangzókat levegősebb zöngéképzéssel ejtették, mint a hangsúlytalanokat.

Mooshammer (2010) vizsgálatában az /e/ megvalósulásait elemezte a *le* szótagban a német nyelvben (7 férfi ejtésében). A célmagánhangzók négy prominenciafokban szerepeltek a vizsgálati anyagban úgy, hogy az azokat tartalmazó szótagok a szóhangsúly megléte és hiánya, illetve a mondathangsúly megléte és hiánya mentén variálódtak rendszerszerűen. Emellett a szerző a mondat- és szóhangsúlyos helyzetben a „hangos” és a „halk” ejtést is fel-

vette változóként (ehhez mindösszesen annyi utasítást adott a beszélőknek, hogy a célszavakat ejtsék halkán vagy hangosan). Több akusztikai és artikulációs paraméter közül az OQ bizonyult általában a hangsúly legkövetkezetesebb velejárójának: Mooshammer átlagosan 2,5%-kal alacsonyabb OQ-értékeket mért a hangsúlyos szótagokban, mint a hangsúlytalanokban – ez nagyobb vokális erőfeszítésre utal a hangsúlyos ejtés esetében.

A két tanulmányt összevetve azt láthatjuk, hogy azok eltérő eredményeket találtak az OQ és a hangsúly összefüggésében. Mooshammer (2010) ezt egyebek mellett azzal magyarázta, hogy más volt a mérések célja és módszertana, illetve Marasek (1996) anyagában nem törekedett a szó- és mondat-hangsúlyos helyzetek szétválasztására.

A jelen tanulmány egy elővizsgálat eredményeit ismerteti, melyben három magyar magánhangzót elemeztünk két kondícióban: a legmagasabb prominenciafokon (azaz szó- és mondat-hangsúlyos pozícióban), valamint teljesen hangsúlytalan (sem szóhangsúlyt, sem mondat-hangsúlyt, de még mellékhangsúlyt sem előidéző) helyzetben, páronként azonos hangkörnyezetben és szótagszerkezetben. Azt a kérdést tettük fel, hogy a vizsgált artikulációs és akusztikai paraméterek változnak-e, és ha igen, hogyan változnak a két prominenciafok között. A szó- és mondat-hangsúly hatását tehát nem választottuk külön ebben a vizsgálatban, a két hangsúlytípus egyszerre változott (volt jelen vagy hiányzott) a két kondíció között. A vizsgálatban akusztikai paraméterekként a magánhangzók időtartamát, valamint a magánhangzók teljes időtartamán mért átlagos f_0 -t, a magánhangzók középső 50 ms-án mért átlagos F_1 - és F_2 -értékeket, illetve ezek alapján az egyes magánhangzók magánhangzótér középpontjától számított euklideszi távolságát állapítottuk meg, míg artikulációs paraméterként a magánhangzók teljes időtartamán mért átlagos OQ értékét becsültük.

A fenti tanulmányok eredményei alapján azt vártuk, hogy a két hangsúly-kondíció között eltérnek az akusztikai és az artikulációs mérések eredményei, ugyanakkor az eltérések irányára nézve (az idézett eredmények ellentmondásai miatt) nem fogalmaztunk meg előzetes várakozásokat. Feltételeztük, hogy eltérő mintázatot tapasztalunk a nemek között az ismert fiziológiai különbségek miatt az f_0 és a formánsfrekvenciák értékeiben a következők szerint. A férfiak esetében a hangszalagok hosszabbak, mint a nőknél, így a férfiak alapfrekvenciája jellemzően alacsonyabb, mint a nőké. Ennek következtében feltehető, hogy amennyiben a hangsúly kifejezése az f_0 változtatásával jár, a változás más-más mértékű lesz/(lehet) e két beszélői csoportban, mert ebben a változásban az átlagosan használt alapfrekvencia meghatározó és korlátozó szerepű is egyben (úgy, hogy például a nőknél kisebb frekvenciaemelkedést tapasztalunk az eleve magasabb beszéd-alapfrekvenciában). Emellett általánosságban az is igaz, hogy a nők toldalékcsove jellemzően rövidebb, mint a férfiaké, így várakozásunk szerint a nőknél mért formánsfrekvenciák jellemzően magasabb frekvenciaértékeket vesznek fel, mint a férfiaknál mérték.

Ezzel a paraméterrel kapcsolatban azonban nem egyértelmű, hogy találunk-e interakciós hatást a hangsúly tényezővel. A fiziológiai eltéréseken túl a beszélő nemének interakciós hatását vártuk más, korábbi eredmények nyomán is. Ismeretes, hogy a nők általában leheletesebb zöngét produkálnak (vö. pl. Mooshammer 2010). Emellett azonban kifejezetten a zöngéképzés és a hangsúly összefüggésével kapcsolatosan például Marasek (1996) azt találta, hogy a nők és férfiak zöngéjének minősége nem változik egyező módon a hangsúly kifejeződésében sem, a nők esetében ugyanis tendenciózusan leheletesebb zöngére utaló magasabb OQ-értékeket mért, míg a férfiaknál nem talált a hangsúly és a vokális erőfeszítés között ilyen egyértelmű és rendszerszerű hatást. Mindebből kiindulva tehát interakciót vártunk a nem és a hangsúly hatásának tekintetében az f_0 -ra és az OQ-ra nézve is, míg a hangsúly mellett a nem főhatását vártuk az F_1 - és F_2 -értékekre (valamint az ezekből származtatott távolságadatokra). A korábbi szakirodalmi eredmények alapján azt is feltételeztük, hogy a magánhangzó minőségétől függően alakulnak az időtartam, a formánsfrekvenciák és az OQ értékei a hangsúlyos és a hangsúlytalan helyzetben, de itt nem vártunk hatást (sem interakciót) a nemek szerint.

Anyag, kísérleti személyek és módszer

A fenti hipotézisek tesztelésére előkísérletet terveztünk. Egy korábbi, más témájú kutatáshoz (Deme et al. 2017) összeállított korpuszból válogattunk ki olyan magánhangzókat, amelyek páronként azonos hangkörnyezetben és szótagszerkezetben realizálódtak (szó- és mondat szinten is) hangsúlyos és (szó- és mondat szinten is) hangsúlytalan helyzetben (a magyar nyelv sajátosságai miatt a szóban és a mondatban elfoglalt pozíciót nem tudtuk kontrollálni, azaz a hangsúlyos helyzet mindig első szótagi, a hangsúlytalan azonban nem). Ezeknek a kritériumoknak az anyagban a felső nyelvállású, illabiális, palatális /i/, a felső nyelvállású, labiális, veláris /u/ és az alsó nyelvállású, labiális, veláris /o/ felelt meg, az alábbi mondatpárokban (hs = hangsúlyos, htl = hangsúlytalan):

/o/_{hs} *Aha. Értem.*

/o/_{htl} *A herendi porcelánnal tálalt...*

/i/_{hs} *Kihív.*

/i/_{htl} *Valaki híreket hozott.*

/u/_{hs} *Puhul a nő...*

/u/_{htl} *A lapu hullámokban takarja el az ösvényt...*

Az /o/ magánhangzó hangsúlyos szótagbeli realizációja kapcsán felmerülhet, hogy az emocionális intonáció miatt a szó második szótagja realizálódik hangsúlyosan, ezért ellenőriztük, hogy a bemondásokban valóban az első szótag volt-e a hangsúlyos. Mivel két férfi beszélőnél ebben a szóban a vártól eltérő hangsúlymintázatot találtuk, ezekre az /o/-realizációkra vonatkozó adatokat nem elemeztük.

