

# VARIEERUVA VÄLTEGA SÕNADE TAJU JA AKUSTIKA

LIISI PIITS, MEELIS MIHKLA

**Annotatsioon.** Artikli eesmärk on välja selgitada, kui palju esineb väldete tajumisel varieerumist, millest varieerumine sõltub ja kuidas väldete taju akustiliste tunnustega korreleerub. Selle eesmärgi täitmiseks korraldasime tajukatse, milles 216 osalejat hindasid kümne nn varieeruva vältega sõna väldet. Varieeruva vältega sõnadeks nimetame sõnu, mille puhul on täheldatud nii teise- kui ka kolmandaväلتeliste paralleelvormide esinemist, st nende sõnade välde varieerub isikuti. Iga sõna oli loetud nelja erineva inimhääle ja viie erineva sünteeshäälega ning sama hääldusjuhu väldet paluti määrata nii lausekontekstis kui ka sellest väljalõigatuna. Väldtemäärang on isikuti varieeruv ja ka kuulaja ise muutis sageli väldtemäärangut olenevalt sellest, kas ta kuulis väldet lauses või üksiksõnana. Kuulaja enda välte-eelistus ei mõjuta lausekontekstis kuulnud hääldusjuhu määramist rohkem kui kontekstita kuulnud hääldusjuhu määramist. Kontekstis kuulduna tajutakse sõna sagedamini kolmandaväلتelisenä kui kontekstita kuulduna. Kuulajate murdetäust võib mõnel juhul osutada väldete tajumisel oluliseks. Inimhäälega kõnes varieerusid akustiliste tunnuste väärtused suurel määral, põhilise väلتetunnuse, kestussuhte keskmised väärtused olid pigem kolmandale vältele omased. Sünteeshäälega kõnes olid hinnangud enam väldete akustiliste tunnustega kooskõlas. Diskriminantanalüüsi põhjal jäi akustiliste tunnuste alusel väldete klassifikatsioonivõime mõõdukale tasemele.

**Võtmesõnad:** eesti keel, väلتetaju, põhitoon, tajukatse, inimkõne, sünteeskõne

## 1. Sissejuhatus

Vältevastandusel on eesti keeles täita tähtis roll nii leksikaalsete tähenduste kui ka muutevormide eristamisel, mistõttu on üldjuhul sõnal või sõnavormil kindel välde. Siiski leidub mingi hulk sõnu, mille puhul on paralleelselt kasutusel nii teise- kui ka kolmandaväلتelised variandid. Sageli on sellisele varieerumisele aldis just tuletised, mille puhul võib

eeldada, et tuletusalusele omane välde ei pruugi tuletusliite lisandumisel enam samaks jääda, kuna sõna silbistruktuuri muutus hakkab tingima ka välte muutusi. Nt sõna *teaduslik* tuletusalus *teadus* on küll kolmandas vältes, aga tuletisena hakkab välde mõjutama seaduspära, mille järgi kolmesilbilistes noomenites saab teise silbi kinnisuse puhul esimene pikk silp enamasti teise välte (vt Päll 1986: 39). Seega on sellistel juhtudel märgata, et kolmandavälteelised tuletusalused *teadus*, *keiser*, *nõidus* võivad tuletisi *teaduslik*, *keiserlik* ja *nõiduslik* moodustades muutuda ka teisevälteeliseks või vähemalt tekitada teisevälteelisi paralleelvariante.

Mati Hint on juba 1968. aastal kirjutanud, et kui morfoloogilises süsteemis võib teise ja kolmanda välte kontrast funktsionaalselt neutraliseeruda (st sõna vältest ei sõltu morfoloogia), siis see ei avaldu teise ja kolmanda välte vahepealse hääldusena, vaid teise- ja kolmandavälteeliste paralleelvormide esinemisena (Hint 1968: 70). Viimases ilmunud õigekeelsussõnaraamatus „Eesti keele õigekeelsussõnaraamat ÕS 2018“ esineb u 400 märksõna, millel on sõnastikus olemas ka ainult välte poolest erinev paralleelvorm. Alustasime 2015. aastal selliste nn varieeruva vältega sõnade uurimist, et kindlaks teha nende sõnade hääldustava ehk kummas vältes neid sõnu enamasti hääldatakse. Tegime kolme aasta jooksul üle Eesti lugemiseksperimente: kokku ligi 200 inimest Eesti eri piirkondadest luges ette 56 lauset, kus esines 51 varieeruva vältega sõna (vt Piits, Kalvik 2021; Kalvik, Piits 2021). Kogutud keeleandmete analüüsil oli vältetava väljaselgitamiseks vaja kindlaks teha, kummas vältes on sõna hääldatud. Selleks kasutasime akustilise analüüsi kõrval ka kuuldelist määramist. Iga hääldusjuhu hindamiseks kasutasime enamasti kolme vältemäärajat. Selgus kaks tõsiasja: esiteks võisid eri kuulajad sama hääldusjuhtu erinevalt määrata ja teiseks võis ka sama kuulaja sama hääldusjuhtu uuesti kuulates oma otsust muuta (Kalvik, Piits 2017). Esimesel juhul tekib küsimus, kuidas välde kui tähendust eristav keelenähtus saab nii palju isikuti varieeruda, ja teisel juhul küsimus, mis tingimustel kuulaja enda vältetaju muutub.

Siinse artikli esimene eesmärk on välja selgitada, kui palju esineb välde tajumisel isikutevahelist varieerumist ja millest selline varieerumine sõltub. Juba varasem uurimus näitas, et välte määramisel esines kahel vältemäärajal erimeelsusi 15% juhtudel (Kalvik, Piits 2017: 95). Siinses uurimuses oleme määratavaid hääldusjuhte vähendanud, aga vältemäärajate hulka suurendanud, et teada saada, kas ja kuidas isikutevahelised

erinevused välte määramisel säilivad. Erinevused võivad tuleneda inimese enda välte-eelistustest, st võiks oletada, et kuulamisel mõjutab määraja otsust see, mis vältes ta ise sõna hääldaks. Samuti võib varieerumine sõltuda määraja päritolupiirkonnast, sest varasemad uurimused (Lippus, Pajusalu 2009; Kalvik 2005) on näidanud seost inimese murdetasta ja vältetaju vahel. Nt sõltub päritolupiirkonnast see, kas põhitoonikontuuri kui üht vältetunnust tajutakse ja kasutatakse väldete eristamisel või mitte. Seega, kui hääldusjuhu hindamisel osutub oluliseks põhitoon, aga osa katseisikutest põhitoonikontuuri muutust ei taju, võibki erinevus olla põhjustatud sellest. Peale inimkõne uurime ka sünteeshäältega loodud kõnet, et teada saada, kuidas iseõppivad kõnesüntesaatorid õpivad välteid genereerima ja kas süntesaatorid genereerivad kontrastsemaid välteid kui inimesed.

Uurimisküsimusi:

1. Kui suur on tajutestis osalenute üksmeel vältemäärangutes?
2. Millised erinevused on inim- ja sünteeshäältega ettelõetud näidete tajus?
3. Kas testis osalejate päritolupiirkond mõjutab nende vältetaju?
4. Kas häälduseelistused sõltuvad inimeste vanusest?

Teine eesmärk on teada saada, kas vältetaju võib sõltuda lausekonteksti olemasolust või puudumisest ja kuidas see korreleerub hääldusjuhu akustiliste vältetunnustega (rõhulise silbiriimi ja rõhuta silbi tuuma kestussuhe, põhitooni- ja intensiivsuskontuuri maksimumi asend rõhulises silbis). Soov on välja selgitada põhjused, miks vältemääraja ise sageli oma otsust muutis. Varasemas uurimuses paluti lahknevate vältemäärangute puhul väldet uuesti hinnata ja keskmiselt pooltel juhtudest muutis vältemääraja oma esialgset otsust (Kalvik, Piits 2017: 95). Välte määramisel said vältemäärajad kuulata kas ainult määratavat sõna või pikemat osa lausest, kus sõna esines. Võimalik, et vältemäärang sõltub sellest, kas kuulaja kuulab ainult määratavat sõna või pikemat lõiku lausest. Seejuures tuleb rõhutada, et uuritavate sõnade ja lausete puhul ei ole tegu juhtudega, kus kontekst aitaks oma semantilise sisuga vältemääramisele kaasa, nagu võiks olla juhtudel *armastan koera* vs. *armastan koera peremeest*. Uuritavates sõnades ei esine välde grammatilisi tähendusi eristavas funktsioonis, mida saaks konteksti põhjal ennustada. Eeldame lihtsalt, et kontekstist väljalõigatud sõna kuulates keskendutakse ainult määratava sõna akustikale, samal ajal kui kontekstis kuulduna hakkavad taju mõjutama nii kuulaja enda

välte-eelistused kui ka kogu lauseprosoodia. Paljudes Uurali keeltes on täheldatud, et sõna- ja lausetasandi prosoodilised üksused on omavahel tihedalt seotud ja mõjutavad üksteist (Pajusalu 2022: 874). Spontaanset kõnet uurides on leitud, et nii sõna asend fraasis kui ka lauserõhuline või -rõhutu positsioon lauses võib mõjutada vältetunnuste esinemist kõnes (Asu jt 2009: 8). Meie uurimismaterjalis jäi sõna esinemiskontekst muutumatuks, st kõik ühe sõna esinemisjuhud olid võetud samast lausekontekstist, need olid lauserõhulises positsioonis ning neil oli sama asend fraasis. Niisiis keskendume sellele, kuidas samas lausekontekstis sama inimese loetud hääldusjuhtu tajutakse olenevalt sellest, kas kontekst on eemaldatud või mitte.

