

# Áhrif hljóðgildis á skynjun sérhljóðalengdar í íslensku: Er hægt að breyta stuttu [ɔ] í langt [ɔ] og öfugt?

Guðmundur Skarphéðinsson og Gunnar Karl Karlsson

Háskóli Íslands

Samkvæmt tveggja þrepa líkani um skynjun sérhljóðalengdar er aðeins gert ráð fyrir að lengdarhlutfall sérhljóðs og samhljóðs og talhraði hafi áhrif á skynjun sérhljóðalengdar. Þessir þættir eru ekki þeir einu sem hafa áhrif á skynjun sérhljóðalengdar, heldur hefur hljóðgildi sumra sérhljóða meiri áhrif en lengdarhlutfall. Við skynjun hljóðlengdar í sérhljóðinu  $e=[\varepsilon]$  er til að mynda ekki hægt að búa til langt  $[\varepsilon]$  úr stuttu  $[\varepsilon]$  og öfugt, þó að það sé hægt fyrir sérhljóðið  $[a]$  (Jörgen Pind, 1996). Ástæðan fyrir þessu virðist vera að hljóðgildi stutts og langs afbrigðis  $[\varepsilon]$  eru ólík. Þar sem hljóðgildi stutts og langs  $o=[ɔ]$  og  $ö=[œ]$  eru einnig ólík, ættu sömu niðurstöður að koma fram. Í þessari rannsókn voru orðin  $/ko:na/$ ,  $/kon:a/$ ,  $/ka:na/$  og  $/kan:a/$  lesin og sérhljóð stytt og samhljóð lengd í orðum með löngum sérhljóðum en sérhljóð lengd og samhljóð stytt í orðum með löngum samhljóðum. Þetta var gert 10 sinnum fyrir hvert grunnorð og úr varð 10 áreiti sem mynduðu áreitaröð fyrir hvert orð. Þátttakendur voru 10 og áttu þeir að dæma um hvort orð sem þeir heyrdðu væri  $/ka:na/$  eða  $/kan:a/$  og  $/ko:nva/$  eða  $/kon:a/$ . Niðurstöður voru þær að mögulegt var að breyta löngu  $[a]$  í stutt  $[a]$  og öfugt. Hins vegar reyndist ekki hægt að breyta löngu  $[ɔ]$  í stutt  $[ɔ]$  og öfugt. Niðurstöðurnar renna styrkari stöðum undir þörf þess að endurskoða tveggja þrepa líkanið um skynjun sérhljóðalengdar þannig að tekið sé tillit til áhrifa hljóðgildis.

**R**annsóknir á sérhljóðaskynjun eiga sér langa sögu og má rekja til athugana Helmholtz á skynjun tóna (Coren, Ward og Ennis, 1999; Jörgen Pind, 1997). Áhugi manna á sérhljóðaskynjun hefur þó einkum beinst að hljóðgildum sérhljóða (*spectral properties*) sem eru þeir þættir sérhljóða sem hægt er að mæla með hjóðrófsritum og ráða mestu um hvort og hvernig menn greina eitt sérhljóð frá öðru (Jörgen Pind, 1997). Í mörgum tungumálum er hljóðgildi þó ekki það eina sem skiptir máli. Einnig er gerður greinarmunur á hlutfallslegri lengd sérhljóða miðað við önnur nálæg hljóð, það er að segja hvort sérhljóðin eru hljóðkerfislega stutt eða löng (Garnes, 1976; Jörgen Pind, 1996). Í íslensku getur til að mynda lengdarmunur sérhljóða í áherslurími ráðið merkingu þess, eins og í orðunum „risa“ og „rissa“. Í fyrra orðinu er langt sérhljóð og stutt samhljóð en í seinna

orðinu er stutt sérhljóð en langt samhljóð (sjá hjá Jörgen Pind, 1993, 1996, 1999).