A kiindulásként használt korpusz felvétele során a stimulusokat (482 mondat) random sorrendben, 3-szori ismétléssel mutattuk be a SpeechRecorder (Draxler–Jänsch 2004) segítségével. A beszéd- és EGG-jelet az EGG D-200-zal (Laryngograph Ltd.) rögzítettük ECL-500M/SK csíptetős, omnidirekcionális mikrofon alkalmazásával, 44,1 kHz-es mintavételi frekvencián, csendesített szobában. A jelen vizsgálatban 18 beszélő (7 nő, 11 férfi) felolvasását elemeztük, akiknek az életkora 23 és 43 év között volt (átlag = 32,2 év, szórás = 3,8 év). Egyiküknek sem volt sem beszéd-, sem hallásproblémája. (Az eredeti korpusz egyik női beszélőjének az anyagát az EGG technikai problémája miatt ki kellett hagynunk az elemzésből, továbbá ahogyan azt már említettük, kizártuk két férfi néhány /v/-realizációját.) Mindösszesen 101 /v/-, 108 /i/- és 108 /u/-megvalósulást elemeztünk.

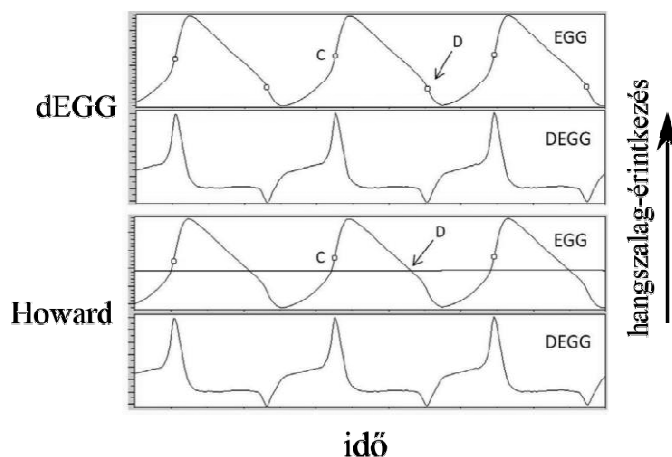
A felvételekben a célmagánhangzókat manuálisan címkéztük a Praat szoftverben (Boersma–Weenink 2016). A célmagánhangzókon a következő paramétereket mértük meg: (i) a magánhangzó időtartama, (ii) az F_1 és F_2 átlagos értékei a magánhangzó közepső 50 ms-os szegmensében, (iii) az f_0 átlaga a teljes magánhangzó-időtartamban az EGG-jel alapján, (iv) az OQ átlaga a teljes magánhangzó-időtartamban az EGG-jel alapján. A magánhangzók időtartamát és a formánsértékeket a Praat szoftver segítségével mértük, és az utóbbiakat az ábrázoláshoz z-transzformációval (Lobanov 1971) beszélőnként standardizáltuk az R szoftverben (R Core Team 2017) a phonR csomag használatával (McCloy 2016). Emellett kiszámítottuk az egyes magánhangzóknak a magánhangzó-tér közepétől mért euklideszi távolságát ($|d|$) is a formánsfrekvenciák alapján (Bradlow et al. 1996), és ezt a paramétert is elemeztük függő változóként.

Az EGG-jel elemzését a Peakdet Matlab-szkript (Michaud–Thi 2007) Praat szkriptnyelven implementált változatával (Kirby 2017) végeztük, mely az eredeti szkripttel ellentétben a derivált jel csúcsait autokorreláció (Boersma 1993) segítségével detektálja. A férfiak esetében 70–250 Hz, a nők esetében 100–350 Hz közötti f_0 -tartomány megadásával dolgoztunk. A jelek parametrizálását megelőzően mind az EGG-, mind a dEGG-jelet 10 lépéses mozgóátlag-szűrővel simítottuk.

Az OQ és az f_0 becsléséhez a hangszalagok nyitódásának és záródásának időpontját kétféle módszerrel is meghatároztuk (1. ábra). A záródási pontnak (az ábrán C betűvel jelölve) és a nyitódási pontnak (az ábrán D betűvel jelölve) a két módszer által meghatározott helyzetét az 1. ábra illusztrálja az eredeti és a derivált jel megjelenítésével. Egyrészt alkalmaztuk a dEGG-módszert (Henrich et al. 2004), amely az EGG-jel első deriváltjának legnagyobb pozitív és legalacsonyabb negatív pontjában jelöli meg a záródás, illetve a nyitódás pillanatát (a továbbiakban OQ_{dEGG}). Másrészt egy kevert módszert is használtunk, melyet Howard (1995) dolgozott ki (a továbbiakban: OQ_{Howard}). A záródás pillanatát ez a módszer is az első derivált maximumánál határozza meg, azonban a nyitódást arra a pillanatra teszi, ahol az

eredeti jel negatív irányba haladva átlépi az eredeti EGG-jel lokális maximuma és minimuma közötti 3/7-es amplitúdóküszöböt. Az így kapott nyitódási és záródási időpontok alapján az egymást követő záródási pontok által határoljuk el a periódusokat (egy periódus tehát a két szomszédos C pont által határolt szakasz). Ennek megfelelően egy periódusra az f_0 értéke a reciproká, míg az OQ értékét úgy kapjuk meg, hogy a periódus kezdete és a nyitódási pont közötti időkülönbséget elosztjuk a periódusidővel.

Amennyiben a két becslési módszer esetén az egy magánhangzóra kapott OQ-értékek jelentősen eltértek – tekintve, hogy ez a csúcsok téves detektálásának jó indikátora –, az adott eseteket ellenőriztük, és a detektált dEGG-csúcsok helyzetét manuálisan korrigáltuk.



1. ábra

A hangszalagok záródásának (C-vel jelölt pont) és nyitódásának (D-vel jelölt pont) meghatározása a dEGG-módszer (fent) és Howard hibrid módszere (lent) esetén (Awan és Awan 2013 Figure 2 alapján, 436)

Statistikai elemzések

Az R szoftverben (R Core Team 2017) lineáris kevert modellekkel (Kuznetsova et al. 2017) elemeztük a hangsúlyosság hatását az időtartamra, az első két formánusra, a magánhangzóknak a magánhangzótér középpontjától mért euklideszi távolságára, az alaphfrekvenciára és a kétféle OQ-értékre. Az említett fiziológiai okokból következően amennyiben a függő változó a fonáció valamely jellemzőjét ragadta meg (f_0 , OQ_{dEGG} , OQ_{Howard}), vagy a toldalécső tulajdonságait képezte le (F_1 , F_2 , $|d|$), a modellek a hangsúlyosság és a magánhangzó-minőség mellett független változóként tartalmazták az adatközlő nemét, illetve a nem, a magánhangzó-minőség és a hangsúlyosság in-

terakcióját. A modellek random hatásként az adatközlőt tartalmazták, adatközlőnként random meredekséggel. A variancia homogenitását és a normalitást a reziduálisok grafikus elemzése alapján állapítottuk meg. A p -értékek számítása Satterthwaite-approximációval történt. A modelleken Tukey-féle post hoc teszttel végeztünk páronkénti összehasonlításokat. Mindezek mellett a két eltérő OQ-mérés eredményeit is összehasonlítottuk Pearson-féle korrelációelemzéssel, hogy az eltéréseiket feltérképezhessük.