Uurimisküsimusi:

1. Kas vältetaju sõltub lausekonteksti olemasolust või puudumisest?
2. Kas lausekontekstis kuulnud hääldusjuhtu tajutakse oma välte-eelistustele sarnasemalt kui kontekstist väljalõigatud juhtu?
3. Milliste akustiliste tunnuste väärtus võib mõjutada samale hääldusjuhule antavaid erinevaid vältehinnanguid?
4. Kas hääldusjuhtude vältehinnangud korreleeruvad inim- ja sünteeshääles samade akustiliste parameetritega?

## 2. Materjal ja tajukatse

Uurimisküsimustele vastuste leidmiseks korraldasime tajukatse, kus palusime katseisikutel määrata kuulnud sõnade vältet. Katsesse valisime varasemast lugemiseksperimentist (vt Piits, Kalvik 2021) välja 10 varieeruva vältega sõna, mille välte määramisel oli varem eriarvamusi tekkinud: *eile*, *hirmus*, *ilmetu*, *kaitsetu*, *keiserlik*, *meetod*, *nõiduslik*, *teaduslikes*, *ungarlane* ja *ümbrikus*. Iga sõna kohta võtsime katsesse 4 erineva lugeja loetud hääldusjuhtu, pidades silmas, et esindatud oleks nii need juhud, mida enamasti teisevälteliseks määrati, kui ka need juhud, mida tajuti rohkem kolmandavälteliseks. Kokku oli erinevaid hääldusjuhte 40 (neist 24 nais- ja 16 meeshäälega loetud). Iga hääldusjuht esitati kuulajale nii lausekontekstis kui ka kontekstist väljalõigatuna. Laused olid vabatahtlike poolt sisse loetud helistuudios või muus vaikselt siseruumis, kasutades Neumann TLM 102, Beyerdynamic MC 930 või Zoom H4 mikrofone (vt salvestusprotsessi täpsemat kirjeldust Piits, Kalvik 2021: 181).

Uuritavad sõnad lausekontekstis:

*Seal on mingi **hirmus** hais ja ebameeldiv foon, mis segab.*

*Mool on mõõtühik, mida **teaduslikes** tekstides on ammu kasutatud.*

*Jaanuar on plaanitud selleks, et välja mõelda uurimuse tees ja **meetod** ning valida materjal.*

***Keiserlik** käsk kõlas nõnda, et rood sõdureid kaitsku homme paleed.*

*Tallinlane on **kaitsetu**, kui ta hilja õhtul pimedas ringi kõnnib.*

***Eile** oli **ümbrikus** veel jaapani jeen koos mõne euroga.*

*Kas mullu oli meie rühmas **ungarlane** või hindu?*

*Üks raat kükitab puu ladvas, välimuselt **ilmetu**, ent laul on tal harras.*

*Õng käes kõndisin mere poole, kui mulle lõi vastu soolane hõng ning **nõiduslik** hingus.*

Lisaks loomulikule kõnele sünteesisime iga sõna koos lausekontekstiga viie erineva sünteeshäälega. Selleks kasutasime kolme iseõppivat kõnesünteesi süsteemi: Ossiani, Ossiani koos Merlini tööriistadega ja DeepVoice'i. Ossiani kõnesünteesi süsteemis kasutatakse Markovi peitmudeleid, milles kõnesignaali esitatakse Markovi protsessi olekute jadana, kestuste ja põhitooni kõneprosoodia mudelid on realiseeritud otsustuspuudena (Vainio jt 2014). Täiendades Ossiani süsteemi Merlini tööriistakomplektiga, saame kõnesünteesisüsteemi, kus on kombineeritud nii Markovi peitmudeleid kui ka sügavaid närvivõrke. Kolmas süntesaator, mida kasutasime, oli Tartu Ülikoolis eesti keelele kohandatud rekurrentsetel närvivõrkudel baseeruv kõnesüntesaator Deep Voice 3 (Ping jt 2017). Sünteeshäälte treenimiseks on nende kolme masinõppe süsteemi sisendisse antud eestikeelset teksti ja teksti alusel salvestatud keelejuhtide kõnet. Kahe esimese sünteesisüsteemi treenimiseks on kasutatud neutraalse kõne korpusi (suurusega u 2000 lauset ja 2 tundi), kolmanda sünteesisüsteemi treenimiseks ilukirjanduskorpus (suurusega u 5000 lauset ja 6 tundi). Kõik kõnesünteesisüsteemid olid grafeemipõhised, st juhendatud hääldus puudus.

Jagasime saadud materjali kahte tajukatsesse, et määratavaid üksusi ei oleks ühes katses liiga palju. Testid tegime veebikeskkonnas, kaasates vabatahtlikke katseisikuid ja kutsudes osalejaid ka sotsiaalmeediakanalite kaudu. Sissejuhatavas osas küsisime osalejate vanust, sugu, emakeelt ja päritolupiirkonda (elukohta põhikooliõpingute ajal). Katseisikud olid vanuses 15–75, keskmine vanus 47 aastat. Mehi oli osalejate seas 35 ja

naisi 195. Murretest olid esindatud kuus piirkonda ja üle poole katseisikutest olid pärit keskmurde alalt (vt täpsemaid arve ptk 3.4). Kuna uurimuse peamine eesmärk ei olnud murdetausta mõju uurida, ei pööranud me lisatähelepanu sellele, et kõik murdepiirkonnad oleks ühtlaselt kaetud.

Osalejatel paluti kasutada kõrvaklappe, stiimulite kuulamiskordi ei piiratud, liikuda sai ka tagasi eelmiste vastuste juurde. Alustuseks tuli määrata kontrollsõnade välde. Järgmisena paluti määrata inimhäälega loetud hääldusjuhtude välde lausekontekstita, millele järgnesid lausekontekstis nii inimhäälega kui ka sünteeshäälega loetud stiimulid. Stiimulite hindamisel tuli sundvalikuna valida II ja III välte vahel, muid võimalusi ei pakutud. Viimasena küsiti katseisiku välte-eelistust: paluti öelda, kummas vältes inimene ise seda sõna antud lausekontekstis hääldaks.

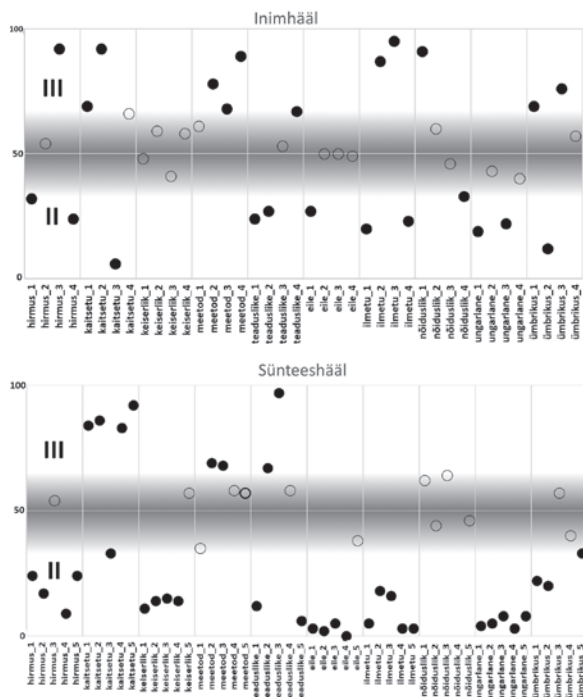
Mõlemas tajukatses tuli määrata viie varieeruva vältega sõna nelja erineva hääldusjuhu välde lausekontekstis, samade hääldusjuhtude välde kontekstist väljalõigatuna ning iga uuritava sõna välde ka viie sünteeshäälega loetuna (ainult lausekontekstis).

