

Rääkimistesti hindeg korreleeruvad prosoodilised tunnused eesti keele kui teise keele kõnelejate kõnes

Heete Sahkai

Eesti Keele Instituut

ERÜ kevadkonverents 2025

Sissejuhatus

- Laiem eesmärk: leida keeleõppijate kõnest keeleoskusega korreleeruvaid parameetreid, mida saaks kasutada eesti keele kui teise keele rääkimisoskuse automaatsel hindamisel ja õppijatele automaatse tagasiside andmisel.
- Seniste uurimuste põhjal on kõige edukamad keeleoskustasemega korreleeruvad parameetrid ladususega seotud tunnused nagu vaiksete ja täidetud pauside kestus ja sagedus, kõnetempo, artikulatsioonikiirus, parandused, nt Al-Ghezi jt (2023).
- Uurimistulemused viitavad ka sellele, et olulised võivad olla ka muud prosoodiaga, eelkõige lauseprosoodiaga seotud tunnused.

Lauseprosoodia

- Lauseprosoodia hõlmab prosoodilisest sõnast suuremate kõneüksuste, prosoodiliste fraaside ja lausungite fonoloogilisi ja foneetilisi omadusi, nt
 - fraasi- ja lausungipiire signaliseerivad tunnused
 - fraasi- e lauserõhkude paiknemine ja realiseerumine
 - intonatsioon e tooniaktsendid ja piiritoonid ja nende foneetiline realiseerumine
- Lauseprosoodia seostub teiste keeletasanditega, nt:
 - Prosoodiline struktuur vastab üldjoontes süntaktilisele struktuurile ja aitab seega kuulajal lausungi süntaktilist struktuuri mõista
 - Lauserõhk signaliseerib lausungi infostruktuuri e teatestruktuuri
 - Intonatsioon võib signaliseerida kõneakti, viisakust jm.

- Euroopa keeleõppe raamdokumendi häälduspädevuse skaala kategooriad:
 - üldine häälduspädevus;
 - häälikute artikulatsioon;
 - prosoodilised vahendid (intonatsioon, rõhk, rütm, kõne kiirus, kõneüksusteks jaotamine)
- “Prosoodiliste vahendite skaala rõhk on võimel kasutada prosoodilisi vahendeid tõhusalt, et anda **tähendust** edasi üha täpsemalt. Skaalas on peamiselt kirjeldatud:
 - rõhu, intonatsiooni ja/või rütmi valdamine;
 - võime kasutada ja varieerida rõhku ning intonatsiooni konkreetse sõnumi rõhutamiseks.”

Prosoodia ja rääkimisoskus

- Intonatsiooni tajutav sihtkeelepärasmus korreleerus tajutava mõistetavuse ja aktsendiga tugevamini kui fonoloogilised, foneetilised ja grammatikavead (Munro & Derwing 2022)
- Tajutav prosoodiline headus korreleerus väga tugevalt tajutava mõistetavuse, aktsendi ja ladususega, tugevamini kui häälikuvedad ja kõnetempo (Isaacs & Thomson 2022)
- Intonatsiooni tajutav õigsus korreleerus funktsionaalse rääkimisoskusega sama tugevalt kui sõnavarapädevus ja tugevamini kui häälikute ja sõnarõhu õigsus, reaktsioonikiirus ja grammatikapädevus (De Jong jt 2012)
- Lauserõhkude sagedus, tooniaktsentide tüübid, täidetud pauside kestus ja kõnetempo korreleerusid tugevalt keeleoskustasemega (Kang & Johnson 2018) ning tajutava keeleoskuse ja arusaadavusega (Kang jt 2010)
- Põhitooniulatus, lauserõhuliste sõnade osakaal, pausid ja kõnetempo korreleerusid tajutava aktsendiga, kuid ainult kõnetempo korreleerus mõistetavusega (Kang 2010)
- Prosoodia õpetamine parandab arusaadavust ja mõistetavust tõhusamalt kui häälikute õpetamine (Levis 2023)

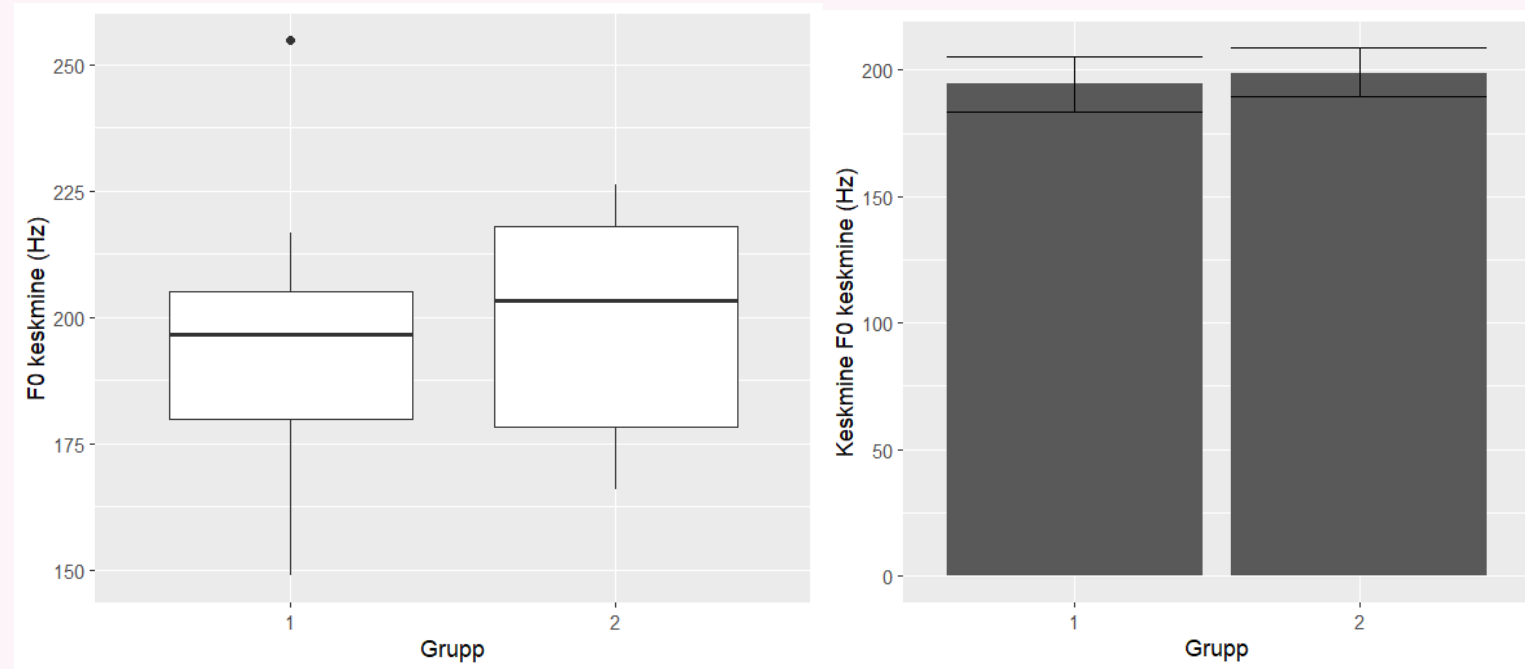
- Kas ja millised automaatselt mõõdetavad lauseprosoodilised tunnused korreleeruvad eesti keele kui teise keele rääkimisoskusega?
- Intonatsiooniga seotud tunnused:
 - põhitooni tase - võib eristada keeli (Mennen 2008, Mennen jt 2012) ja keeleoskustasemeid (Kang jt 2010);
 - põhitooni ulatus - võib eristada keeli (Mennen jt 2012), esimese ja teise keelena kõnelejate kõnet ja keeleoskustasemeid (Kallio jt 2023, Kuronen ja Kautonen 2018);
 - põhitooni standardhälve ja keskmine kalle - võivad eristada esimese ja teise keelena kõnelejate kõnet (Kallio jt 2023, Kuronen ja Kautonen 2018).
- Ladususega seotud tunnused:
 - kõnetempo
 - vaiksete pauside osakaal