Eredmények

A kapott adatok átlag- és szórásértékeit nemenként, magánhangzónként és hangsúlyhelyzetenként az 1. táblázat összegzi.

1. táblázat: A hangsúlyos és a hangsúlytalan helyzetű magánhangzókra kapott mérési eredmények nemenként és magánhangzónként (átlag és szórás)

	Nők					
	/ɒ/		/i/		/u/	
	Hs	Htl	Hs	Htl	Hs	Htl
Időtartam (ms)	77±27	45±18	67±18	54±12	70±14	73±17
F₁ (Hz)	774±123	807±121	390±63	400±61	430±45	434±48
F₂ (Hz)	1198±137	1394±220	2024±589	2108±597	863±358	882±354
f₀ (Hz)	200±39	207±36	192±32	211±33	241±54	248±39
OQ_{dEGG}	0,66±0,07	0,64±0,09	0,60±0,06	0,61±0,06	0,66±0,05	0,63±0,04
OQ_{Howard}	0,62±0,07	0,61±0,08	0,58±0,06	0,59±0,06	0,61±0,06	0,60±0,05

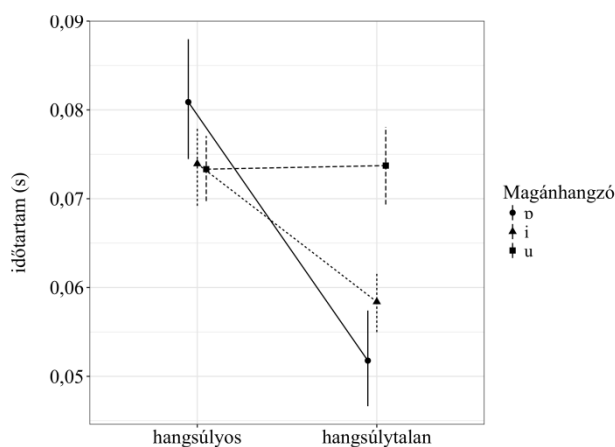
	Férfiak					
	/ɒ/		/i/		/u/	
	Hs	Htl	Hs	Htl	Hs	Htl
Időtartam (ms)	83±23	57±20	78±15	61±13	75±14	74±14
F₁ (Hz)	642±82	640±151	337±38	319±28	354±35	376±51
F₂ (Hz)	1068±148	1288±378	2205±229	2206±255	863±313	866±445
f₀ (Hz)	118±17	124±18	129±23	125±20	145±27	162±25
OQ_{dEGG}	0,58±0,07	0,68±0,08	0,55±0,08	0,57±0,07	0,58±0,07	0,57±0,08
OQ_{Howard}	0,61±0,06	0,66±0,06	0,56±0,05	0,60±0,07	0,58±0,05	0,57±0,08

A továbbiakban az egyes paraméterek jellemzésekor a hangsúlytalan és a hangsúlyos helyzet között mért eltéréseket számszerűsítjük, először a teljes adathalmazra vonatkoztatva, majd külön nemenként és magánhangzóminőségként is. Az adatok bemutatásában a könnyebb áttekinthetőség kedvéért azt az eljárást alkalmazzuk, hogy a hangsúlytalan realizációk átlagértékét tekintjük a kiindulásnak, ehhez viszonyítjuk a hangsúlyos realizációk átlagértékét. A hangsúlyos ejtés magasabb értéke esetén a különbséget pozitív

előjellel számszerűsítjük, míg ha a hangsúlytalan szótagbeli ejtés értéke magasabb, a különbséget negatív előjellel adjuk meg. Példaképpen: a hangsúlytalan ejtésben mért valamely értéket tekintjük 100%-nak, így ha a hangsúlyos értéke 105%, azt +5%-ként, ha hangsúlyosé 95%, azt -5%-ként tüntetjük fel.

A magánhangzók időtartama

A magánhangzók időtartamát a hangsúly és a magánhangzó-minőség függvényében elemeztük (2. ábra). Szignifikáns interakciót találtunk a hangsúly és a magánhangzó-minőség között [$F(2, 282,85) = 25,015$; $p < 0,001$]: míg mind az /v/, mind az /i/ esetében szignifikánsan ($p < 0,001$) hosszabbak voltak a hangsúlyos magánhangzók, az /u/ esetében a hangsúly hatása nem volt szignifikáns, mind a hangsúlyos, mind a hangsúlytalan /u/ az /i/ hangsúlyos realizációjára jellemző időtartammal valósult meg. Az egyes magánhangzók időtartam-eltérése hasonlóan alakult a két nemnél: az /v/ a nők ejtésében +32,1 ms (+71,8%), a férfiakéban +26,5 ms (+46,7%); az /i/ a nőknél +13,0 ms (+24,0%) és a férfiaknál +17,2 ms (+28,1%); az /u/ a nőknél -2,7 ms (-3,7%) és a férfiaknál +0,9 ms (+1,2%) eltérést mutatott a hangsúlyos és hangsúlytalan előfordulások között.



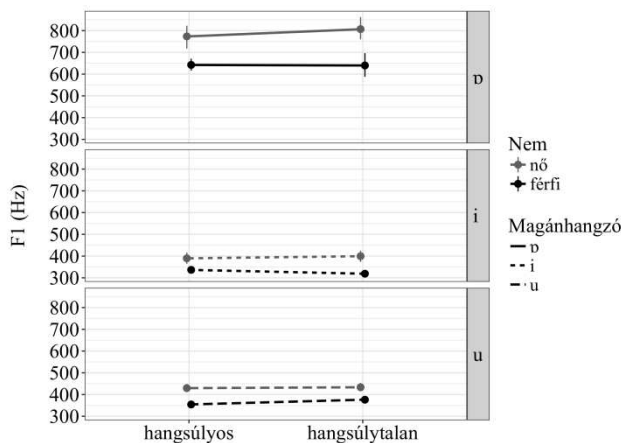
2. ábra

A magánhangzók időtartama (átlag és 95%-os konfidenciaintervallum) a hangsúlyviszonyok függvényében

Formánsértékek

A formánsértékeket a hangsúly, a magánhangzó-minőség és a nem függvényében elemeztük (3. ábra). A statisztikai elemzés szerint a hangsúlyosság önmagában nem bizonyult meghatározónak az első formáns értékeinek alaku-

lására [$F(1, 98,74) = 0,91, p = 0,342$], ugyanis sem az összes beszélő együttes adataiban ($-5,5$ Hz, azaz $-1,1\%$), sem a női ($-15,4$ Hz különbség, azaz $-2,8\%$), illetve a férfi adatközlők ($+5,2$ Hz különbség, azaz $+1,2\%$) csoportjaiban, sem magánhangzó-minőségre lebontva nem volt kimutatható eltérés a magánhangzók F_1 -értékében a hangsúlyos és a hangsúlytalan helyzetek között. Az /i/ megvalósulásaiban a nők esetében átlagosan $-9,8$ Hz, azaz $-2,4\%$ az első formáns különbsége, a férfiaknál $+17,6$ Hz, azaz $+5,5\%$. Az /v/-ban a nőknél $-33,4$ Hz ($-4,1\%$), a férfiaknál $+2,5$ Hz ($+0,4\%$) az első formáns eltérése. Az /u/ megvalósulásaiban az F_1 $-4,0$ Hz ($-0,9\%$) különbséget mutatott a női és $-21,9$ Hz-et ($-5,8\%$) a férfiejtésben a hangsúlyosságtól függően.