Rétt er að gera greinarmun á hljóðkerfislegri lengd og raunlengd hljóða. Hljóðkerfisleg lengd er afstæð og tekur aðeins tvö gildi, stutt og langt. Raunlengd má aftur á móti mæla í tímaeiningum eins og millisekúndum (Garnes, 1976). Þegar orð eru borin fram of hægt eða of hratt, getur þess vegna hljóðkerfislega langt sérhljóð sem borið er fram hratt orðið styttra að raunlengd en hljóðkerfislega stutt sérhljóð sem borið er fram hægt. Margir myndu halda að hlustandinn réði aðallega af samhenginu hvort um hljóðkerfislega langt eða stutt sérhljóð er að ræða. Það er þó ekki svo, heldur er það hlutfall á milli raunlengdar sérhljóðs og samhljóðs sem ræður mestu um það. Þetta hlutfall helst því sem næst stöðugt þrátt fyrir breytilegan talhraða og má lýsa með jöfnunni  $V/(V+C)$  þar sem  $V$  táknar sérhljóð

og C samhljóð (Jörgen Pind, 1995).

Jörgen Pind (1997) hefur sett fram líkan um skynjun hljóðlengdar í íslensku. Í fyrri þrepi líkansins á sér stað skynjun á hlutfalli sérhljóðs (V) og samhljóðs (C). Falli hlutfallið utan óvissumarka verður svörum sjálfvirk en falli hlutfallið innan óvissumarka fara aðrir þættir, eins og talhraði að hafa áhrif. Þrátt fyrir að kenningin um þátt lengdarhlutfalla í skynjun hljóðlengdar hafi fengið ótvíræðan stuðning (Jörgen Pind, 1995, 1997) er þó ekki öll sagan sögð því að hljóðgildi sérhljóða geta einnig haft mikil áhrif á skynjun hljóðlengdar þeirra.

Nokkur munur getur verið á hljóðgildum sumra hljóðkerfislegra langra og stuttra sérhljóða í íslensku. Þar er einkum átt við miðlægu sérhljóðin e=[ε], o=[ɔ] og ö=[œ]. Fyrsti formandi<sup>1</sup> er hærrí í stuttu hljóðunum og bendir það til þess að þau séu mynduð við opnari munn. Annar formandi stuttra [ε] og [ɔ] er nær 1200 Hz en annar formandi langra [ε] og [ɔ] sem bendir til þess að hljóðin séu myndið við hlutlausari tungustöðu en langt [ε] og [ɔ]. Þessi munur á löngum og stuttum afbrigðum sérhljóðanna er nógu mikill til þess að vera greinanlegur (Garnes, 1972, 1976; Jörgen Pind, 1996, 1997, 1999; Magnús Pétursson, 1974).

Í tilraun Jörgens Pind (1996) var athugað hvort hlustendur næmu mun á löngu og stuttu sérhljóði. Niðurstöður voru ólíkar eftir því hvort [a] eða [ε] átti í hlut. Hljóðkerfislega stuttu [a] var hægt að breyta í hljóðkerfislega langt [a] en hljóðgildi þeirra er því sem næst það sama, þar sem fyrsti formandi beggja afbrigða er í kringum 795 Hz og annar formandi um 1127 Hz. Í sömu tilraun var hins vegar ekki hægt að búa til sannfærandi langt [ε] með því að lengja hljóðkerfislega stutt [ε] og á sama hátt var ógerningur að búa til sannfærandi stutt

[ε] með því að stytta hljóðkerfislega langt [ε]. Jörgen Pind (1996) lagði til að líkan um skynjun hljóðlengdar yrði endurskoðað vegna þess að þáttur hljóðgildis hefði meiri áhrif en lengdarhlutfall V/(V+C) í [ε] og hugsanlega í [ɔ] og [œ].