Kokku oli kummaski tajukatses **65** määratavat üksust ja **6** kontrollsõna. Kontrollsõnadeks olid sõnade *mets, kann, tass, nali, vill* ja *konn* omastava või osastava käände vormid loetuna isoleeritult teises või kolmandas vältes. Nende katsesse võtmise eesmärk oli eemaldada tulemuste hulgast nende osalejate vältemäärangud, kes ei soovinud või ei suutnud vältet määrata. Keeleliste auditiivsete stiimulite puhul peab alati arvestama, et lisaks stiimuli akustilistele parameetritele mõjutavad taju ka kuulaja teadmised keele fonoloogilistest kategooriatest. Nt on värske uuring näidanud, et kui jaapanlastele on eesti keele esimese ja teise välte eristamine lihtsam, kuna jaapani keeles on nii vokaalidel kui ka konsonantidel selline vastandus olemas, siis teise ja kolmanda välte eristamine on neile raskem (Lee jt 2023). Samuti on vene emakeelega kõnelejate puhul leitud, et teise ja kolmanda välte eristamine kuulduliselt on raske ülesanne, sest nende emakeele fonoloogilises süsteemis ei ole analoogiat, millele toetuda (Meister 2011; Meister, Meister 2012). Kahe katse peale oli 14 inimest, kes eksisid kontrollsõnade vältemääranguga, nende seas olid kõik need neli osalejat, kes olid märkinud, et eesti keel ei ole nende emakeel. Pärast nende tulemuste eemaldamist, kes kontrollsõnade määramisel eksisid, jäid esimesest katsesest järele 87 ja teisest katsesest 129 osaleja tulemused.

### 3. Tulemused

#### 3.1. Vältemäärangute ühtsus

Lähtudes ideest, et vältel on tähtis roll leksikaalsete ja grammatiliste tähenduste eristamisel, võiks eeldada, et keele kõnelejad tajuvad vältet ühtviisi ja ühe hääldusjuhu vältemäärangud langevad suures osas kokku. Seda on selgelt näha meie katsesse võetud 6 kontrollisõna vältte määramisel. Veel enne nende 14 inimese tulemuste eemaldamist, kes kontrollisõnade vältte määramisel eksisid, oli kõigi katses osalenute üksmeel 6 kontrollisõna vältte määramisel keskmiselt 99%. Ometi on varieeruva välttega sõnade 40 inimhäälega loetud hääldusjuhu ja 50 sünteeshäälega loetud hääldusjuhu määramisel üksmeel palju väiksem.



**Joonis 1.** Lausekontekstis kuuldud inim- ja sünteeshäälega loetud hääldusjuhtudele antud keskmised hinnangud. Mustad täpid tähistavad hääldusjuhte, mida vähemalt kaks kolmandikku hindajatest tajus samasse vältesse kuuluvaks. Sõõrid hallis alas tähistavad hääldusjuhte, mille puhul vähem kui kaks kolmandikku vältemäärajatest olid samal arvamusel.

Joonisel 1 on tajutestide põhjal koostatud hinnangute ruum inim- ja sünteeshäälega loetud hääldusjuhtude kohta (iga testsõna loeti lauses nelja keelejuhi esituses ja sünteesiti viie sünteeshäälega). Hinnangute ruum on jagatud kaheks: allpool keskjoont on toodud need hinnangud, mille korral üle poole vältemäärarajatest arvas, et hääldusjuht on hääldatud teises vältes, ja ülalpool joont need hinnangud, mille korral üle poole vältemäärarajatest arvas, et hääldusjuht on hääldatud kolmandas vältes. Mida kaugemal keskjoonest täpp asub, seda suurem on olnud vältemäärarajate üksmeel, et hääldusjuht kuulub ühte või teise vältesse. Jooniselt 1 on näha, et inimehäälega loetud hääldusjuhtude puhul on vaid üksikutel juhtudel üksmeel kontrollsõnade keskmisega (99%) võrreldav, nt *kaitsetu* üks hääldusjuht on 94% kuulajate arvates teisevälteline ja *ilmetu* üks hääldusjuht 96% kuulajate arvates kolmandavältiline. Ülejäänud sõnade puhul läksid määrarajate arvamusel sageli lahku ja 16 inimehäälega loetud hääldusjuhu välte tajumisel olid vähem kui kaks kolmandikku vältemäärarajatest samal arvamusel (vt hallil alal olevad ringid joonisel 1): nt sõna *eile* kolm hääldusjuhtu jäävad keskjoonele, st pooled kuulajatest on määranud hääldusjuhu kolmandavältiliseks ja pooled teisevälteliseks. Seega võib öelda, et kõigist inimehäälega loetud hääldusjuhtudest vaid 57% olid sellised, mille puhul vähemalt kaks kolmandikku vältemäärarajatest olid samal arvamusel. Samasugust mustrit on näha ka sünteeshäälega loetud hääldusjuhtude hindamisel, kus keskjoone lähedale jääb 15 hääldusjuhtu, mille puhul üksmeelt vältemäärarajad ei saavutavad. Sünteeshääle hindamisel oli mõne hääldusjuhu puhul siiski ka suuremat üksmeelt näha, nt sõnade *eile*, *ilmetu* ja *ungarlane* mitme hääldusjuhu puhul arvas üle 95% hindajatest, et need on teisevältelised, samuti hinnati sõna *teaduslik* üks hääldusjuht 97% hindajate poolt teisevälteliseks. Ka üldiselt olid sünteesitud sõnadele antud hinnangud ühtsemad, 70% hääldusjuhtudest olid sellised, mille puhul vähemalt kaks kolmandikku vältemäärarajatest olid samal arvamusel.

Ühe sõna erinevate hääldusjuhtude vältemäärarajad paiknevad joonisel 1 hajusalt. Inimehäälega loetud näidetes on vaid kõik sõna *meetod* hääldused hinnatud kolmandavältiliseks ja sõna *ungarlane* hääldusjuhud teisevälteliseks. Ülejäänud sõnade puhul on hääldusjuhte määratud nii teise- kui ka kolmandavältiliseks. Kõik sünteeshääletega loetud sõnade *eile*, *ilmetu* ja *ungarlane* hääldusjuhud on hinnatud teisevälteliseks. Jooniselt 1 on näha, et sünteeshäälega loetud näidete hinnangud on ühtsemad, inimehäälega loetud näited on enam hajusad ja varieeruvad. Seda



kinnitab ka hinnangute variatsioonikordaja<sup>1</sup>, mis inimkõnes on 51,1% ja sünteeskõnes 42,9%. Selliseid inimhäälega loetud näidetele antud hinnanguid võiski eeldada, sest tegemist on sõnadega, mille puhul hääldus varieerubki, ja tajukatsesse oli püütud valida lugemiseksperimendist just neid hääldusjuhte, mille puhul ka varasemad hinnangud olid lahknenu. Sünteeshäälele antud hinnangute kobaratesse koondumine näitab, et iseõppivad tekst-kõne-sünteesi tehnikad on kõnematerjali ja sellele vastava teksti pealt teinud ühesuguseid järeldusi. Jooniselt 1 võib peaaegu iga sõna kohta näha, et viie süntesaatori loodud hääldusnäidete hinnangutest vähemalt nelja puhul on vältemäärang sama. Sõna *nõiduslik* kõigi hääldusjuhtude paiknemine keskjoone lähedal näitab, et eri süntesaatorid ongi kõigil juhtudel genereerinud midagi, mis jääb teise ja kolmanda välte piirialale.