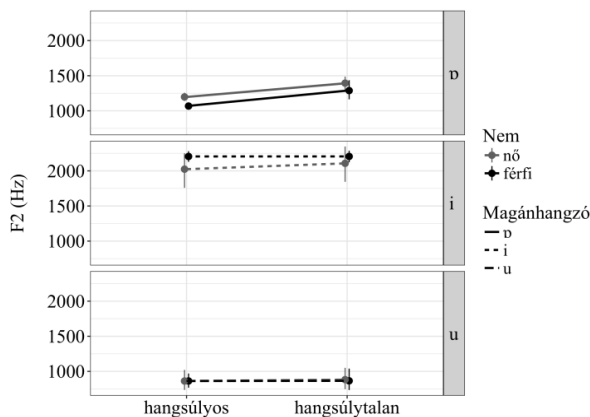


3. ábra

Az első formáns értékei (átlag és 95%-os konfidenciaintervallum) a vizsgált tényezők függvényében

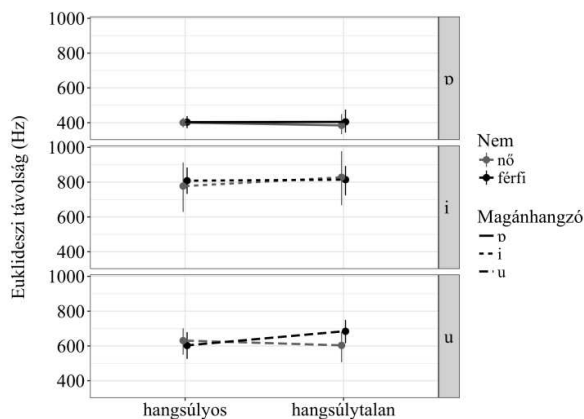
Az F_2 tekintetében szignifikáns eltérés volt kimutatható a hangsúlyhelyzetek között [$F(1, 79,448) = 4,88; p = 0,030$] (4. ábra): összességében a hangsúlyos magánhangzók második formánsai alacsonyabb értékeket vettek fel ($-110,0$ Hz, azaz $-7,5\%$). A páronkénti összevetés szerint azonban az adatokat nemenként és magánhangzó-minőségenként szétbontva nem voltak szignifikáns különbségek a hangsúlyos és hangsúlytalan ejtés között, az eltérés elsősorban minden bizonnyal az /v/ magánhangzónak köszönhető: az alsó nyelvállású /v/ esetében a nők ejtésében $-196,8$ Hz ($-14,1\%$), a férfiakéban $-220,3$ Hz ($-17,1\%$) volt az F_2 különbsége a két hangsúlyhelyzetben. Az /u/-ra a nőknél $-19,7$ Hz ($-2,2\%$), a férfiaknál $-2,3$ Hz ($-0,3\%$); az /i/-re a nőknél $-83,3$ Hz ($-4,0\%$), a férfiaknál $-0,4$ Hz ($-0,02\%$) különbséget kaptunk a hangsúlyosság függvényében.

A magánhangzó-realizációknak a magánhangzótér középpontjától számított euklideszi távolságát nem befolyásolta a prominencia, erre a változóra csak a magánhangzó-minőség volt szignifikáns hatással [$F(2, 300,19) = 97,66; p < 0,001$] (5. ábra), ami azt jelenti, hogy az egyes magánhangzók tendenciózusan eltérő távolságra realizálódtak az akusztikai magánhangzótér középpontjától, függetlenül attól, hogy hangsúlyos vagy hangsúlytalan szótagban realizálódtak-e.



4. ábra

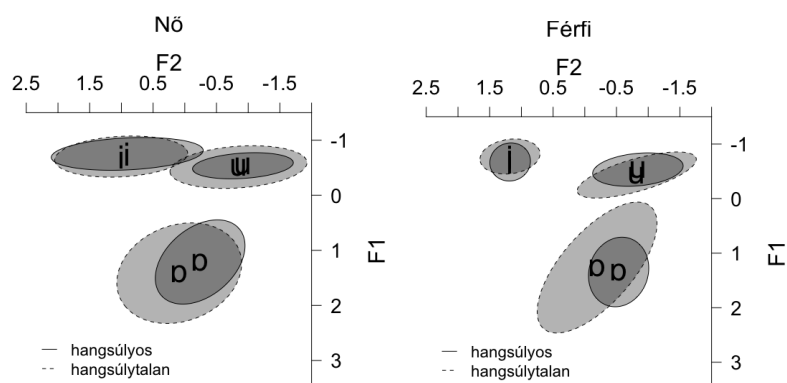
A második formáns értékei (átlag és 95%-os konfidenciaintervallum) a vizsgált tényezők függvényében



5. ábra

A magánhangzó-tér középpontjától számított távolság (átlag és 95%-os konfidenciaintervallum) a vizsgált tényezők függvényében

Annak ellenére, hogy csak a második formáns értékeiben találtunk szignifikáns eltérést a hangsúlyosság mentén, a 6. ábrán látható sűrűsödési ellipszisekről leolvasható, hogy a formánsok frekvenciája és a hangsúly között általánosságban is van összefüggés, ugyanis a frekvenciaértékek variabilitása nagyobb volt a hangsúlytalan pozícióban, legalábbis a hátul képzett magánhangzók esetében.



6. ábra

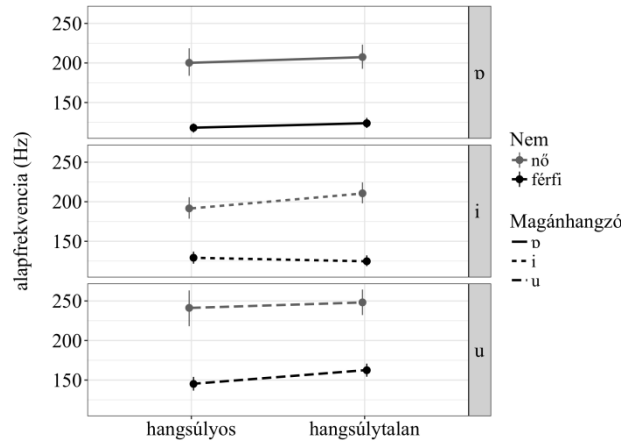
Az elemzett magánhangzók z-transzformált F_1 - és F_2 -alapú sűrűsödési ellipszisei (átlag \pm szórás mindkét dimenzió mentén)