Í þessari rannsókn verður athugað hvaða áhrif hljóðgildi [ɔ] og [a] hafa á skynjun fólks á sérhljóðalengd og fá úr því skorið hvort sömu niðurstöður eigi við [ɔ] það er að ekki sé hægt að breyta löngu [ɔ] í stutt [ɔ] og öfugt, eins og fékkst með rannsókn Jörgens Pind (1996) á [ε]. Þannig verður kerfisbundið reynt að breyta hljóðkerfislega stuttu [ɔ] í hljóðkerfislega langt [ɔ] og öfugt. Til samanburðar verður einnig reynt að breyta hljóðkerfislega löngu og stuttu [a] á sama hátt. Gert er ráð fyrir að munur á hljóðgildi hljóðkerfislega stutts og langs [ɔ] hafi meiri áhrif á skynjun hljóðlengdar en lengdarhlutfall sérhljóða og samhljóða, eins og raunin er með [ε].

## Aðferð

### Þátttakendur

Tíu háskólanemar voru valdi af hentugleika. Kynjahlutfall var jafnt, fimm karlar og fimm konur á aldrinum 23 ára til 35 ára. Allir þátttakendur greindu frá því að hafa eðlilega heyrn.

### Áreitir

Grunnárreitir voru V:C<sup>2</sup> (kona [k:ona] og kana [ka:na]) og VC: (konna [kon:a] og kanna [kan:a]). Orðin voru lesin með eðlilegum talhraða af öðrum höfundum greinarinnar og hljóðrófsrit orðanna meðhöndluð í *Sound Forge* forriti. Síðan voru gerðar áreitasamfellur með samtals 10 áreitum úr hverju grunnorði. Orð

<sup>1</sup>Útskýra má formendur sérhljóðs með því að líta á munnhol sem hljóðpípu. Þessi hljóðpípa myndar samhljómun á ákveðnum tíðnisviðum við utanaðkomandi hljóðbylgjur (frá mælenda). Tíðnisviðin eru samhljómunarsvið hljóðpípunnar og er tíðni þeirra mismunandi eftir stærð og löngu og lengd pípunnar. Samhljómunarsvið eru því ólík eftir sérhljóðum og formendur ólíkra sérhljóða liggja á mismunandi tíðni. Formendur eru eins margir og samhljómunarsvið sérhljóða, en þrír fyrstu formendur skipta mestu máli, til dæmis þegar sérhljóð eru búin til í talgervli (Ásta Svavarsdóttir, Halldór Ármann Sigurðsson, Sigurður Jónsson og Sigurður Konráðsson, 1982).

<sup>2</sup>Tvípunktur táknar hér hljóðkerfislega langt sérhljóð ef hann kemur á eftir sérhljóði (V) en hljóðkerfislega stutt sérhljóð ef hann kemur á eftir samhljóði (C).

## 1. tafla. Mælingar á áreitiströðum

Sérhljóð	Samfella	Áreitiströð							
		Formendur		Upphafsgildi (ms)			Endagildi (ms)		
		F1	F2	V	C	V/(V+C)	V	C	V/(V+C)
[a]	V:C	691	1078	170	118	0,59	90	188	0,32
[a]	VC:	671	1220	69	201	0,26	149	121	0,55
[ɔ]	V:C	345	650	152	114	0,57	70	194	0,27
[ɔ]	VC:	610	895	59	160	0,27	138	91	0,60

*Athugasemd:* Formendur eru mældir í ríðum (Hz) nálægt miðju lengsta sérhljóðs hvers orð. Upphafsgildi eru mælingar á lengd sérhljóðs (V) og samhljóðs (C) í rímatkvæði hvers áreitis í hverri áreitiströð fyrir sig. Endagildi sýnir hljóðlengd í enda hverrar áreitisraðar.

með löngum sérhljóðum og stuttum samhljóðum /ka:na/ og /ko:na/ voru meðhöndluð þannig að sérhljóð voru stytt um eina bylgju og samhljóð voru lengd um eina bylgju 10 sinnum til þess að búa til 10 áreiti sem mynduðu samfellu. Það sama var gert fyrir orð með stuttum sérhljóðum og löngum samhljóðum /kan:a/ og /kon:a/ samtals 10 sinnum. Gætt var sérstaklega að því að klippa bylgjur áætíð í 0-fasa til þess að koma í veg fyrir truflandi hljóð eins og hvellhljóð sem geta myndast ef þetta er ekki gert. Fjórar samfellur voru því í tilrauninni og tíu áreiti í hverri samfellu. Í 1. töflu má sjá fyrstu tvo formendur sérhljóðanna [a] og [ɔ] ásamt upphafs- og endagildi sérhljóða- og samhljóðalengdar.