Andmestik

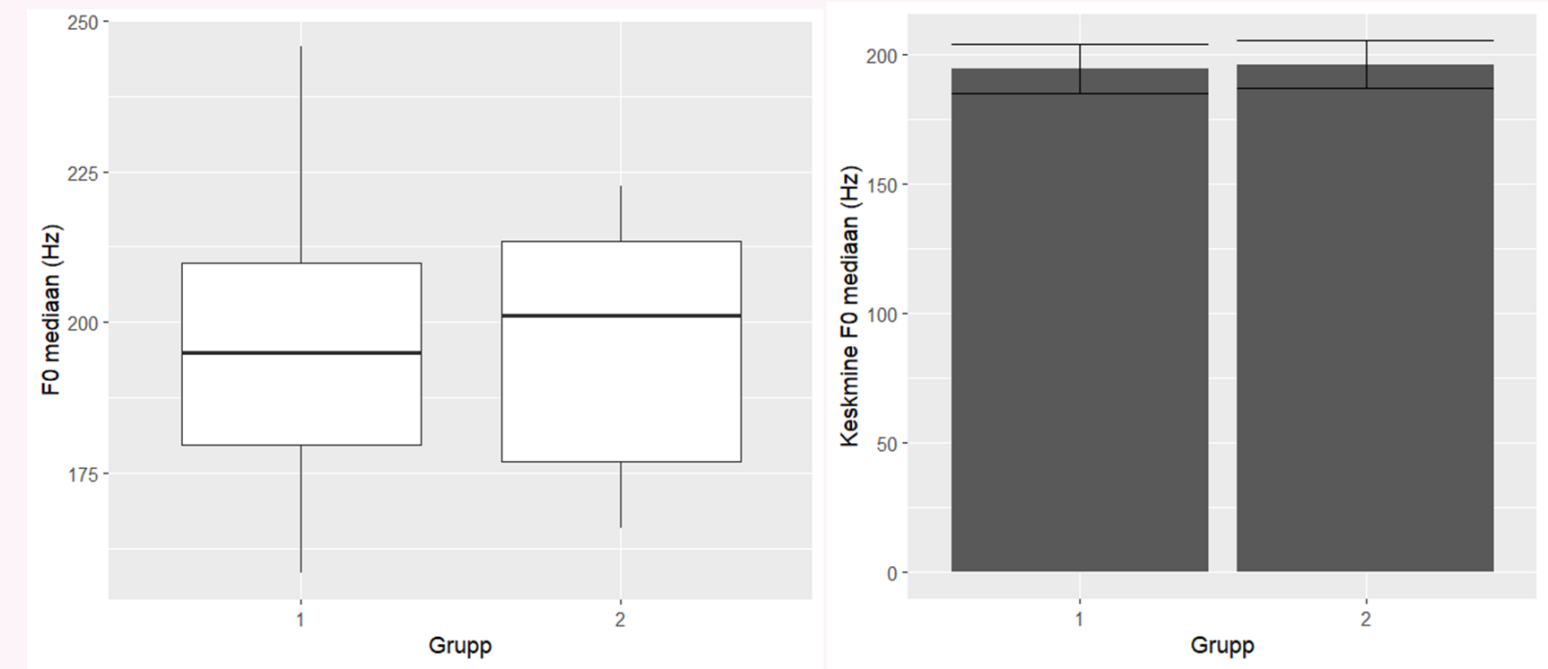
- Eesti keele riikliku C1-taseme eksami rääkimistesti monoloogiosa (lühiettekanne etteantud teemal) soorituste salvestised ja hinded aastast 2014.
- 17 sooritust hinnetega 7-10 ja 17 sooritust hinnetega 2-4.
- Salvestiste kestus on 77-209 s.
- Kõik sooritajad on naised.
- Andmed ei ole transkribeeritud, segmenteeritud ega märgendatud.
- Maksimumhinde kirjeldus: “Täidab ülesande väga hästi. Ettekanne teemakohane, **hästi jälgitav**, **ladus** ja **loogiline**. Arendab teemat hästi, põhjendab seisukohti, **rõhutab olulist**, toob üldistavaid näiteid. Väljendub **ladusalt ja loomulikult**. Esitab ettekandest tulenevaid asjalikke küsimusi, vastab küsimustele asjalikult ja täpselt. **Keelepagas** võimaldab **ladusalt ja loomulikult** väljenduda. Sõnastab mõtteid selgelt ja täpselt, kasutab grammatiliselt õiget keelt.” → Hindamise põhifookus on ettekande sisul, kuid hinne hõlmab ka keelepagasit, sh arvatavasti häälduspädevust, ning mitmeid hinnatavaid aspekte võib prosoodiliste vahendite valdamine toetada.