A z-transzformált értékekre a hangsúlytalan /u/ F_1 -ének szórása 0,258, az F_2 szórása 0,623; a hangsúlyos /u/ F_1 -ének a szórása 0,178, az F_2 -é 0,468 volt. A hangsúlytalan /ɒ/ F_1 -ének szórása 0,684, az F_2 -é 0,614; a hangsúlyos /ɒ/ F_1 -értékének a szórása 0,435, az F_2 szórása 0,384 volt. Az /i/ esetében nem tapasztaltunk ilyen mintázatot: a hangsúlytalan megvalósulások F_1 -értékeinek szórása 0,217, az F_2 szórása 0,473, hangsúlyos helyzetben pedig 0,211, illetve 0,504 volt az első, illetve a második formáns standardizált értékeinek szórása. A tendencia mindkét nem esetében érvényesült mindkét veláris magánhangzóban: az /ɒ/ esetén a nőknél hangsúlyos helyzetben 0,476, illetve 0,440, hangsúlytalan helyzetben pedig 0,568, illetve 0,612 volt az első, illetve a második formáns z-transzformált értékeinek szórása. A férfiaknál hangsúlyos helyzetben 0,407, illetve 0,303, a hangsúlytalan magánhangzók-nál 0,760, illetve 0,598 voltak a szórásértékek. Az /u/ esetében a nőknél hangsúlyos helyzetben 0,148, illetve 0,496, hangsúlytalan helyzetben 0,241, illetve 0,674 formáns-szórásértékeket mértünk, a férfiaknál hangsúlyos helyzetben 0,196, illetve 0,456, hangsúlytalan helyzetben 0,268, illetve 0,596 volt az F_1 , illetve az F_2 értékeinek szórása. Az /i/ megvalósulásai esetén csak a férfiak második, illetve a nők első formánsa követte ezt a tendenciát: míg a nőknél hangsúlyos helyzetben 0,186, illetve 0,747, hangsúlytalan helyzetben

0,233, illetve 0,653 volt a két formáns szórásértéke, a férfiaknál hangsúlyos helyzetben 0,223, illetve 0,204, hangsúlytalan ejtésben 0,205, illetve 0,301 volt a formánsértékek szórása.

A magánhangzók alapfrekvenciája

A vizsgált magánhangzókban mért átlagos alapfrekvencia a nőknél 217 Hz (szórás 44 Hz), a férfiaknál 134 Hz (szórás 27 Hz) volt. Az alapfrekvencia variabilitásának statisztikai elemzését a hangsúly, a magánhangzó-minőség és a nem függvényében végeztük el (7. ábra).



7. ábra

Az alapfrekvencia értékei (átlag és 95%-os konfidenciaintervallum) a vizsgált tényezők függvényében

Hármas interakciót találtunk a hangsúly, a nem és magánhangzó-minőség független változók között [$F(2, 281,14) = 5,162; p = 0,006$]. A páronkénti összevetés alapján egyik magánhangzó-minőségnél és egyik nemnél sem volt szignifikáns különbség a hangsúlyos és a hangsúlytalan helyzetben mért értékek között. A szignifikáns interakció oka feltehetőleg az, hogy az /i/ ejtésében nemenként eltérő tendencia bontakozik ki: bár egyik nemnél sem szignifikáns az eltérés, a férfiak hangsúlyos helyzetben ejtenek magasabb alapfrekvenciájú magánhangzókat (a különbség +4,4 Hz, azaz +3,6%), míg a nők esetében alacsonyabb a hangsúlyos /i/ f_0 -ja: az eltérés -19,1 Hz (-9,1%). Az /ɒ/ és az /u/ esetében mindkét nem ejtésében a hangsúlyos helyzetben mérünk alacsonyabb f_0 -értéket [/ɒ/ nők: -7,2 Hz (-3,5%), férfiak: -5,7 Hz (-4,6%); /u/ nők: -7,0 Hz (-2,8%), férfiak -17,3 Hz (-10,7%)]. Ezek a kis-mértékű eltérések nem bizonyultak szignifikánsnak a prominencia jelölésében.

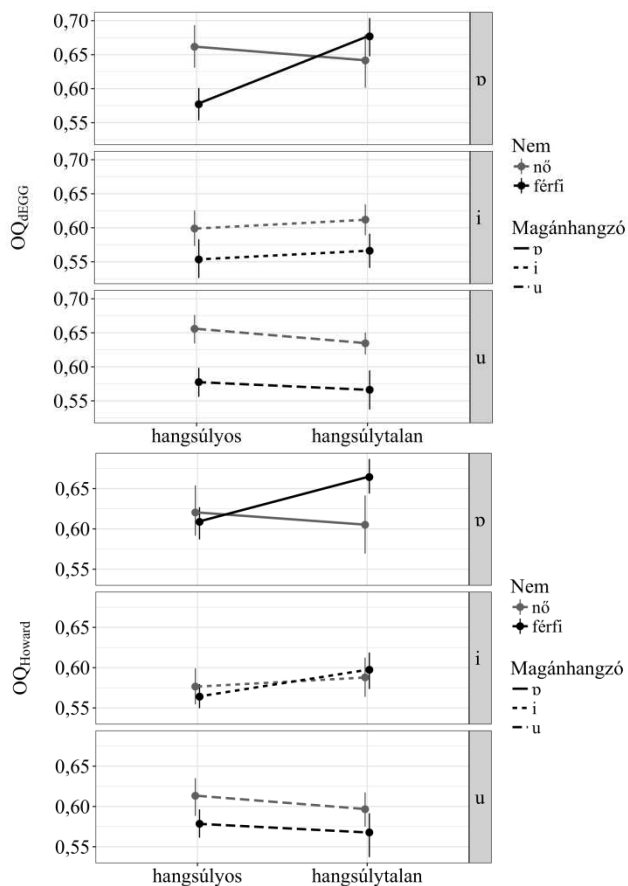
Az OQ-értékek

Az OQ-értékeket a hangsúly, a magánhangzó-minőség és a nem függvényében elemeztük (8. ábra). Az OQ_{dEGG} átlagos értékei nőknél 0,63 (szórás: 0,07), férfiaknál 0,58 (szórás: 0,08) voltak. Az OQ_{Howard} átlagos értéke mind a nők, mind a férfiak esetében 0,60 volt (a szórás értéke a nőknél 0,06, a férfiaknál 0,07). A két becslési módszer közül tehát a dEGG pozitív és negatív csúcsein alapuló módszer volt érzékenyebb olyan jellegű különbségekre, amelyek a nők és férfiak csoportját a jelen adathalmazban elkülönítik. A továbbiakban ezért a két mérési móddal kapott eredményeket külön közöljük.

Az OQ_{dEGG} -értékek esetében háromszoros interakció volt megfigyelhető a hangsúly, a nem és a magánhangzó-minőség között [$F(2, 282,26) = 6,959; p = 0,001$]. A Tukey-féle post hoc teszt alapján az /b/ esetében a férfiaknál szignifikánsan alacsonyabb OQ-val valósultak meg a hangsúlyos magánhangzók, mint a hangsúlytalanok ($p < 0,001$): az átlagok eltérése $-0,10$ ($-14,7\%$). A nőknél ezzel szemben $+0,02$ ($+3,1\%$) magasabb OQ_{dEGG} -értéket mértünk a hangsúlyos helyzetben, bár nem volt szignifikáns a különbség. A másik két magánhangzó-minőség esetében nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést, az OQ-értékek átlagai az /i/ esetében valamennyivel alacsonyabbak, az /u/ esetében valamennyivel magasabbak voltak hangsúlyos helyzetben, mint hangsúlytalanban: az /i/-ben a nőknél $-0,01$ ($-1,6\%$), a férfiaknál $-0,02$ ($-3,5\%$); az /u/-ban a nőknél $+0,03$ ($+4,8\%$), a férfiaknál $+0,01$ ($+1,8\%$).