### 3.2. Lausekontekstis ja -kontekstita kuulnud vältemäärangud

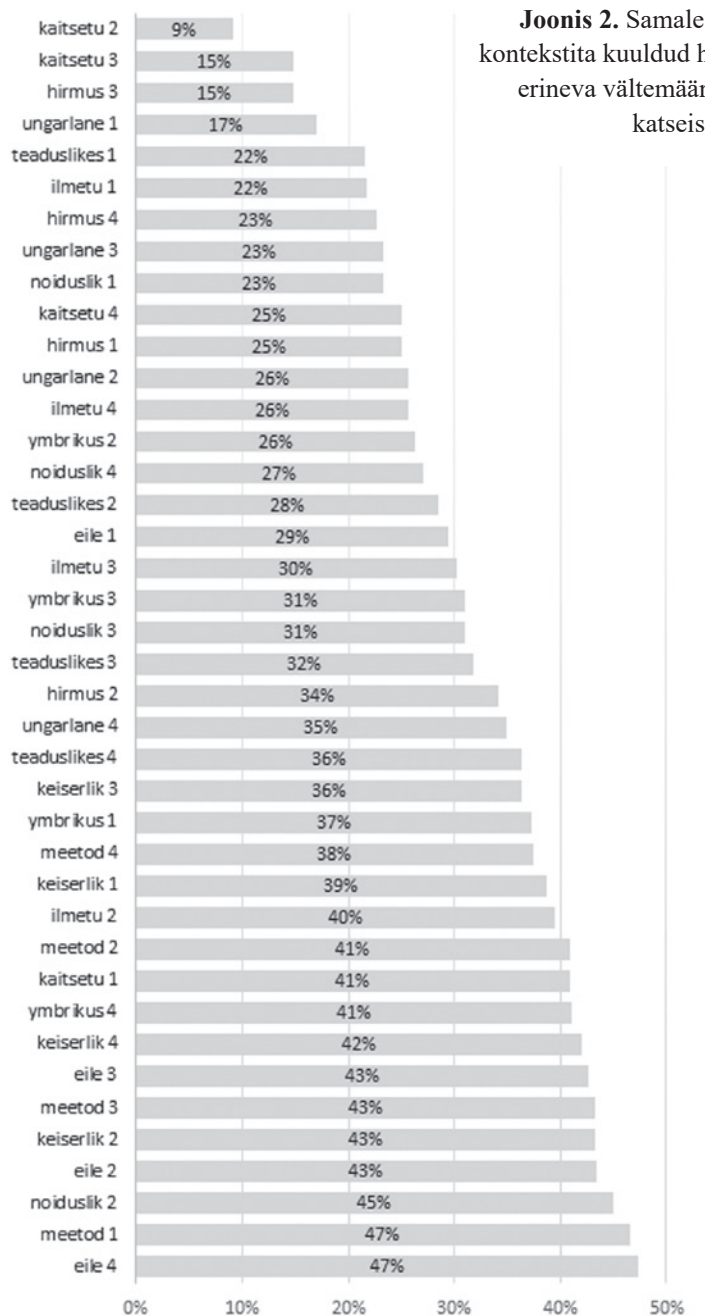
Lisaks sellele, et erinevad testis osalejad andsid samadele hääldusjuhtudele vastandlikke vältemääranguid, eeldasime, et sama testis osaleja võis sama hääldusjuhtu erinevalt määrata olenevalt sellest, kas kuulis hääldusjuhtu lausekontekstis või sellest väljalõigatuna. Selguski, et sageli hindas vältemääraja sama hääldusjuhtu erinevalt. Jooniselt 2 on näha, mitu protsenti inimestest muutis oma vältemäärangut sama hääldusjuhtu uuesti hinnates.

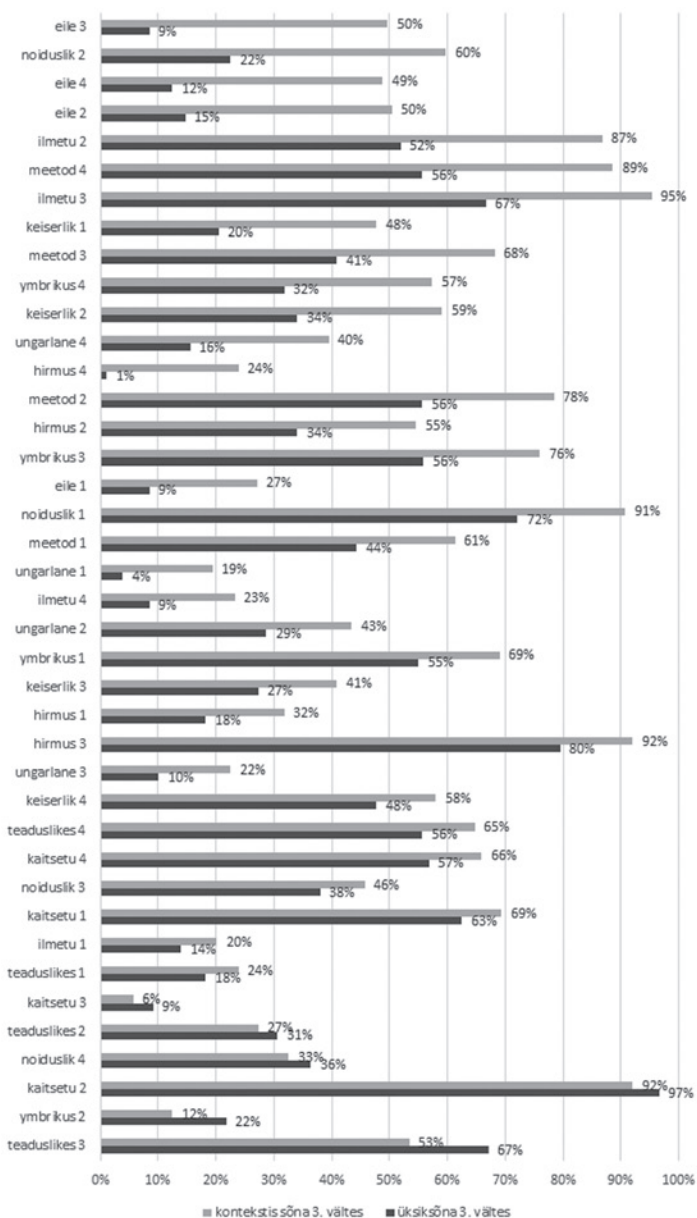
Kõige vähem muudeti arvamust hääldusjuhu *kaitsetu* 2 puhul: vaid 9% vältemäärajatest muutis oma otsust olenevalt sellest, kas ta kuulis sõna kontekstis või sellest väljalõigatuna. Seevastu nii hääldusjuhtude *meetod 1* kui ka *eile 4* puhul muutsid oma hääldusjuhule antud hinnangut ligi pooled kuulajatest ehk 47%. Kokkuvõttes võib öelda, et keskmiselt 32% hääldusjuhtude hindamisel muutis vältemääraja oma arvamust olenevalt sellest, kas kuulis sõna kontekstis või kontekstita. Võrreldes joonistel 2 ja 3 esitatud andmeid, paistab välja, et vältemääraja muutis oma otsust rohkem just nende hääldusjuhtude hindamisel, mis joonisel 1 jäävad rohkem keskjoone lähedale ehk on saanud ka eri vältemäärajatelt erinevaid hinnanguid.

Ootamatu lisatulemusena selgus, et peaaegu kõigi hääldusjuhtude puhul hinnati kontekstis kuulnud hääldusjuhtu kolmandavältiliseks sagedamini kui sama hääldusjuhtu kontekstita kuulates. Jooniselt 3 on näha, et 40 hääldusjuhust vaid 6 viimase puhul oli tendents vastupidine.

<sup>1</sup> Variatsioonikordaja on standardhälbe ja aritmeetilise keskmise suhe protsentides.