Rímlengd (V+C) orðsins /ko:na/ var 266 ms en /kon:a/ 219 ms og rímlengd orðsins /ka:na/ var 288 ms en 270 ms í orðinu /kan:a/. Þar sem áreitaraddir voru búnar til með því að bæta við eða taka burtu bylgjur, var þess ekki að vænta að rímlengd héldist algerlega nákvæm.

### Framkvæmd

Einn þátttakandi var prófaður í einu. Öll tilraunin var spiluð í sömu lotu í tilraunaforritinu E-prime. Þátttakendur hlustuðu á orðin með heyrnartólum. Helmingur þátttakenda fékk fyrst að heyra [ɔ] samfellu og svo [a] samfellu, en hinn helmingurinn hlustaði fyrst á [a] samfellu en svo á [ɔ] samfellu. Hver samfella var spiluð á handahófskenndan hátt fimm sinnum. Hver og einn hlustaði því á 5 · 4 · 10

= 400 orð og átti að segja til um hvort hann teldi orðið sem hann heyrði vera /ko:na/ eða /kon:a/ annars vegar og /ka:na/ eða /kan:a/ hins vegar með því að ýta á viðeigandi lykil á lyklaborðinu. Þátttakendur voru beðnir um að giska ef þeir voru ekki vissir.

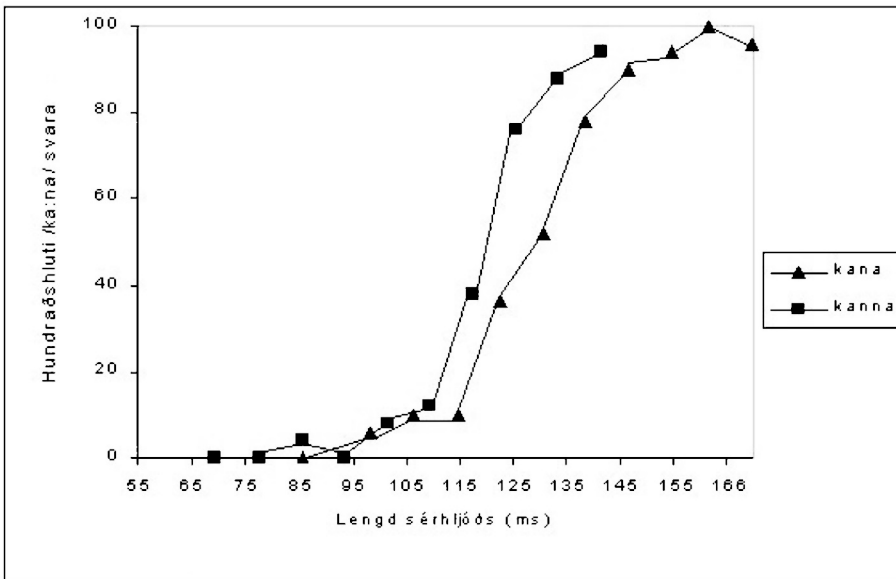
### Niðurstöður

Á 1. mynd sjást svör þátttakenda fyrir [a] samfellu.