Az OQ_{Howard} -mérésekre kapott eredmények többnyire az OQ_{dEGG} -adatokhoz hasonlóan alakultak, de eltéréseket is találtunk. A hangsúly hatásával külön-külön interakcióban volt a nem [$F(1, 17,96) = 5,799; p = 0,027$] és a magánhangzó-minőség [$F(2, 281,69) = 3,889; p = 0,022$] is. Az OQ_{dEGG} esetében tapasztalt interakcióhoz hasonlóan az /v/ ejtésében a férfiaknál ismét szignifikánsan alacsonyabb [$-0,05$ ($-7,6\%$)] volt az OQ értéke hangsúlyos helyzetben ($p = 0,011$), míg a nőknél nem szignifikáns, de ellentétes irányú eltérés [$+0,01$ ($+1,6\%$)] volt megfigyelhető. A másik két magánhangzónál ismét nem mutatott ki szignifikáns különbségeket a páronkénti összehasonlítás a hangsúly függvényében, azonban az átlagértékek eltéréseinek iránya azonos volt a másik mérési módszernél tapasztaltakéval: az /i/ esetében az OQ_{Howard} -átlagértékek alacsonyabbak voltak hangsúlyos helyzetben, míg az /u/ esetében a hangsúlytalanoknál magasabb értékeket mutattak a hangsúlyos magánhangzók nemtől függetlenül: az /i/-ben a nőknél $-0,01$ ($-1,7\%$), a férfiaknál $-0,04$ ($-6,7\%$); az /u/-ban a nőknél: $+0,01$ ($+1,7$), a férfiaknál $+0,01$ ($+1,8\%$).

A két mérési módszer (amelyeknek az eredményeit az 8. ábrán mutatjuk be) között tehát valóban volt eltérés az adatok mintázatában. Ugyanakkor az azonos magánhangzó-minőségekre kapott mérési eredményeket összevetve erős korrelációt kaptunk a beszélő neme, a magánhangzó-minőség és a prominencia kontrollálása mellett a Pearson-próbával ($r = 0,745; p < 0,001$).



8. ábra

Az OQ mérésére alkalmazott módszerekkel kapott eredmények (átlag és 95%-os konfidenciaintervallum)

Következtetések

A jelen tanulmányban három magyar magánhangzót elemeztünk a prominencia függvényében. A magánhangzókban az időtartam, az alaphangfrekvencia, az első és második formáns, valamint az OQ értékeit mértük (az utóbbit kétféle mérési módszerrel is) és vetettük össze kétféle hangsúlykondícióban: szó- és mondathangsúlyos helyzetben és teljesen hangsúlytalan pozícióban. Az OQ tekintetében a magyar beszédre vonatkozóan elsőként közöltünk adatokat.

A magánhangzók időtartama jelentősen eltért a hangsúlyosság függvényében: a (szó- és mondat)hangsúlyos magánhangzók szignifikánsan hosszabbak voltak, mint a hangsúlytalan realizációk, hasonlóan Szalontai és munkatársai (2016), illetve Mády és kollégái (2017) eredményeihez, akik mind a szóhangsúly, mind a mondathangsúly kifejeződésében kimutatták az időtartam szerepét. Magdics (1966) közleményében a tendencia hasonló: a hangsúlyos helyzetű magánhangzókra hosszabb időtartamokat mért (bár statisztikai összevetést nem végzett); Kovács (2002) ugyanakkor szignifikánsan rövidebb időtartamokat adatolt a hangsúlyos pozícióban. Kassai (1979) és Gósy (1997) munkáiban nem látszanak egységes tendenciák az időtartam és a hangsúlyosság összefüggésében, aminek számos oka lehet, köztük az, hogy a szerzők az említett vizsgálatok mindegyikében merőben eltérő anyagot és módszertanokat alkalmaztak, és jelentősen eltérő számú beszélő felvételeit elemezték.

Az alapfrekvenciára kapott eredményeink eltérnek Szalontai és munkatársai (2016), illetve Mády és kollégái (2017) eredményeitől. Ennek oka ugyanakkor a módszertan és a vizsgálati anyag különbsége lehet.

A formánsadatokat kétféle módon elemeztük. Egyrészt magukon az F_1 és F_2 formánsértékeken is végeztünk statisztikai elemzéseket. Másrészt ezek alapján meghatároztuk az egyes magánhangzó-megvalósulásoknak a magánhangzótér középpontjától számított euklideszi távolságát, és ezeket vetettük össze a prominencia függvényében. Az euklideszi távolságok és az F_1 nem mutattak összefüggést a hangsúlyhelyzettel, kizárólag az F_2 -értékek esetében találtunk ilyen hatást. Itt ismét utalhatunk Lindblom (1963) azon feltételezésére, amely szerint a magánhangzó-realizáció időtartama és formánsértékei között összefüggés volna, oly módon, hogy a rövidebb magánhangzókban célalulmúlás történik (mivel a beszéd szerveknek „nincs idejük” elérni a célkonfigurációt), míg a hosszabb időtartamban realizálódó beszédhangok esetén a célkonfiguráció megvalósul. Bár statisztikai eltérést nem találtunk, az jól látszik, hogy a hangsúlyos (és egyúttal hosszabb időtartamban realizált) magánhangzók formánsértékei kisebb mértékben szóródtak, mint a hangsúlytalan (és egyúttal rövidebb) magánhangzókéi (vö. 6. ábra). Azaz bár a vizsgált anyagban átlagosan valóban nem mutatkozott különbség a magánhangzók ejtése között a centralizáltság tekintetében, a hosszabb, azaz a hangsúlyos magánhangzók esetében nagyobb arányban fordultak elő periferikusabb ejtésűek – legalábbis a formánsértékek alapján – ami egybecseng Lindblom (1963) feltételezésével.

Ha a Magdics (1965) által nemek és hangsúlyhelyzetek szerint elkülönítve megadott átlagos formánsértékeket részleteiben is összevetjük a saját megfelelő adatainkkal, a következőket találjuk. Magdics női adatközlőinél mindkét formáns mindhárom, általunk is elemzett magánhangzó esetében magasabb átlagos frekvencia-középpértékekkel bírt a hangsúlyos helyzetben (az eltérések az F_1 -ben +6,0 és +13,1% közöttiek, az F_2 -ben +7,4 és +8,0% közöttiek), míg a jelen kutatás női adatközlőinek ejtésében minden esetben a hangsúlytalan

helyzetben mértünk átlagosan magasabb formánsfrekvenciákat (az eltérések az F_1 -ben $-0,9$ és $-4,1\%$ közöttiek, míg az F_2 -ben $-2,2$ és $-14,1\%$ között vannak). A férfiak esetében Magdics ugyancsak mindenhol átlagosan magasabb formánsfrekvenciákat adott meg a hangsúlyos szótagok magánhangzóira (az eltérések az F_1 -ben $+12,5$ és $+21,1\%$ közöttiek, az F_2 -ben $+3,2$ és $+10,6\%$ közöttiek), a jelen elemzés férfi adatközlőinek ejtésében azonban még az eltérések iránya sem egységes (az F_1 -ben $-5,9$ és $+5,6\%$ közöttiek, míg az F_2 -ben $0,0$ és $-17,1\%$ között vannak). Érdeemes megjegyezni, hogy az anyag és a módszer eltérései okozhatják ezt a divergenciát az adatokban, ami ugyanakkor utalhat arra is, hogy a formánsfrekvenciák nem akusztikai korrelátumai a prominenciának a magyarban. Ezzel együtt – mint láttuk – a megvalósítás variabilitása összefüggeni látszik a hangsúlyhelyzettel.