**Joonis 2.** Samale kontekstis ja kontekstita kuulnud häädusjuhule erineva vältemäärangu andnud katseisikute osakaal



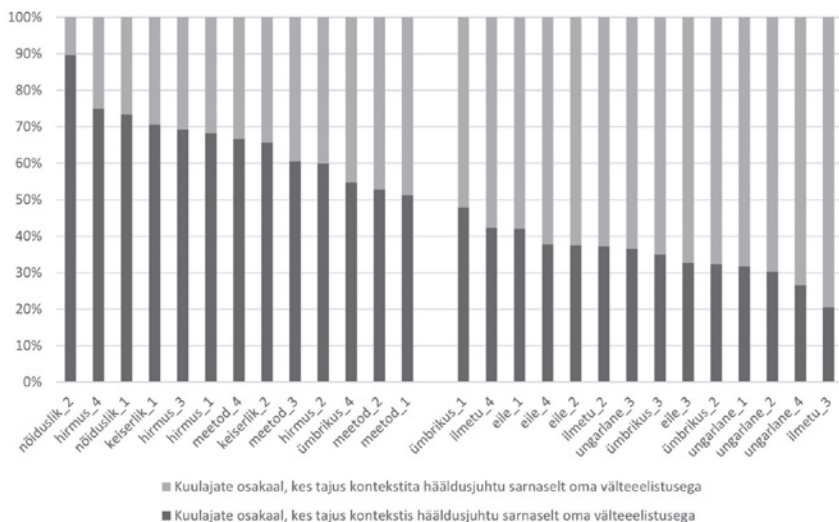


**Joonis 3.** Kolmandas vältes tajutud häädusjuhtude osakaal kontekstis kuuldud ja kontekstita kuuldud juhtudest. Eespool on häädusjuhud, mida kontekstis kuulduna hinnati sagedamini kolmandavälteliseks

### 3.3. Välte-eelistuse ja vältemäärangute seosed

Edasi tahtsime teada, kas välte määramisel lähtub inimene ka sellest, mis vältes ta ise sõna hääldaks. Lähtusime oletusest, et kui inimene muutis samale hääldusjuhule antud vältemäärangut olenevalt sellest, kas ta kuulis seda kontekstis või kontekstita, siis võis üheks põhjuseks olla, et lausekontekstiga koos hajub inimese tähelepanu määratava sõna akustilistelt tunnustelt ja vältetaju hakkavad mõjutama tema enda eelistused. Selle oletuse uurimiseks palusimegi katseisikutel katse lõpus teada anda, mis vältes nad ise neid sõnu samas lausekontekstis hääldaksid. Sõnu *ungarlane*, *eile*, *teaduslik*, *ilmetu* ja *keiserlik* peab suurem osa katseisikutest teisevälteliseks ja sõnu *ümbrikus*, *meetod*, *kaitsetu*, *hirmus* ning *nõiduslik* pigem kolmandavälteliseks. Kontrollisime, kas mõne testsõna häälduseelistused on aja jooksul muutunud. Selleks jagasime katseisikud kolme vanuserühma: noored (34 katseisikut vanuses 15–34 aastat), varajane keskiga (84 katseisikut vanuses 35–49 aastat) ja hiliskeskiga (99 katseisikut vanuses 50–75 aastat).  $\chi^2$ -test näitas vanusest sõltuvat olulist häälduseelistust vaid testsõna *eile* puhul. Kuigi kõigis vanuserühmades oli ülekaalukalt eelistatud teisevälteline hääldus, siis üha enam noori hääldaks sõna *eile* ka kolmandas vältes: alla 35-aastastel oli *eile* kolmanda välte häälduseelistus 43%-l testitavatest, üle 35-aastastel aga vaid 12%-l. Samuti osutus logistilisel regressioonanalüüsil vanuse tunnus oluliseks vaid testsõna *eile* puhul: võrreldes vanemate rühmadega on 2,14 korda tõenäolisem, et noored inimesed hääldaks sõna *eile* kolmandas vältes.

Tajutestis osaleja välte-eelistuse ja tema määrangute võrdluses ei arvestatud küll seda, mida enamik eelistas, vaid iga osaleja välte-eelistust võrreldi tema vältemäärangutega, et saada teada, milline on seos. Kolmandiku hääldusjuhtude puhul selgus  $\chi^2$ -testi kasutades, et kontekstis ja kontekstita kuulnud hääldusjuhtude ja välte-eelistuse seosed ei osutunud oluliseks ( $p > 0,05$ ). Ülejäänud kaks kolmandikku hääldusjuhtudest, kus erinevus osutus oluliseks, jagunesid peaaegu võrdselt kaheks: 13 hääldusjuhu puhul hindas suurem osa vältemäärajatest sõna just kontekstis kuulduna oma välte-eelistusega sarnasemalt (vt joonis 4 vasakpoolsed tulbad) ja 14 hääldusjuhu puhul hindas suurem osa vältemäärajatest sõna kontekstita kuulduna oma välte-eelistusega sarnasemalt. Seega ei leidnud kinnitust eeldus, et kuulajad hindaks kontekstis kuulnud hääldusjuhu vältet sarnasemalt oma välte-eelistustele kui kontekstist väljalõigatud hääldusjuhu vältet.



**Joonis 4.** Kuulajate välte-eelistuste seos hääldusjuhu vältemääranguga olenevalt sellest, kas hääldusjuhtu kuulati kontekstis või mitte

### 3.4. Vältemäärajate murdetausta mõju vältetajule

Kas testis osalejate murdetaust võis mõjutada nende vältetaju? Selle kontrollimiseks kasutasime Pearsoni  $\chi^2$ -testi.

**Tabel 1.** Murdepiirkonnad, kust pärit inimesed tajusid varieeruva vältega sõnu erinevalt

Sõnad	Eitusviisid		
	üksiksõnana	lauses	sünteeshäälega lauses
<i>hirmus</i>		lääne, saarte, Tartu	
<i>keiserlik</i>	saarte, Võru		
<i>meetod</i>			saarte, Võru
<i>teaduslikes</i>			kirderanniku, Võru
<i>eile</i>	Tartu	kirderanniku, Tartu, Võru	kirderanniku, Tartu, Võru
<i>ilmetu</i>	kirderanniku		
<i>nõiduslik</i>		kirderanniku, Võru	
<i>ungarlane</i>		Võru	
<i>ümbrikus</i>	kirderanniku		

Tajutestides osales 216 inimest kuuest Eesti murdepiirkonnast: 125 oli keskmurde alalt, 28 Tartu, 25 läänemurde, 11 Võru murde, 10 saarte murde ja 7 kirderannikumurde alalt. Mulgi murde ja idamurde piirkonnast pärit inimesi testis ei osalenud ning 10 osalejat ei osanud või soovinud oma päritolupiirkonda täpsustada. Iga erinevas kontekstis esitatud testsõna vältehinnangute kohta tehti  $\chi^2$ -test, et tuvastada katseisikute võimalikku seost murdetaustaga, st kas mingist murdepiirkonnast pärit inimesed tajuvad varieeruva vältega sõnu teistest erinevalt. Tabelis 1 on näha, et peaaegu kõigi sõnade vältehinnanguis on eri esitusviiside korral murdetausta mõju märgatav. Testsõna *eile* puhul mängib murdetaust rolli kõigil juhtudel. Sõltumatuse  $\chi^2$ -test näitab, et mõne murdeala inimesed tajusid testsõnade välteid teisiti kui muudest piirkondadest pärit osalejad, nt lauses esitatud sõna *hirmus* hääldusjuhte tajusid lääne-, saarte ja Tartu murde taustaga inimesed teistest oluliselt erinevalt. Kuna umbes pool testis osalejatest oli pärit keskmurde alalt, siis toimus võrdlus suures osas keskmurde tulemustega. Sõltumatuse  $\chi^2$ -test ei näita murdealade sarnasust, nt üksiksõnana esitatud sõna *keiserlik* hääldusjuhtude välteid tajusid saarte ja Võru murde taustaga testitavad teistest erinevalt, aga nad võisid eelistada ka erinevaid välteid. Kõige enam eristusid teiste osalejate määrangutest Võru murde (7 juhtu) ja kirderannikumurde (6 juhtu) piirkonnast pärit inimeste vältehinnangud. Põhiosa erinevusi seisnes selles, et Võru murde ja kirderannikumurde taustaga inimesed eelistasid hääldusjuhtude hinnangutes enam kolmandat vältet.

### 3.5. Hääldusjuhtude akustiline analüüs ja seosed tajutesti hinnangutega

Akustilise analüüsi eesmärgiks oli hinnata, millised akustilised tunnused on hääldusjuhtude vältete eristamisel olulised ja millised neist korreleeruvad tajutesti tulemustega. Akustiline analüüs tehti vokaalikeskse vältemalliga (*keiserlik*, *teaduslik*, *eile*, *nõiduslik*) ja konsonandikeskse vältemalliga (*hirmus*, *kaitsetu*, *meetod*, *ilmetu*, *ungarlane*, *ümbrikus*) hääldusjuhtudele eraldi. Vältevastanduse akustiliste tunnustena valiti välja kolm potentsiaalset akustilist parameetrit:

- a) rõhulise silbiriimi ja rõhuta silbi tuuma kestussuhe<sup>2</sup>;

<sup>2</sup> Testsõnad olid diftongikesksed struktuuridega [C]VVCV vs. [C]VV:CV ja konsonantühendi- või geminaadikesksed struktuuridega [C]V[V]CCV vs. [C]V[V]CCV

- b) põhitooni kontuuri tipu asukoht pearõhulises silbis<sup>3</sup>;
- c) intensiivsuse kontuuri tipu asukoht pearõhulises silbis<sup>4</sup>.