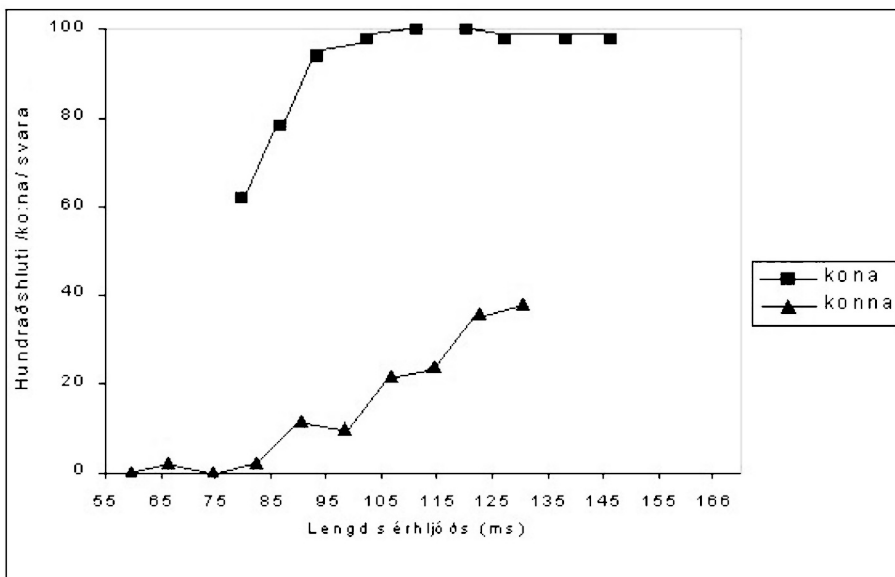
Þegar grunnáreitinu /ka:na/ er breytt með því að stytta lengd sérhljóðs og lengja samhljóðalengd svöruðu þátttakendur mun sjaldnar að umrætt orð hafi verið /ka:na/ þar til svörun fór niður í 0%. Þegar grunnáreitinu /kan:a/ var breytt þannig að sérhljóð var stytt og samhljóð lengt svöruðu fleiri og fleiri þátttakendur að um /kan:a/ væri að ræða þar til svörun fór næstum upp í 100% ef grunnáreitinu /kan:a/ er breytt þannig að sérhljóð er stytt og samhljóð lengt. Auk þess má sjá að ferlarnir falla nánast saman. Þannig virðist vera hægt að búa til hljóðkerfislega langt [a] úr stuttu [a] og öfugt.

Á 2. mynd má sjá svörun þátttakenda fyrir [ɔ] samfellu.

Þar sést að þegar grunnáreitinu /ko:na/ er breytt þannig að sérhljóð þess er stytt og samhljóð lengt segja þátttakendur samt sem áður að um orðið /ko:na/ sé að ræða í 60% tilvika eða meira. Einnig má sjá að ef grunnáreitinu /kon:a/ er breytt þannig að sérhljóð þess er lengt og samhljóð stytt greina þátttakendur að um orðið /ko:na/ sé að ræða í



1. mynd. Samanlögð svarhneigð þátttakenda í tveimur [a] samfellum. Línan með þríhyrningi táknar ferilinn þegar grunnáreiti er /ka:na/ en línan með ferningnum þegar grunnáreiti er /ka:na/. X-ásinn er lengd sérhljóðsins en Y-ásinn táknar hundraðshluta /ka:na/ svaramana.



2. mynd. Samanlögð svarhneigð þátttakenda í tveimur [o] samfellum. Línan með þríhyrningi táknar ferilinn þegar grunnáreiti er /ko:na/ en línan með ferningnum þegar grunnáreiti er /kon:na/. X-ásinn er lengd sérhljóðsins en Y-ásinn táknar hundraðshluta /ka:na/ svaramana.

minna en 40% tilvika. Þannig virðist ekki vera hægt að búa til sannfærandi langt [ɔ] úr stuttu [ɔ] og öfugt.

Til að kanna hvar skynjun fólks skiptist úr hljóðkerfislega stuttu sérhljóði yfir í langt, og öfugt, voru reiknuð málhljóðamörk (*phonemic boundaries*) úr svörum þátttakenda fyrir samfellurnar fjórar (*probit analysis*, sjá Finney, 1971). Mörkin voru fundin með því að reikna hvar besta lína sker 50% svarhlutfall hvers þátttakanda fyrir sig. Fyrir /ka:na/ var meðaltal málhljóðamarka meðal þátttakenda 128,3 millisekúndum ( $sf=7,9$ ) sem þýðir að þegar [a:] var stytt niður fyrir 128,3 millisekúndur sögðust þátttakendur í 50% tilvikum heyrast stutt [a] en langt [a] ef það var fyrir ofan þessi málhljóðamörk. Fyrir /kan:a/ var meðaltal málhljóðamarka 119,9 millisekúndum ( $sf=5,6$ ). Reiknuð var einhliða dreifigreining úr svörum þátttakenda þar sem frumbreyta var tvennskona grunnáreiti /ka:na/ og /kan:a/ og fylgibreyta málhljóðamörk hvers áreitis innan áreitaráðar. Í ljós kom að munurinn var marktækur  $F(1,19)=7,520$ ,  $p<0,05$  en það er í ósamræmi við niðurstöður Jörgens Pind (1996) þar sem kom fram marktækur munur á [a] samfellunum í /ma:n/ og /man:/.