- Igast salvestisest mõõdeti Praati skriptiga põhitooni taseme, ulatuse ja variatiivsusega seotud väärtused: keskmine, mediaan, 5. ja 95. protsentil ja nende vahe (ulatus), standardhälve ja kalle (Hz/s ja pt/s).
- Võrdluseks mõõdeti ka heliliste freimide arv sekundis (võib sisaldada ka täidetud pause) ja vaiksete pauside osakaal kogukestusest kui ladususe näitajad.
- Iga tunnuse keskmist väärtust kahes rühmas võrreldi Welchi kahe valimi t-testiga (Ri pakett stats), efekti suuruse hindamiseks arvutati Pearsoni r (Field jt 384:2014).

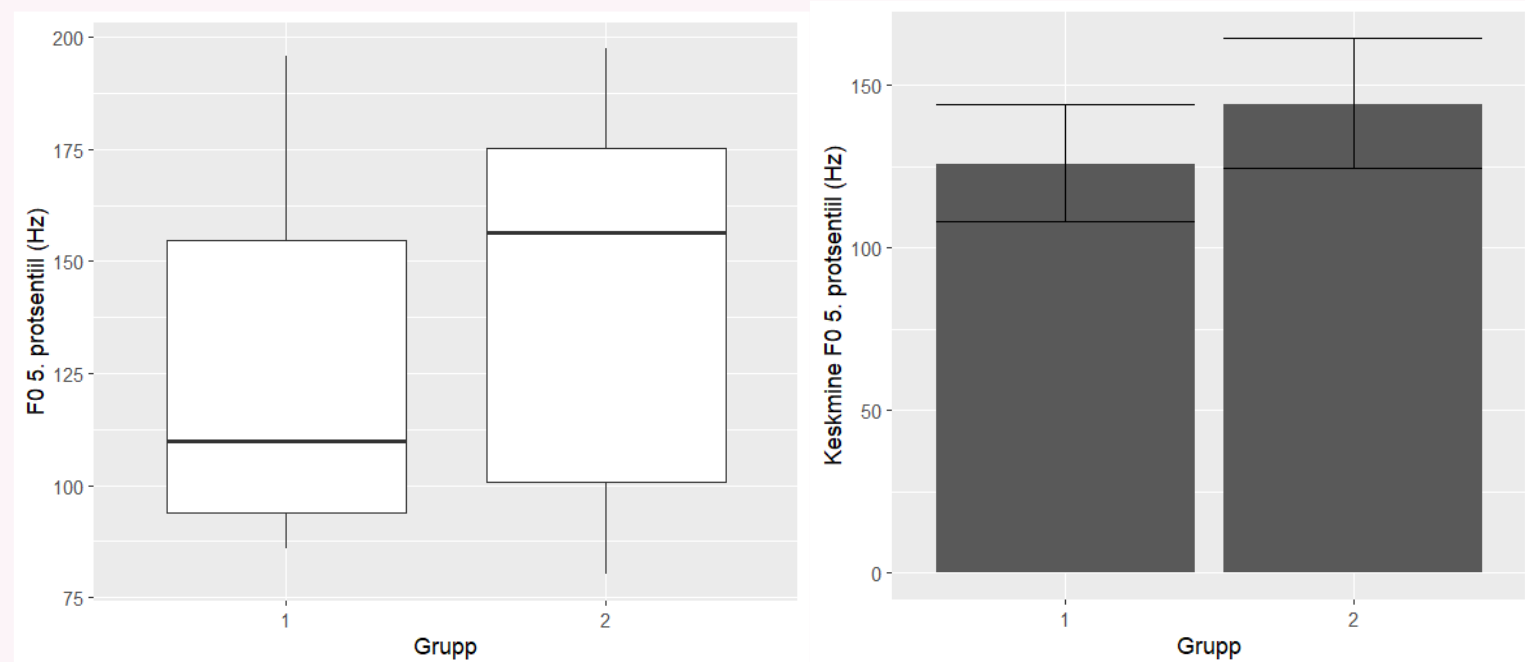
Tulemused: põhitoonitase



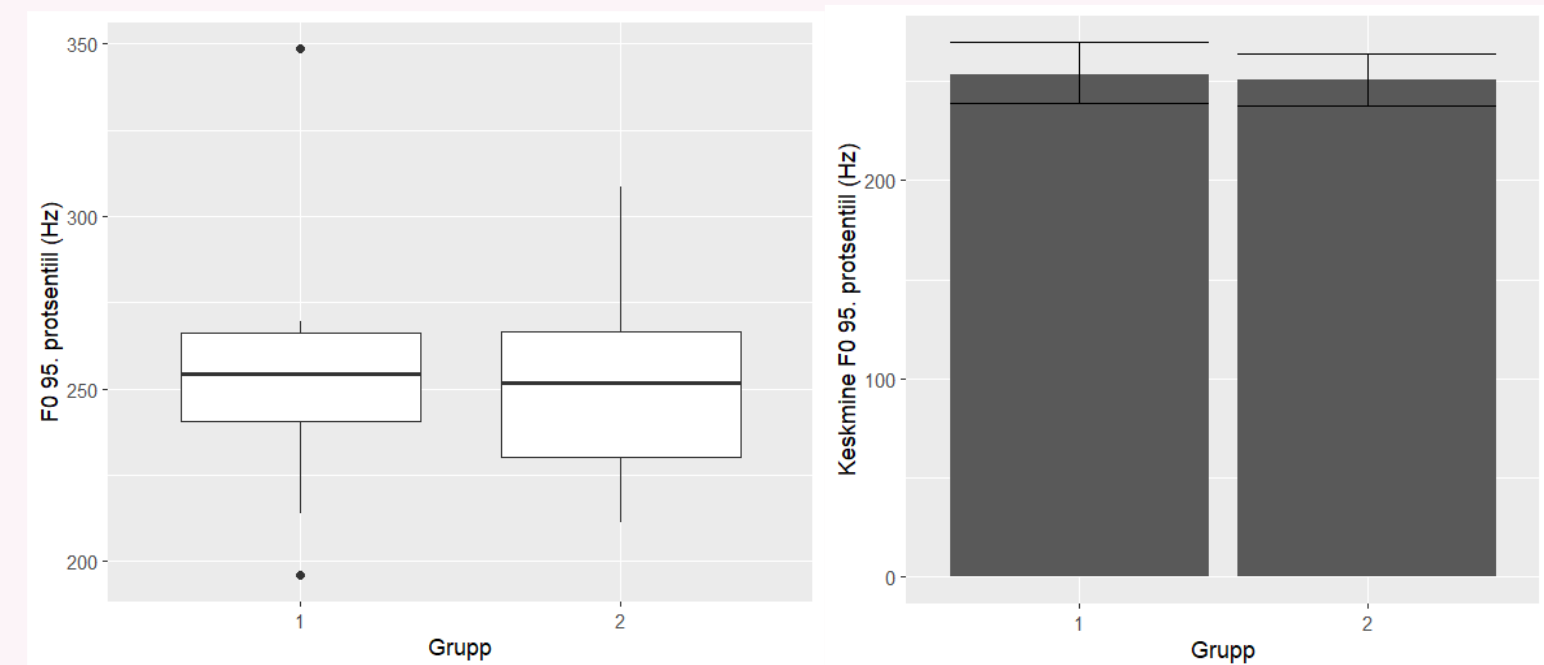
Joonis 1. Keskmine: jaotus ja keskmine



Joonis 2. Mediaan: jaotus ja keskmine

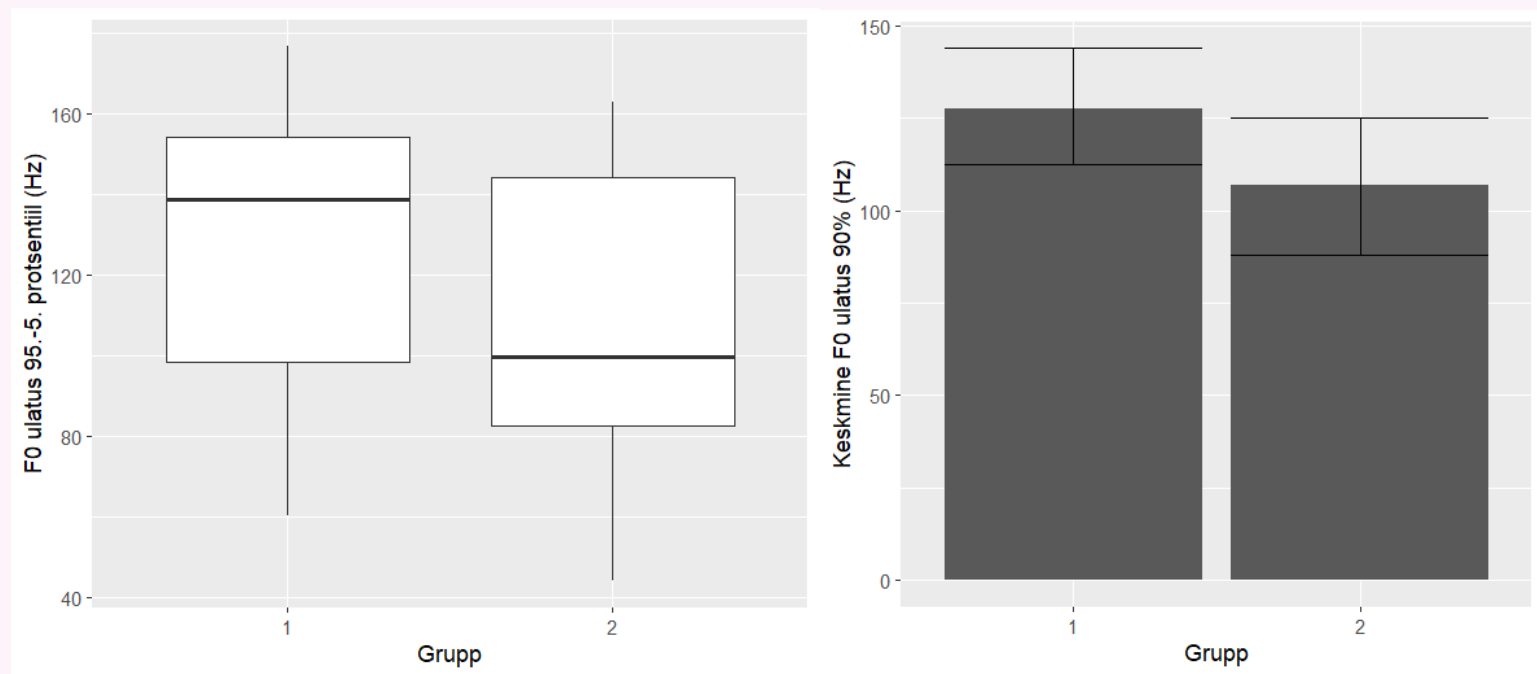


Joonis 3. 5. protsentil: jaotus ja keskmine
 $t = 1.6229$, $df = 31.633$, $p = 0.115$