Esimesed kaks parameetrit on klassikalised völdete eristamise tunnused. Intensiivsuse kontuuri iseloomustamiseks kaasati analüüsi parameetriks intensiivsuse maksimumi asend pearõhulises silbis. Ehkki intensiivsust on völdete kontekstis peetud ka põhitooni varieerumise kaasnöhtuseks, näitas hiljutine intensiivsuse uurimus, et sõnatasandil sõltuvad völteastmete eristamisel intensiivsuse parameetrid põhitoonist vähe (Sahkai, Mihkla 2019), mistõttu kaasati intensiivsuse parameeter lisaks.

Kõnesüntesaatorite väljundkõne ja keelejuhtide loetud laused segmenteeriti automaatselt, kasutades veebiteenust WebMAUS Basic (Schiel 2015), aga testsõnade häälikupiire kontrolliti käsitsi Praati keskkonnas (Boersma, Weenink 2018). Kõigi kolme parameetri vöärtused mõõdeti ja arvatati Praati skripti alusel. Statistiliseks analüüsiks kasutati statistika-programmi SYSTAT 13.

### **3.6. Lausekontekstis ja -kontekstita hääldusjuhtude taju ja selle seosed akustiliste tunnustega**

Keelejuhtide ettelõetud 40 erinevat hääldusjuhtu esitati kuulajatele kahel viisil: lausekontekstis ja lausest väljalõigatuna. Tajutestidel saadi kokku 4340 völtehinnangut lausekontekstis hääldusjuhtude ja sama palju kontekstita hääldusjuhtude kohta.

Lausekontekstis ja kontekstita kuulnud hääldusjuhtude völtehinnangud jagunevad nelja rühma:

- a) II-II: nii lauses kui ka üksiksõnana tajuti hääldusjuhtu teises völtes 1786 korral ehk 41% juhtudel;
- b) II-III: lauses tajuti hääldusjuhtu teises völtes, aga üksiksõnana kolmandas völtes 329 korral ehk 8% juhtudel;

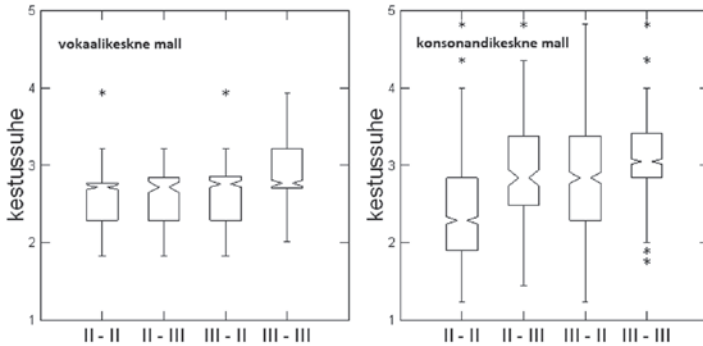
---

ning häälikusegmentide kestustega C1, V11, V12, C21, C22 ja V2. Kestussuhe (KS) arvatati diftongikeskse malliga testsõnades  $KS = (V11 + V12) / V2$  ning konsonantühendi- või geminaadikeskse malliga testsõnades  $KS = (V11 + V12 + C21) / V2$ .

<sup>3</sup> Põhitooni tipu asukoht esitati protsendina rõhulise silbi kestusest, st (tipu asukoht silbi algusest / silbi kestus)  $\times$  100.

<sup>4</sup> Intensiivsuse tipu asukoht esitati protsendina rõhulise silbi kestusest, st (tipu asukoht silbi algusest / silbi kestus)  $\times$  100.

- c) III-II: lauses tajuti hääldusjuhtu kolmandas vältes, aga üksiksõnana teises vältes 1057 korral ehk 24% juhtudel;
- d) III-III: nii lauses kui ka üksiksõnana tajuti hääldusjuhtu kolmandas vältes 1168 korral ehk 27% juhtudel.

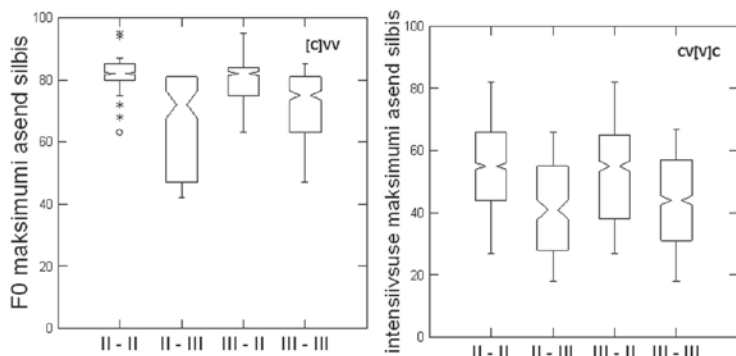


**Joonis 5.** Kestussuhted vokaali- ja konsonandikeskse malliga hääldusjuhtudes (II-II hääldusjuhte tajuti nii lauses kui ka üksiksõnana 2. vältes, II-III hääldusjuhte tajuti lauses 2. vältes ja üksiksõnana 3. vältes, III-II hääldusjuhte tajuti lauses 3. vältes ja üksiksõnana 2. vältes, III-III hääldusjuhte tajuti nii lauses kui ka üksiksõnana 3. vältes)

Lauses väljalõigatud hääldusjuhte kuulates kontekst puudub ja vältetaju peaks mõjutama vaid sõna akustilised parameetrid. Joonisel 5 on toodud hääldusjuhtude kestussuhte karpdiagrammid tajutestide hinnangute põhjal (hääldusjuhu komplekshinnang lauses ning üksiksõnana). Jooniselt 5 näeme, et vokaalikeskse malliga hääldusjuhtude esimese kolme liigituse jaotuste kestussuhted erinevad üksteisest minimaalselt (keskmised: II-II – 2,62; II-III – 2,65; III-II – 2,72; III-III – 2,89). Põhjus, miks ligi neljandik vokaalikeskse malliga hääldusjuhte hinnati lauses kolmandavälteliseks, aga üksiksõnade tajutestides teisevälteliseks, võib peituda kestussuhte III-II ja III-III olulises erinevuses ( $F[1, 850] = 24,5; p < 0,0005$ ), st III-II liigitusega hääldusjuhtudes on kestussuhe pigem II-II rühma sarnane. Lauses teisevältelisena tajutud hääldusjuhtude, aga üksiksõnade tajutestil kolmandasse vältesse hinnatud vokaalikeskse malliga hääldusjuhtude erinevus pole kestussuhte põhjal II-II ja II-III rühma vahel oluline ( $F[1, 882] = 0,925; p = 0,3374$ ). Konsonandikeskse malliga hääldusjuhtude põhivältekestussuhte väärtused on tajutesti hinnangute liigituse



põhjal rohkem erinevad (keskmised vastavalt: II-II – 2,38; II-III – 2,89; III-II – 2,90; III-III – 3,25). Mõlemas huvipakkavas liigituspaaris on hääldusjuhtude kestussuhete erinevused statistiliselt olulised: II-II vs. II-III ( $F[1, 1229] = 70,7$ ;  $p < 0,0005$ ) ja III-II vs. III-III ( $F[1, 1371] = 67,9$ ;  $p < 0,0005$ ).

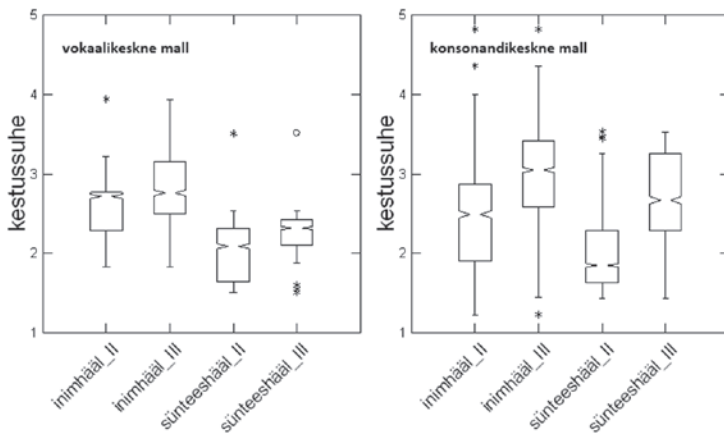


**Joonis 6.** Põhitooni- ja intensiivsuskontuuri maksimumi suhtelised asendid protsentides (0% – maksimum on silbi alguses, 100% – maksimum on silbi lõpus) hääldusjuhtude [C]VV- ja CV[V]C-struktuuriga pearõhulistes silpides. Hääldusjuhtude liigitus tajutestide hinnangute põhjal (II-II hääldusjuhte tajuti nii lauses kui ka üksiksõnana 2. vältes, II-III hääldusjuhte tajuti lauses 2. vältes ja üksiksõnana 3. vältes, III-II hääldusjuhte tajuti lauses 3. vältes ja üksiksõnana 2. vältes, III-III hääldusjuhte tajuti nii lauses kui ka üksiksõnana 3. vältes).