Fyrir /ko:na/ lágu mörkin við 57 millisekúndur ( $sf=39$ ) og fyrir /kon:a/ voru mörkin við 161,2 millisekúndur ( $sf=68,3$ ). Einnig var reiknuð einhliða dreifigreining úr svörum þátttakenda þar sem frumbreyta var

tvennskona grunnáreiti /ko:na/ og /kon:a/ og fylgibreyta málhljóðamörk hvers áreitis innan áreitaráðar. Munurinn reyndist vera marktækur  $F(1, 19)=17,499$ ,  $p<0,001$ .

Þátttakendur voru einnig flokkaðir í þrjá hópa á grundvelli svörunar (sjá hjá Jörgen Pind, 1996). Fyrsti hópurinn tók nánast eingöngu mið af hljóðgildi [ɔ] án nolðkurs tillits til lengdarhlutfalls milli sérhljóða og samhljóða. Fjórir þátttakendur svöruðu öllum eða næstum öllum orðum í /ko:na/ samfellu sem löngu sérhljóði þrátt fyrir að sérhljóð væri stytt og samhljóð lengt. Einn þátttakandi tók meira mið af lengdarhlutfalli sérhljóðs og samhljóðs en hljóðgildi sérhljóðs. Svar hans miðaðist við lengdarhlutfall og færðist nær 50% svörun /ko:na/ eftir því sem sérhljóð styttest og samhljóð lengdist eða öfugt. Í rannsókn Jörgens Pind (1996) voru fimm þátttakendur af 10 í þessum hópi. Þriðji hópurinn er sá sem tekur bæði tillit til lengdarhlutfalls og hljóðgildis og voru fimm þátttakendur í þeim hópi (sjá 2. töflu).

## Umræða

Tilgáta rannsóknarinnar að hljóðgildi hljóðkerfislega stutts og langs [ɔ] hefði meiri áhrif á skynjun hljóðlengdar en lengdarhlutfall sérhljóða og samhljóða var studd. Hvorki er hægt að búa til hljóðkerfislega langt [ɔ] úr hljóðkerfislega stuttu [ɔ] né öfugt. Hins vegar

**2. tafla.** Hlutfall /ko:na/ svara hjá þátttakendum eftir því hvort þeir taka mið af hljóðgildi, lengdarhlutfalli eða bæði hljóðgildi og lengdarhlutfalli.

	Þátttakendur	V:C	VC:
<b>Blanda af lengdarhlutfalli og hljóðgildi</b>	1	84%	16%
	2	88%	8%
	3	82%	22%
	4	90%	8%
	5	98%	40%
<b>Hljóðgildi</b>	6	100%	6%
	7	94%	10%
	8	94%	4%
	9	100%	0%
<b>Lengdarhlutfall</b>	10	84%	38%

*Athugasemd:* V:C er dálkurinn þar sem grunnáreiti var /ko:na/ en VC: þar sem grunnáreiti var /kon:a/.

var hægt að búa til hljóðkerfislega langt [a] úr hljóðkerfislega stuttu [a] og öfugt. Þessar niðurstöður eru þannig í samræmi við rannsókn Jörgens Pind (1996) á [ɛ].