Az OQ kétféle, itt alkalmazott becslési módszere közül csak a dEGG pozitív és negatív csúcsain alapuló módszer mutatott ki a nemek között különbségeket. Ugyanezt az eltérést találta az EGG-jel különböző parametrizálási módjainak összevetésekor Awan és Awan (2013) 25 fiatal nő és 25 fiatal férfi adatai alapján. A módszerek közötti különbséget a szerzők azzal magyarázzák, hogy a hangszalagok gyors szétválását, mely inkább a férfiakra jellemző, a küszöbértékeken alapuló módszerek nem képesek detektálni, hanem még a szétválás valódi pillanata előttre teszik azt, így a valódinál rövidebb hangszalag-érintkezéssel (és ennek következtében magasabb OQ-val) jellemzik a periódust. Ez az eltérés jól látszik az 1. ábrán.

A jelen kutatás eredményei azt mutatták, hogy a prominencia ugyan hat az OQ-értékekre, de ez a hatás nem általános, hanem a nemmel és magánhangzó-minőséggel interakcióban látszik. Elsősorban ugyanis a férfiak beszédében, és azon belül is csak az /v/ magánhangzóval kapcsolatban figyeltük meg. Az /v/ esetében a férfiaknál mindkét OQ-számítási módszer esetén nagyobb negatív irányú eltérést mértünk a hangsúlyosság hatására az OQ-értékekben, ami a nagyobb vokális erőfeszítéssel függhet össze; míg a nőknél ennél jóval kisebb, (nem szignifikáns) pozitív irányú eltérést adatoltunk a hangsúlytalan helyzethez képest, ami a hangsúlyos helyzetű magánhangzók esetében kisebb mértékben levegősebb zöngésképzésre utalhat. Ugyan Marasek (1996) is talált interakciót a nem és a hangsúly hatása között a német beszéd végzett vizsgálata során, azonban az ő adataiban a nők mutattak nagyobb (bár a jelen vizsgálatban találtakhoz hasonlóan pozitív irányú) eltérést, a férfiaknál pedig nem tapasztalt különbséget a két kondíció között.

Összegezve: részben a korábbi kutatásokkal egybevégezően azt találtuk, hogy a magánhangzó-időtartam akusztikai korrelátuma a mondathangsúlynak a magyarban – a magánhangzó-minőségtől és a beszélő nemétől függetlenül –, a jelen vizsgálatban azonban a további akusztikai és artikulációs paraméterek elemzése nem mutatott a hangsúlyhelyzettől függő egyértelmű eltéréseket. Mindennek ellenére például az OQ artikulációs paraméterrel kapcsolatosan olyan tendenciákat figyelhetünk meg, amelyek további vizsgálatát követ-

lenül érdemesnek és relevánsnak tartjuk. Ez az eredmény pedig a mérőszám-
nak a magánhangzó-minőség és a nem függvényében felsejlő eltérése, amely
hatások megléte okvetlenül tisztázandó kérdés. Bár az OQ mint artikulációs
paraméter nem mutatta a hangsúlyhelyzet hatását, úgy gondoljuk, hogy
Fónagynak (1958) az a feltételezése, amely szerint az akusztikai paraméterek
helyett az artikulációs elemzések vihetnek közelebb a hangsúly megvalósulá-
sának módozataihoz, nem vethető el, és e felvetés ellenőrzésére további arti-
kulációs (például ultrahanggal vagy elektromágneses artikulográffal végzett)
vizsgálatok szükségesek. Ezek az elemzések pedig remélhetőleg árnyalják a
jelen elemzésben kapott képet, valamint tisztázzák a prominencia artikulációs
implementációjának lehetséges kérdéseit is.

Irodalom

- Awan, Shaheen N. – Awan, Jordan A. 2013. The effect of gender on measures of
electroglottographic contact quotient. *Journal of Voice* 27/4. 433–440.
- Blaho, Sylvia – Szeredi, Dániel 2011. Secondary stress in Hungarian: (Morpho)-
syntactic, not metrical. In Washburn, Mary Byram – McKinney-Bock, Katherine –
Varis, Erika – Sawyer, Ann – Tomaszewicz, Barbara (eds.): *Proceedings of the
28th West Coast Conference on Formal Linguistics*. Cascadilla Proceedings Pro-
ject, Somerville, MA. 51–59.
- Bradlow, Ann M. – Torretta, Gina M. – Pisoni, David B. 1996. Intelligibility of nor-
mal speech I: Global and fine-grained acoustic-phonetic talker characteristics.
Speech Communication 20. 255–272.
- Boersma, Paul 1993. Accurate short-term analysis of the fundamental frequency and
the harmonics-to-noise ratio of a sampled sound. In: *Proceedings of the Institute of
Phonetic Sciences* 17. University of Amsterdam, Amsterdam. 97–110.
- Boersma, Paul – Weenink, David 2016. Praat: doing phonetics by computer.
<http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>. (A letöltés ideje: 2016. november 4.)
- Childers, Donald G. – Lee, Chih K. 1990. Vocal quality factors: Analysis, synthesis,
and perception. *Journal of the Acoustical Society of America* 90/5. 2394–2410.
- Deme, Andrea – Bartók, Márton – Grácz, Tekla Etelka – Markó, Alexandra –
Varjasi, Gergely – Csapó, Tamás Gábor 2017. *Intervocalic voicing of the Hungari-
an /h/*. Előadás. 13th International Conference on the Structure of Hungarian, Buda-
pest, 2017. június 29–30.
- Draxler, Christoph – Jänsch, Klaus 2004. SpeechRecorder – a universal platform in-
dependent multi-channel audio recording software. In: *Proceedings of International
Conference on Language Resources and Evaluation*. Lisbon. 559–562.
- Fletcher, Janet 2010. The prosody of speech: Timing and rhythm. In Hardcastle, Wil-
liam J. – Laver, John – Gibbon, Fiona E. (eds.): *The handbook of phonetic sciences*.
Second edition. Blackwell, Oxford. 521–602.
- Fónagy Iván 1958. *A hangsúlyról*. Nyelvtudományi Értekezések 18. Akadémiai Ki-
adó, Budapest.
- Genzel, Susanne – Ishihara, Shinichiro – Surányi, Balázs 2015. The prosodic expres-
sion of focus, contrast and givenness: A production study of Hungarian. *Lingua*
165. Part B. 183–204.