Kestussuhetele lisaks olid tajutesti hinnangute liigituses akustilistest tunnustest olulised põhitooni maksimumi asend hääldusjuhu pearõhulises silbis vokaalikeskse malliga sõnades ja intensiivsuse maksimumi asend hääldusjuhu pearõhulises silbis konsonandikeskse malliga sõnades. F0 maksimumi asendite erinevused CV[V]C-silbistruktuuris ja intensiivsuse maksimumi asendite erinevused [C]VV-silbis olid olulised vaid II-II ja III-III vältehinnangute rühma vahel, aga mitte II-II ja II-III rühma ning III-III ja III-II rühma vahel, mis võiks selgitada vältehinnangute muutust. Joonisel 6 on toodud põhitooni ja intensiivsuse maksimumi asendi karpdiagrammid [C]VV- ja CV[V]C-silbistruktuurides, põhitooni tipu asendi keskmised väärtused rõhulises silbis jäävad kõigil juhtudel silbi teise poolde: II-II – 82%, II-III – 64%, III-II – 80%, III-III – 73%, aga teises

vältes (II-II ja III-II) on nad hilisemad kui kolmandas vältes (III-III ja III-II). Vokaalikeskse malliga üksiksõnade hinnangutes tajutud välte muutust toetas põhitooni asendi paiknemise väärtuste oluline erinevus: II-II vs. II-III ( $F[1, 882] = 422,7; p < 0,0005$ ) ja III-II vs. III-III ( $F[1, 850] = 135,0; p < 0,0005$ ), st teisevältelisena tajutud üksiksõnades oli põhitooni maksimumi asend silbi viimases veerandis ja kolmandavältelisena tajutud hääldusjuhtudes silbi kolmandas veerandis. Sama tendentsi võib täheldada ka intensiivsuse maksimumi asendi paiknemise puhul pearõhulises silbis konsonandikeskse malliga hääldusjuhtudes. Intensiivsuse maksimumi asendid paiknesid silbi keskosa ümbruses, keskmiste väärtustega II-II – 55%, II-III – 42%, III-II – 51%, III-III – 45%. Jällegi oli teisevältelisena tajutud üksiksõnades maksimumi asend enam silbi teises pooles ja kolmandavältelisena tajutud testsõnades enam pearõhulise silbi esimeses pooles, oluliste erinevustega asendi väärtustes: II-II vs. II-III ( $F[1, 1229] = 119,6; p < 0,0005$ ) ja III-II vs. III-III ( $F[1, 1371] = 49,8; p < 0,0005$ ).

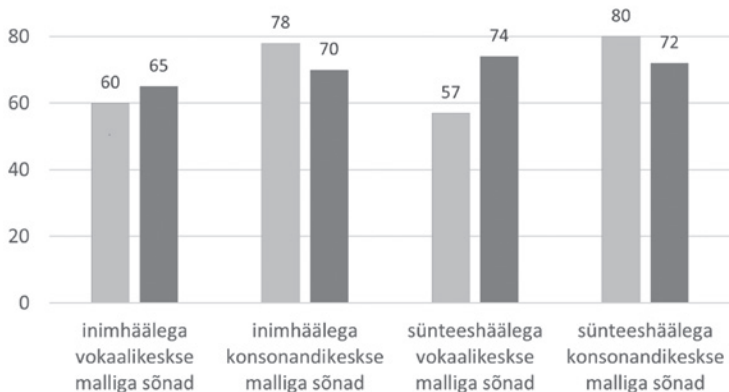
### 3.7. Inim- ja sünteeshäälega ette loetud hääldusjuhtudele antud vältetähtsuste seosed akustiliste tunnustega



**Joonis 7.** Kestussuhted inim- ja sünteeshäälega kõnes varieeruva vältega vokaali- ja konsonandikeskse malliga sõnades tajutestide vältetähtsuste põhjal

Joonisel 7 on inim- ja sünteeshäälega loetud hääldusjuhtude vältehinnangute põhjal teise- ja kolmandavälteleks jaotatud kestussuhete karpdiagrammid. Näeme, et üldiselt on sünteeshäälega kõnes hääldusjuhtude rõhulise silbiriimi ja rõhuta silbi tuuma kestussuhete väärtused väiksemad kui inimhäälega kõnes. Kui vokaalikesksete sõnade hääldusjuhtudes on inimhääle korral vältehinnangutes teise välte keskmine kestussuhte väärtus 2,62 ja kolmandas vältes 2,78 olulisuse erinevusega ( $F[1, 1734] = 52,4$ ;  $p < 0,0005$ ), siis sünteeskõnes on vastavad väärtused teises vältes 2,04 ja kolmandas vältes 2,39 ( $F[1, 2168] = 418,3$ ;  $p < 0,0005$ ). Konsonandikeskse malliga testsõnades on inimhääles kestussuhete keskmised teises vältes 2,46 ja kolmandas vältes 3,09 ( $F[1, 2602] = 427,5$ ;  $p < 0,0005$ ) ja sünteeshääles on keskmised kestussuhted teises vältes 2,03 ja kolmandas vältes 2,71 ( $F[1, 3253] = 1134,0$ ;  $p < 0,0005$ ). Ehkki sünteeshääles tunduvad kestussuhete jaotused kompaktsemad (nt vokaalikeskse malliga sõnades kolmanda välte jaotused) ja on pisut väiksema standardhälvega (nt inimhäälega kõnes on kolmandas vältes standardhälve 0,43 vs. sünteeshäälega kõnes 0,33), siis variatiivsuskordajate väärtustes inim- ja sünteeshäälega kõnes olulisi erinevusi ei ole, kestussuhete kordajate väärtused jäävad vahemikku 16,4–19,2%.

Millist rolli mängisid akustilised parameetrid inim- ja sünteeskõne tajutesti vältehinnangute klassifitseerimisvõimes, on toodud joonisel 8.



**Joonis 8.** Klassikalisel diskriminantanalüüsil väldete klassifikatsioonivõimed (helehall tulp – II välde, tumehall tulp – III välde) akustiliste parameetrite alusel inim- ja sünteeshäälega kõnes vokaali- ja konsonandikeskse malliga sõnades

Üldise tendentsina konsonandikeskse malliga sõnade hääldusjuhtude klassifitseerimisel olid akustilised parameetrid olulisemad kui vokaalikeskse malliga sõnades, klassifitseerimisvõime vastavalt 70–80% vs. 57–74%. Diskriminantanalüüsil oli üldine klassifitseerimistäpsus inimhäälega kõnes vahemikus 62–74% ja sünteeshäälega kõnes 66–77%. Vokaalikeskse malliga sõnades eristati akustiliste tunnustega pisut paremini kolmandat vältet teisest (65% vs. 60% ja 74% vs. 57%), konsonandikeskse malliga sõnades eristus diskriminantanalüüsil aga teine vältet kolmandast paremini (78% vs. 70% ja 80% vs. 72%). Kokkuvõtvalt võib varieeruva välttega sõnade akustiliste tunnuste alusel klassifitseerimisvõimet hinnata mõõdukaks, see jääb vahemikku 57–80%.

#### 4. Järeldused ja arutelu

**Esiteks** leiti, et tajustes osalejate vältemäärangud ei olnud ühtsed. Kõigist inimhäälega loetud hääldusjuhtudest vaid 57% ja sünteeshäälega loetud hääldusjuhtudest 70% olid sellised, mille puhul vähemalt kaks kolmandikku vältemäärangutest ehk 67% olid samal arvamusel. Võrdluseks olgu lisatud, et isoleeritult üksiksõnana hääldatud kontrollsõnade vältet määramisel oli ühtsus 99%. Osaliselt võis varieeruvate vältemäärangute põhjuseks olla see, et valides lugemiseksperimentist tajukatsesse hääldusjuhte, eelistati juba selliseid, mille algsel määramisel oli tekkinud raskusi, st mida kaks vältemäärangut olid erinevalt määratud (vt Kalvik, Piits 2017). Siiski ei saa see olla peamine põhjus, sest ka sünteeskõne hinnangutes saavutati üksmeel vaid 70% hääldusjuhtude puhul ning sünteeskõne näidete hulka ei olnud ambivalentsemaid hääldusjuhte eraldi valitud.