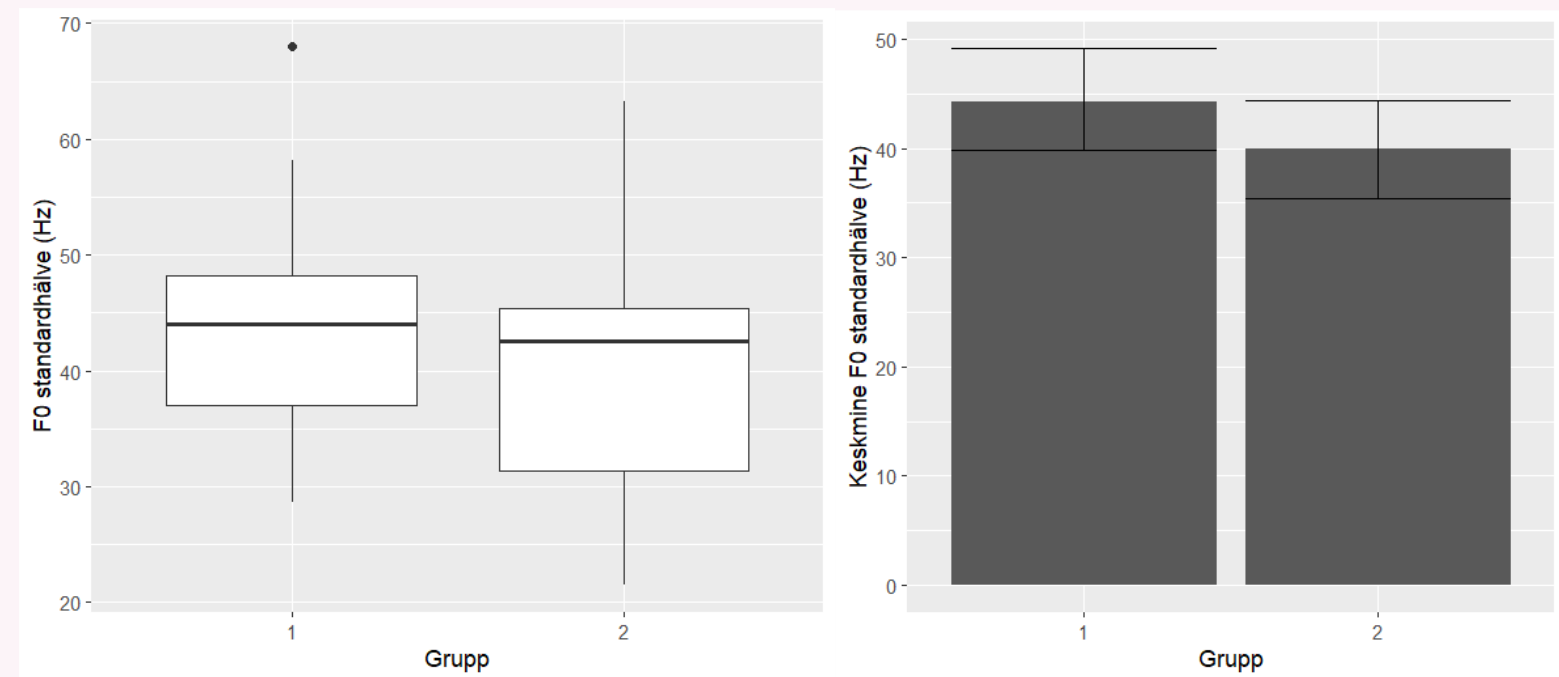


Joonis 4. 95. protsentil: jaotus ja keskmine

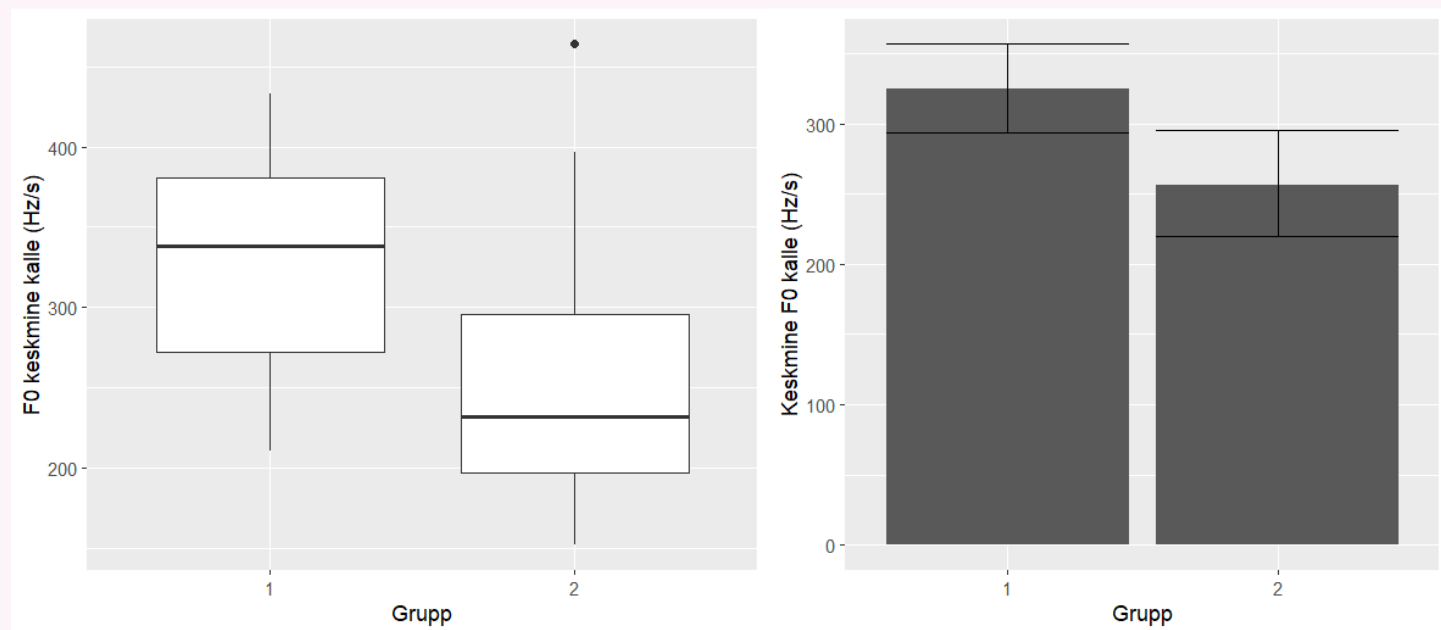
Tulemused: põhitooni varieerumine



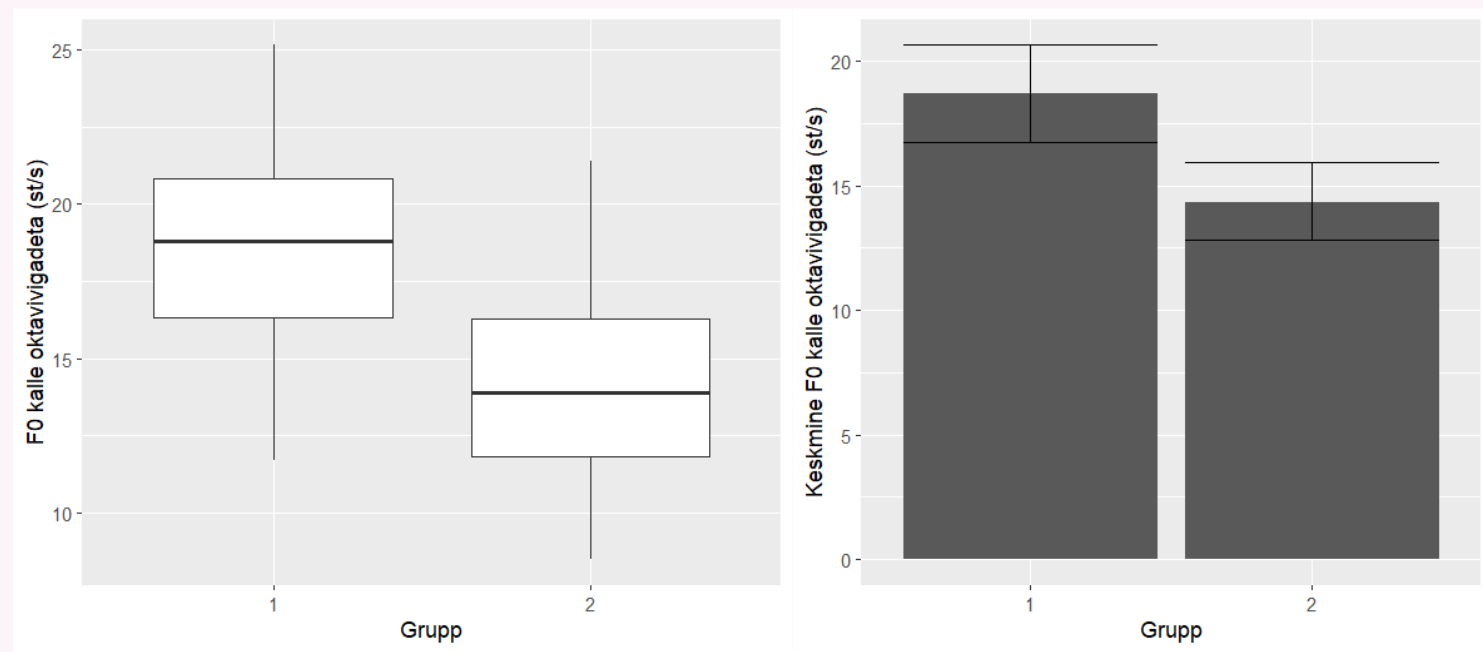
Joonis 5. Ulatus: jaotus ja keskmine