Í fyrri rannsóknum á skynjun sérhljóðalengdar í íslensku var eingöngu gert ráð fyrir lengdarhlutfalli sérhljóða og samhljóða (Jörgen Pind, 1986, 1995, 1997; Garnes, 1976). Samkvæmt þessari rannsókn og rannsókn Jörgens Pind (1996) gildir þetta ekki þegar hljóðgildi stuttra og langra sérhljóða er ólíkt eins og í [ɛ] (Jörgen Pind, 1996) og [ɔ] og líklega einnig [œ] en það hefur ekki verið raunprófað.

Tveggja þrepa líkan um skynjun hljóðlengdar (Jörgen Pind, 1986) þarf að endurskoða með tilliti til niðurstaðna þessarar rannsóknar og rannsóknar Jörgens Pind (1996). Ekki er nóg að gera grein fyrir skynjun hljóðlengdar með tilvísun í lengdarhlutfall og talhraða. Niðurstöður úr rannsóknum á sérhljóðunum [ɛ] og [ɔ] sýna að vegna ólíkra hljóðgilda langra og stuttra afbrigða hefur lengdarhlutfall ekki áhrif á skynjun sérhljóðalengdar. Í líkanið þarf þá einnig að gera ráð fyrir áhrifum ólíkra hljóðgilda hljóðkerfislega stuttra og langra sérhljóða.

Einstaklingsmunur á skynjun sérhljóðalengdar var einnig skoðaður og var þar hægt að flokka þátttakendur í þrjá hópa. Í fyrsta lagi þá sem tóku aðallega tillit til lengdarhlutfalls, í öðru lagi þá sem hlustuðu mest eftir hljóðgildi og í þriðja lagi þá sem tóku tillit til beggja þátta. Rétt er að geta þess að þátttakendur voru fáir og erfitt að útiloka að hlutfallsleg skipting þátttakenda hafi verið fyrir tilviljun. Skipting hópa var ólík skiptingu í hópa í rannsókn Jörgens Pind (1996) nema að því leyti að svipaður fjöldi var í hópnum sem tók eingöngu mið af hljóðgildi. Nánari rannsókna er þörf til þess að gera grein fyrir því með hvaða hætti fólk skiptist í þessa ólíku hópa.

Einnig er vert að minnast á að marktækur munur var á máhljóðamörkum /ka:na/ og /kan:a/ en í rannsókn Jörgens Pind (1996) kom

ekki fram marktækur munur á máhljóðamörkum í [a] þar sem áreitinn /ma:n/ og /man:/ voru notað. Til þess að skýra það er ef til vill rétt að skoða mælingar á tíðni formenda [a] í þessari rannsókn miðað við aðrar mælingar. Ef mælingar á formendum grunnáreita /ka:na/ og /kan:a/ eru skoðaðar (sjá 1. töflu) þá kemur í ljós að fyrsti formandi er svipaður eða 670 Hz í stuttu [a] en 690 í löngu [a]. Hins vegar var munur á öðrum formanda, en í stuttu [a] var hann í 1070 Hz en í þeim langa 1220 Hz. Samkvæmt mælingum á formendum íslenskra sérhljóða er meðaltíðni fyrsta formanda stutts [a] í karlmansrödd um 700 Hz og langs [a] 660 Hz. Annar formandi stutts [a] er um 1250 Hz en 1280 Hz í löngu [a] (Ásta Svavarsdóttir o.fl., 1982). Tíðni fyrsta formanda grunnáreita [a] í þessari rannsókn er svipaður og í ofangreindri rannsókn, en tíðni annars formanda er lægri í löngu [a] í þessari rannsókn miðað við rannsókn Ástu Svavarsdóttur, o.fl. (1982). Líklegasta skýringin á þessum mun er sú að í rannsókn þeirra var /s/ borið fram á undan hverju sérhljóði fyrir sig, því það hljóð hefur minnst sammyndunaráhrif<sup>3</sup>. Í þessari rannsókn var lokhljóðið [kh] notað, en lokhljóð hafa mikil sammyndunaráhrif og þá frekar á langt [a] en stutt. Þetta þarf að athuga betur með tilliti til þess að ólík samhljóð og þá sérstaklega lokhljóð geti haft áhrif á hljóðgildi sérhljóða og ef til vill mimsunandi áhrif eftir því hvort sérhljóð er hljóðkerfislega stutt eða langt.