- Gósy Mária 1997. Semleges magánhangzók a magyar beszédben. *Magyar Nyelvőr* 121. 9–19.
- Gósy Mária 2004. *Fonetika, a beszéd tudománya*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Gósy Mária – Beke András 2010. Magánhangzó-időtartamok a spontán beszédben. *Magyar Nyelvőr* 134/2. 140–165.
- Henrich, Nathalie – d’Alessandro, Christophe – Doval, Boris – Castellengo, Michèle 2004. On the use of the derivative of electroglottographic signals for characterization of nonpathological voice phonation. *Journal of the Acoustical Society of America* 115. 1321–1332.
- Howard, David M. 1995. Variation of electrolaryngographically derived closed quotient for trained and untrained adult female singers. *Journal of Voice* 9/2. 163–172.
- Imrényi András 2007. A magyar szórend kísérleti modelljei II. Tartományok és viszonyok a magyar mondatban. *Magyar Nyelvőr* 131/4. 430–451.
- Kálmán László – Nádasy Ádám 1994/2016. A hangsúly. In: Kiefer Ferenc (szerk.): *Strukturális magyar nyelvtan 2. Fonológia*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 393–467. (Digitális kiadás: 2016.)
- Kankare, Elina – Laukkanen, Anne-Maria – Ilomäki, Irma – Miettinen, Anne – Tiina Pyllkkänen 2012. Electroglottographic contact quotient in different phonation types using different amplitude threshold levels. *Logopedics Phoniatrics Vocology* 37/3. 127–132.
- Kassai Iлона 1979. *Időtartam és kvantitás a magyar nyelvben*. Nyelvtudományi Értekezések 102. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Keszler Borbála szerk. 2000. *Magyar grammatika*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Kirby, James 2017. *Praatdet: Praat-based tools for EGG analysis* (v. 0.1.1). <https://doi.org/10.5281/zenodo.1117189>.
- Kovács Magdolna 2002. *Tendenciák és szabályszerűségek a magánhangzó-időtartamok produkciójában és percepciójában*. PhD-értekezés. Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadója, Debrecen. <https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/79756/ertekezes.pdf?sequence=6&isAllowed=y>. (A letöltés ideje: 2018. január 27.)
- Kuznetsova, Alexandra – Brockhoff, Per B. – Christensen, Rune 2017. ImerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models. *Journal of Statistical Software* 82/13. 1–26. <http://doi.org/10.18637/jss.v082.i13>.
- Liberman, Alvin M. – Mattingly, Ignatius G. 1985. The motor theory of speech perception revised. *Cognition* 21/1. 1–36.
- Lindblom, Björn 1963. Spectrographic study of vowel reduction. *Journal of the Acoustical Society of America* 35. 1773–1781.
- Lobanov, Boris M. 1971. Classification of Russian vowels spoken by different speakers. *The Journal of the Acoustical Society of America* 49/2. 606–608.
- Mády Katalin 2012. A fókusz prozódiai jelölése felolvasásban és spontán beszédben. In: Gósy Mária (szerk.): *Beszéd, adatbázis, kutatások*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 91–107.
- Mády Katalin – Bombien, Lasse – Reichel, Uwe 2008. Is Hungaraian losing the vowel quantity distiction? In Sock, Rudolph – Fuchs, Susanne – Laprie, Yves (eds.): *Proceedings of 8th International Seminar on Speech Production*. INRIA, Stras-

- bourg. 449–453. issp2008.loria.fr/Proceedings/PDF/issp2008-106.pdf. (A letöltés ideje: 2018. január 5.)
- Mády, Katalin – Kleber, Felicitas 2010. Variation of pitch accent patterns in Hungarian. In: *Proceedings of Speech Prosody* 2010. <http://speechprosody2010.illinois.edu/papers/100924.pdf>. (A letöltés ideje: 2016. november 6.)
- Mády Katalin – Reichel, Uwe – Szalontai Ádám 2017. A prozódiai prominencia (nem)jelölése a németben és a magyarban. *Általános Nyelvészeti Tanulmányok* XXIX. 77–98.
- Magdics Klára 1965. *A magyar beszédhangok akusztikai szerkezete*. Nyelvtudományi Értekezések 49. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Magdics Klára 1966. A magyar beszédhangok időtartama. *Nyelvtudományi Közlemények* 68. 125–139.
- Marasek, Krzysztof 1996. Glottal correlates of the word stress and the tense/lax opposition in German. In: *Proceedings of the ICSLP*. Vol. 96. 1573–1576.
- Markó Alexandra 2012. A magyar hangsúly realizációinak és észlelésének összefüggése felolvasásban és spontán beszédben. In Markó Alexandra (szerk.): *Beszédtudomány. Az anyanyelv-elsajátítástól a zöngékezdési időig*. ELTE BTK – MTA Nyelvtudományi Intézet, Budapest. 277–303.
- McCloy, Daniel R. 2016. *phonR: tools for phoneticians and phonologists*. R package version 1.0-7.
- Michaud, Alexis – Thi, Lan N. 2007. *Peakdet*. MatLab script. <https://github.com/covarep/covarep/tree/master/glottalsource/egg/peakdet>.
- Mooshammer, Christine 2010. Acoustic and laryngographic measures of the laryngeal reflexes of linguistic prominence and vocal effort in German. *The Journal of the Acoustical Society of America* 127/2. 1047–1058.
- R Core Team 2017. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Szalontai, Ádám – Wagner, Petra – Mády, Katalin – Windmann, Andreas 2016. Teasing apart lexical stress and sentence accent in Hungarian and German. In: Draxler, Christoph – Kleber, Felicitas (eds.): *Tagungsband 12. Tagung Phonetik und Phonologie im deutschsprachigen Raum (P&P 12)*. Ludwig-Maximilians-Universität, München. 216–219.
- Thèoret, Hugo – Pascual-Leone, Alvaro 2002. Language acquisition: Do as you hear. *Current Biology* 12/21. pR736–R737. [http://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(02\)01251-4.pdf](http://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(02)01251-4.pdf). (A letöltés ideje: 2018. január 28.)
- Toicsvai Nagy Gábor 2017. Jelentéstan. In Toicsvai Nagy Gábor (szerk.): *Nyelvtan*. Osiris Kiadó, Budapest. 205–499.
- Varga László 1985. Intonation in the Hungarian sentence. In Kenesei, István (ed.): *Approaches to Hungarian. Volume one. Data and descriptions*. JATE, Szeged. 205–224.
- Varga László 2000. A magyar mellékhangsúly fonológiai státusáról. *Magyar Nyelvőr* 124. 99–108.
- Varga László 2012. Van-e magyar mellékhangsúly? In Markó Alexandra (szerk.): *Beszédtudomány. Az anyanyelv-elsajátítástól a zöngékezdési időig*. ELTE Bölcsészettudományi Kar – MTA Nyelvtudományi Intézet, Budapest. 35–49.

Some articulatory and acoustic parameters of accented and unaccented vowels in Hungarian

In the present study three members of the Hungarian vowel inventory (/i/, /u/, /ɒ/) were analysed as a function of prominence, with respect to gender and vowel quality. The theoretically most prominent (stressed and accented) and non-prominent (unstressed and unaccented) realizations were compared in terms of duration, f_0 , formants, and OQ (measured with two different methods). The last two of these parameters were estimated and analyzed systematically for the first time in the study of Hungarian speech.

There was a significant interaction between the effect of prominence and vowel quality: prominence led to longer duration for the vowels /ɒ/ and /i/, but had no significant effect on /u/. We found a three-way interaction between prominence, vowel quality and gender, due to different patterns observed between the two genders in the case of the vowel /i/. Formant analysis based on Euclidean distance from the vowel space centroid did not reveal any significant effect of the degree of prominence. The comparison of F_1 and F_2 values showed considerable differences between the accent conditions in the case of the second formant of /ɒ/. For the two measures of OQ, we found different patterns for genders and vowels: prominence led to higher OQ values for women and lower OQ values for men. These between-gender differences were the most salient for the vowel /ɒ/.