 $t = 1.623$, $df = 31.633$, $p = 0.115$



Joonis 6. Standardhälve: jaotus ja keskmine
 $t = 1.28$, $df = 31.987$, $p = 0.211$

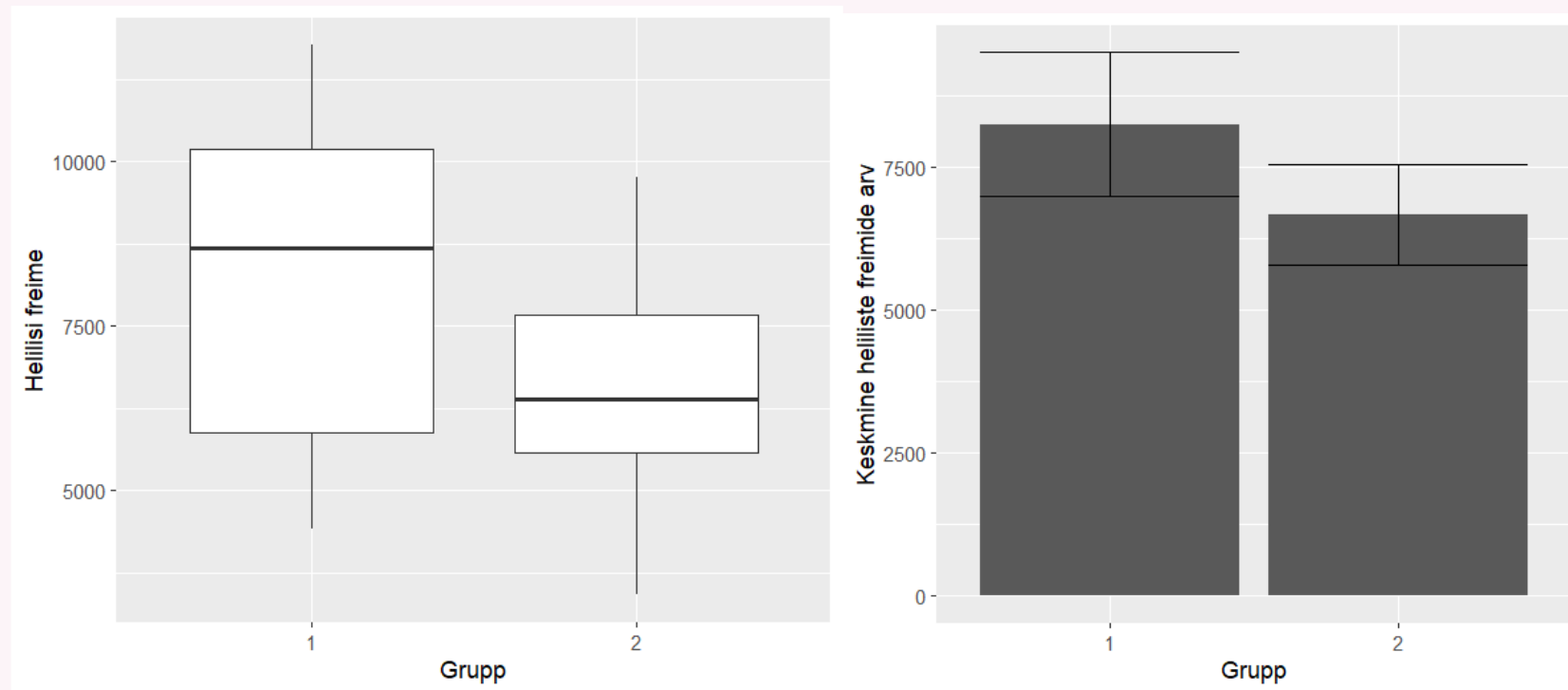


Joonis 7. Keskmine kalle (Hz/s): jaotus ja keskmine
 $t = 2.607$, $df = 30.963$, $p = 0.014$, $r = 0.424$