### Aftanmálgreinar

Við kunnum Jörgen Pind bestu þakkir fyrir veitta aðstoð við rannsóknina. Einnig þökkum við Ragnari P. Ólafssyni ritstjóra og óþekktum lesara fyrir yfirlestur og afar góðar athugasemdir.

Guðmundur Skarphéðinsson er sálfræðingur á Barna- og unglingageðdeild Landspítala Háskólasjúkrahúss og Gunnar Karl Karlsson starfar á Barnavernd Reykjavíkur.

<sup>3</sup> Þegar samliggjandi hljóð hafa áhrif hvert á annað.

## Abstract

The model of quantity perception on the perception of vowel quantity takes only in account vowel to rhyme (vowel + consonant) duration and speech rate as a cue for vowel quantity. However previous findings suggest that other cues should be taken into account as well. Pind (1996) discovered that spectral factor was a major cue in the perception of vowel quantity of [ɛ]. He found it was impossible to produce a phonemically long [ɛ] from a phonemically short [ɛ] and vice versa. On the contrary, vowel to rhyme duration was a major cue in the perception of [a]. Pind theorized that the spectral factors in long and short [ɛ] were heterogenous and therefore a stronger cue in perception of vowel quantity than vowel to rhyme duration. The spectral factors of long and short [ɔ] and [œ] are heterogenous as in [ɛ] and thus analogous results should be expected. In this study four Icelandic word were modified; /ko:na/ (noun: woman), /kon:a/ (noun: male's name; accusative), /ka:na/ (noun: american) and /kan:a/ (verb: examine or noun (feminine): a jug). The vowels were gradually shortened and the consonants lengthened in words with a long vowel but the vowels were gradually lengthened and the consonants shortened in words with a short vowel or 10 times for each base stimulus creating four stimulus continua. Participants were ten and were supposed to judge if a word was /ka:na/ or /kan:a/ and /ko:na/ or /kon:a/. The results revealed that it did change perception for [a] but it did not change perception from one to the other for [ɔ]. Spectral factor was a stronger cue than vowel to rhyme duration. In accordance with these results models of quantity perception should be revised in order to take spectral factors in account.

## Heimildaskrá

Ásta Svavarsdóttir, Halldór Ármann Sigurðsson, Sigurður Jónsson og Sigurður Konráðsson (1982). Formendur íslenskra sérhljóða. *Íslenskt mál og almenn málfræði*, 4, 63-85.

- Coren, S., Ward, L. M. og Enns, J. T. (1999). *Sensation and perceptio* (5. útg.) Fort Worth: Harcourt Brace College Publishers.
- Finney, D. J. (1971). *Probit analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Garnes, S. (1972). Lengd hljóða í íslensku. *Mimir: Blað félags stúdenta í íslenskum fræðum*, 12, 18-20.
- Garnes, S. (1976). *Quantity in Iceland: Production and perception*. Berlín: Springer-Verlag.
- Jörgen Pind (1993). Skynjun hljóðlengdar og aðblásturs í íslensku. *Íslenskt mál*, 15, 35-76.
- Jörgen Pind (1995). Speaking rate, VOT and quantity: The search for higher-order invariants for two Icelandic speech cues. *Perception and Psychophysics*, 57, 291-304.
- Jörgen Pind. (1996). Spectral factors in the perception of vowel quantity in Icelandic. *Scandinavian Journal of Psychology*, 37, 121-131.
- Jörgen Pind. (1997). *Sálfræði ritmáls og talmáls*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Jörgen Pind (1999). Skynjun hljóðlengdar og aðblásturs í íslensku II. *Íslenskt mál*, 21, 71-106.
- Magnús Pétursson (1974). Peut-on interpréter les données de la radiocinématographie en fonction du tube acoustique a section uniforme? *Phonetica*, 29, 22-79.
- Summerfield, Q. (1981). On articulatory rate and perceptual constancy in phonetic perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 1074-95.