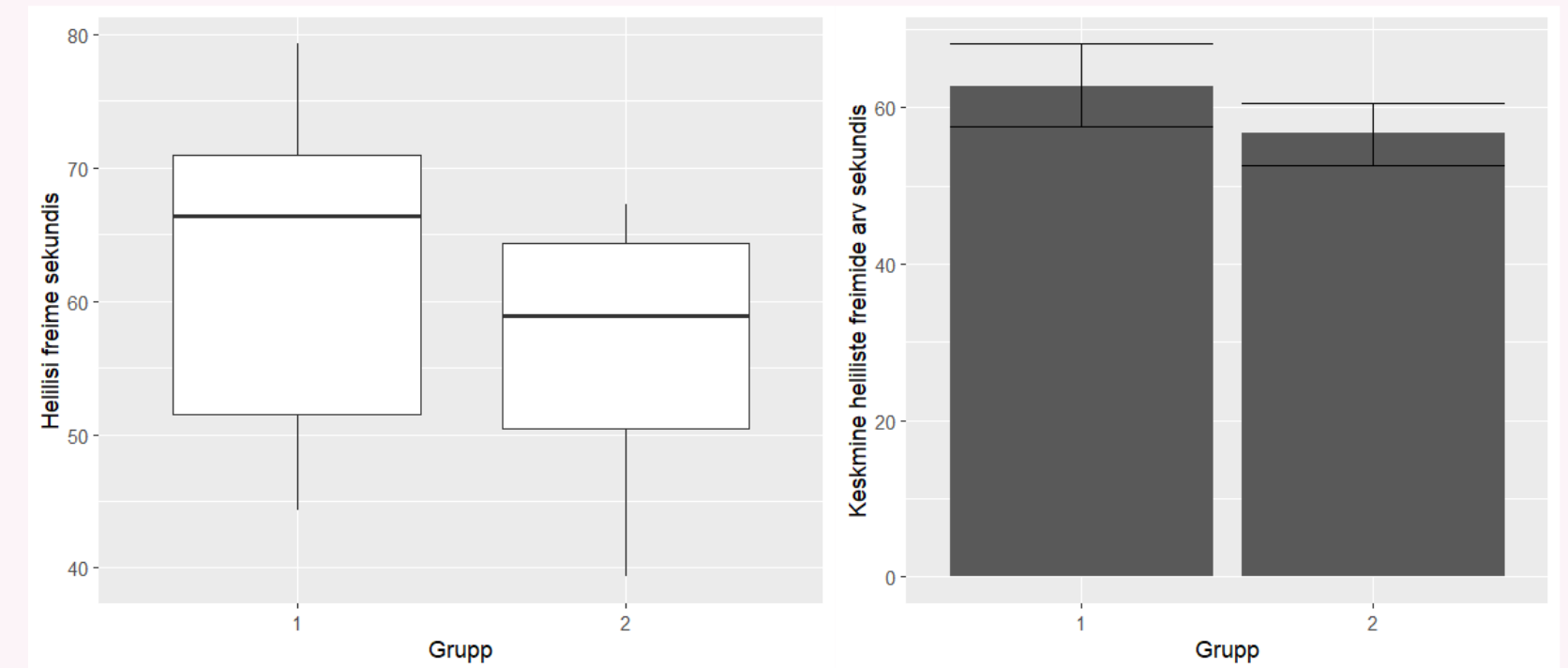


Joonis 8. Keskmine kalle (pt/s): jaotus ja keskmine
 $t = 3.441$, $df = 30.852$, $p = 0.002$, $r = 0.527$

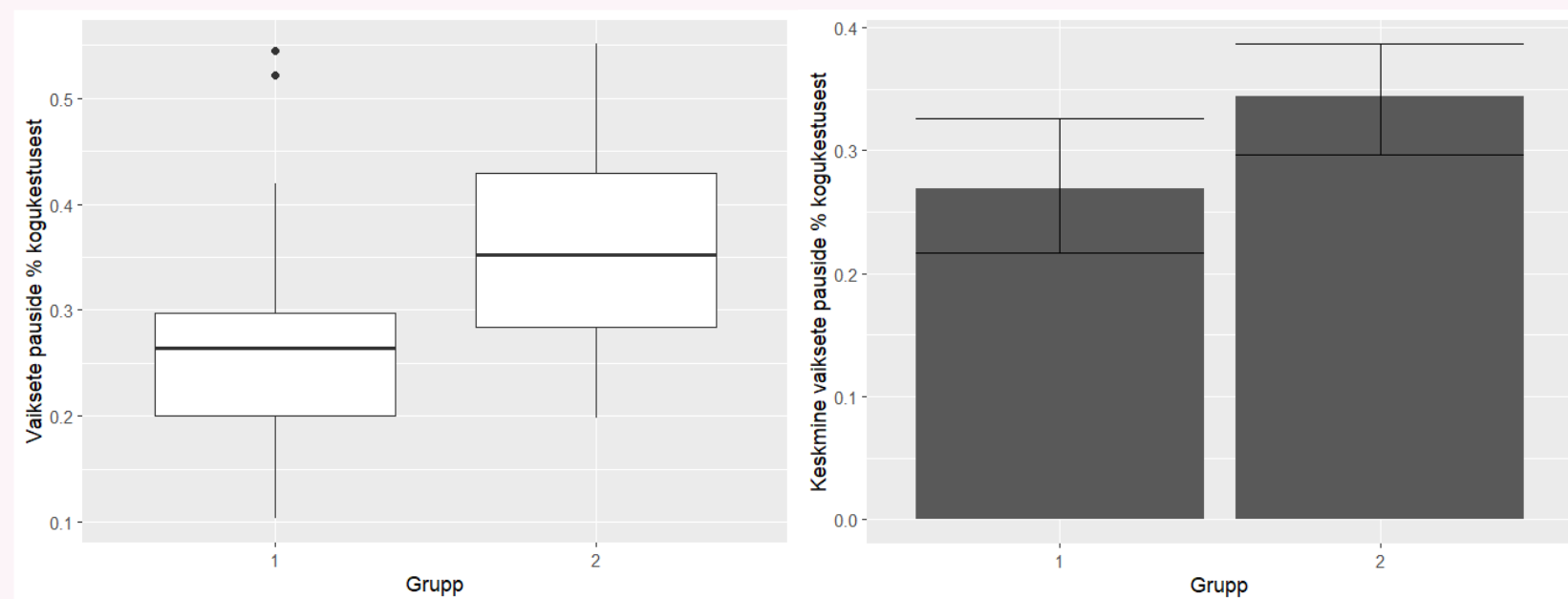
Tulemused: ladusus



Joonis 9. Heliliste freimide arv: jaotus ja keskmine
 $t = 2.170$, $df = 28.713$, $p = 0.038$, $r = 0.375$



Joonis 10. Helilisi freime sekundis: jaotus ja keskmine
 $t = 1.768$, $df = 29.767$, $p = 0.087$



Joonis 11. Vaiksete pauside kestuse osakaal kogukestusest: jaotus ja keskmine
 $t = -1.913$, $df = 30.875$, $p = 0.065$

Tulemused: kokkuvõte

Põhitooni-tunnus	Hinne 7-10	Hinne 2-4	Vahe	t-testi p-väärtus	Pearsoni r
keskmine	194.464	198.740	4.276		
mediaan	194.292	195.886	1.594		
95. protsentiil	253.278	251.064	2.214		
5. protsentiil	125.571	144.210	18.639	0.194	
ulatus	127.707	106.854	20.853	0.115	
standardhälve	44.271	39.986	4.285	0.211	
kalle (Hz/s)	325.201	256.553	68.648	0.014	0.424
kalle (pt/s)	18.709	14.303	4.406	0.002	0.527
helilisi freime	8249.059	6668.471	1580.588	0.038	0.375
helilisi freime/s	62.806	56.759	6.047	0.087	
vaiksete pauside %	0.269	0.344	0.075	0.065	

- Vaadeldud tunnustest osutus statistiliselt oluliseks põhitooni kalle e keskmine põhitooni muutumise kiirus, mis on kõrgema hinde saanutel suurem.
- Põhitooni suurem ulatus ja variatiivsus kõrgema hinde saanud kõnelejatel võib viidata sellele, et nad kasutavad prosoodilisi vahendeid rohkem. See võib muuta nende kõne jälgitavamaks, loomulikumaks ja loogilisemaks ning mõjutada selle kaudu hinnet.
- Tulemuste fonoloogiliseks ja foneetiliseks tõlgendamiseks oleks vaja täpsemat uurimust, mis keskendub näiteks tooniaktsentide ja piiritoonide tüüpidele, distributsioonile ja realiseerumisele.
- Põhitoonitunnuste edukuse hindamiseks tuleks neid võrrelda muude võimalike hinde korrelaatidega, nt
 - muud prosoodilised kategooriad, nagu rütm, sõnavälde, sõnarõhk ja häälikupikkus,
 - muud häälduse aspektid, nagu häälikute artikulatsioon,
 - ladususe näitajad,
 - muud keelepädevuse aspektid, nagu sõnavara ulatus ja grammatika korrektsus,
 - muud eksamil hinnatavad aspektid, nagu teemakohasus, ülesehituse loogilisus jm.

- De Jong, N. H., Steinel, M. P., Florijn, A. F., Schoonen, R., & Hulstijn, J. H. (2012). Facets of speaking proficiency. *Studies in Second Language Acquisition*, 34(1), 5–34. doi:10.1017/S0272263111000489
- Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2014). *Discovering statistics using R (Repr)*. Sage.
- Isaacs, T. & Thomson, R. I. 2022. Reactions to second language speech. In J. M. Levis, T. M. Derwing, M. J. Munro (eds.) *The Evolution of Pronunciation Teaching and Research. 25 years of intelligibility, comprehensibility, and accentedness*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company, 125-151.
- Kallio, H., Kautonen, M., & Kuronen, M. (2023). Prosody and fluency of Finland Swedish as a second language: Investigating global parameters for automated speaking assessment. *Speech Communication*, 148, 66–80. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2023.02.003>
- Kang, O. (2010). Relative salience of suprasegmental features on judgments of L2 comprehensibility and accentedness. *System*, 38(2), 301–315. doi:10.1016/j.system.2010.01.005
- Kang, O., & Johnson, D. (2018). The roles of suprasegmental features in predicting English oral proficiency with an automated system. *Language Assessment Quarterly*, 15(2), 150–168. <https://doi.org/10.1080/15434303.2018.1451531>
- Kang, O., Rubin, D., & Pickering, L. (2010). Suprasegmental measures of accentedness and judgments of language learner proficiency in oral English. *The Modern Language Journal*, 94(4), 554–566. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4781.2010.01091.x>
- Kuronen, Mikko, Maria Kautonen 2018. Foneettisten piirteiden ja vieraan aksentin yhteydestä suomen kielessä. *Lähivõrdlusi. Lähivertailuja* 28, 207-241. doi:10.5128/LV28.06
- Levis, J. M. (2023). Teaching prosody in research studies: How researchers make decisions about pedagogy in research studies. *Journal of Second Language Pronunciation*, 9(3), 285–288. <https://doi.org/10.1075/jslp.23047.lev>
- Mennen, I., Schaeffler, F., & Docherty, G. (2012). Cross-language differences in fundamental frequency range: A comparison of English and German. *Journal of the Acoustical Society of America*, 131, 2249 – 2260
- Munro, M. J. & Derwing, T. M. 2022. Foreign accent, comprehensibility and intelligibility, redux. In J. M. Levis, T. M. Derwing, M. J. Munro (eds.) *The Evolution of Pronunciation Teaching and Research. 25 years of intelligibility, comprehensibility, and accentedness*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company, 7-32.

Uurimus on tehtud “Eesti keele õppe ja keeleõppe arendamise” ehk Keelesammu programmi raames. Programmi kaasrahastab Haridus- ja Teadusministeerium ning Euroopa Liit.



**Kaasrahastanud
Euroopa Liit**



Eesti
tuleviku heaks