Peamine põhjus, miks kontrollsõnade vältemäärangud ollakse ühtsed, aga uuritavate sõnade vältemäärangud mitte, on aga arvatavasti see, et kontrollsõnad olid hääldatud üksikute sõnavormidena, aga varieeruva välttega sõnad hääldati lausekontekstis. Kui üksiksõnana hääldades on välttevastandus kontrastsem, siis loomulikumas lausekontekstis ei pruugi vältetunnused nii iseloomulikult avalduda. Näiteks spontaanse kõne põhjal tehtud vältteuringust (Asu jt 2009) on selgunud, et vältet realiseerumist mõjutavad nii sõna positsioon lauses, selle rõhulisus kui ka lause intonatsioon.

**Teiseks**, iga sõna erinevatele hääldusjuhtudele antud hinnangud võrreldes selgus, et sünteeshäälega loetud sõnadele antud hinnangud

olid ühtsemad (viiest hääldusjuhust neli hinnati enamasti samasse vältesse kuuluvaks), aga inimhäälega loetud sõnadele antud hinnangud olid varieeruvamad (iga sõna mõni hääldusjuht oli kolmandas ja mõni teises vältes). Seda võiski eeldada, sest kõik katsesse võetud sõnad olid sellised, mille puhul hääldus varieerubki isikuti. Sünteeshäälele antud hinnangute kobaratesse koondumine näitab, et iseõppivad tekst-kõne-sünteesi tehnikad õpivad välteid sarnaselt genereerima.

**Kolmandaks**, testis osalejate häälduseelistuste ja osalejate vanuse vahel ilmnis seos vaid sõna *eile* puhul, üle kolmandiku noori hääldaks sõna *eile* kolmandas vältes, üle 35-aastaste hulgas eelistas kolmandavälteist hääldust vaid iga kaheksas testis osaleja. Teiste sõnade puhul vanuse ja häälduseelistuse vahel seost ei ilmnenu, mistõttu ei saa öelda, et teiste uuritud sõnade puhul oleks näha muutumistrendi.

**Neljandaks**, murdetaust mõjutas sõnade hääldusjuhtude vältetaju mõõdukal määral. Kõige rohkem eristusid Võru murde ja kirderannikumurde piirkonnast pärit inimeste vältehinnangud, nemad eelistasid osa sõnade hääldusjuhtude hinnangutes enam kolmandat välde. Kirderannikumurde taustaga keelejuhtide eristuvate tulemuste taga võib olla murdele iseloomulik kolme välte kontrasti puudumine (Asu jt 2016: 13). Teise ja kolmanda välte vaheline hääldus on üks selle murde elujõulisemaid tunnusoone (vt Kalvik 2005), mis võib esineda ka tänapäeval ning mõjutada vältetaju. Võru murdealalt pärit inimeste kohta on varem selgunud, et nad enamasti ei kasuta väldete eristamisel põhitoonikontuuri (Lippus, Pajusalu 2009), mis võib olla üheks põhjuseks, miks nad välteid teisiti tajusid.

**Viiendaks**, kontekstis ja kontekstita kuulnud hääldusjuhte tajuti erinevalt. Selgus tendents, et kui hääldusjuhtu kuulati kontekstis, siis hinnati ta sagedamini kolmandavälteiseks kui sama sõna kontekstita kuuldes. Ligi neljandik hääldusjuhtudest hinnati lauses kuulduna kolmandavälteiseks, aga üksiksõnana kuuldes tajuti neid teisevälteiseks, kujuures keelesuhete väärtused (diftongikesksetes sõnades 2,72 ja konsonantühendiga sõnades 2,90) olid neil sõnadel eri välteuurimuste andmete põhjal (Asu jt 2016:136) pigem kolmandale vältele omased. Diana Krulli (1998) tehtud katsed spontaanselt kõnest eraldatud sõnadega, mille tähendus muutub vältega, näitasid, et kuulajatel oli raskusi just kolmanda välte äratundmisel, kui puudus kontekst. Seega võikski arvata, et pigem oli tegu kolmandavälteist hääldusjuhtudega, mida hindajad ilma kontekstita pidasid ka teisevälteiseks. Krulli sõnul võib kontekst välte määramisel pakkuda nii

semantilist tuge (nt vältevahelduslike sõnade puhul aitab kontekst määrata, kummas vältes sõnavormi mõeldakse) kui ka foneetilist abi, st lause üldine kõnetempo aitab paremini määrata ka uuritud sõna välde (Knull 2006). Üksiksõnade vältehinnangu muutust võis lisaks lause konteksti puudumisele mõjutada ka põhitoonitipu asend silbis, mis jääb küll mõlemas vältes rõhulise silbi teise poolde, aga teises vältes on see hilisem kui kolmandas vältes.

**Kuuendaks**, varieeruva vältega vokaalikeskse malliga sõnades erinesid inimkõnes rõhulise ja rõhuta silbi riimide kestussuhted välteti üksteisest väga vähesel määral, keskmine väärtus teises vältes oli 2,62 ja kolmandas vältes 2,78. Kolme eelneva analoogilise uurimuse (Eek 1975; Lippus 2011; Lippus jt 2013) keskmised tulemused on andnud vokaalikeskses mallis teise välte kestussuhte väärtuseks 1,93 ja kolmandas vältes 3,13. Kõrvutades neid väärtusi käesoleva uurimuse tulemustega, jääb mulje, et keelejuhid *a priori* hääldasid sõnade kestussuhteid teise ja kolmanda välte vahelisena või pigem kolmanda välte poolsena ning testis osalejad pidid teiste akustiliste tunnuste või lause konteksti põhjal väldeid määrama. Sünteeskõnes, mille keelemudelid on kõnekorpuste põhjal treenitud, olid vokaalikeskse malliga sõnade hääldusjuhtude kestussuhte väärtused (II vältes 2,04 ja III vältes 2,39) eriti teises vältes kindlalt paigas ja teiste uurimustega enam kooskõlas. Konsonandikeskse malliga sõnade hääldusjuhtudes olid inimkõnes kestussuhete keskmised väärtused teises vältes 2,46 ja kolmandas vältes 3,09. Võrreldes neid väärtusi kolme analoogilise uurimuse andmete keskmistega (II vältes 2,02 ja III vältes 3,29), olid kolmanda välte kestussuhted üpris sarnased ja vaid teise välte väärtused teise ja kolmanda välte vahepealsed. Sünteeskõne konsonandikeskse malliga sõnade hääldusjuhtudes olid keskmised kestussuhted (II vältes 2,03 ja III vältes 2,71), mis andsid hinnangutele hea aluse just teise välte määramiseks.

**Seitsmendaks**, varieeruva vältega sõnade kolmel akustilisel tunnusel (kestussuhe, põhitooni- ja intensiivsuskontuuri maksimumi asend pearõhulises silbis) põhinev välte klassifikatsioonivõime jäi mõeldukale tasemele (vahemikku 57–80%). Akustiliste parameetrite väärtuste põhjal olid paremini eristatavad konsonandikeskse malliga sõnade välted. Samuti oli sünteeshäälega kõne välde klassifikatsioonivõime akustiliste tunnuste põhjal pisut kõrgemal tasemel kui inimhäälega kõnes.

**Kokkuvõtteks** võib öelda, et kuigi Hint (1968: 70) eeldas, et teise ja kolmanda välte kontrasti funktsionaalsel neutraliseerumisel morfoloogias

tekivad teise- ja kolmandaväitelised paralleelvormid, mitte ei teki teise ja kolmanda välte vahepealset hääldust, siis varieeruva vältega sõnade hääldusjuhtudele antud hinnanguid analüüsides on näha, et tekkinud on just sellised vahepealsed variandid. Hääldusjuhtude vältetäringud eriti inimhäälega kõnes varieerusid suurel määral ega olnud alati välte akustiliste tunnuste väärtustega kooskõlas. Võib järeldada, et teatud kontekstides välde neutraliseerub, eriti juhtudel, kus tal puudub tähendust eristav funktsioon nagu meie uurimusse kaasatud sõnavormide *eile*, *hirmus*, *ilmetu*, *kaitsetu*, *keiserlik*, *meetod*, *nõiduslik*, *teaduslikes*, *ungarlane* ja *ümbrikus* puhul.

### Kirjandus

- Asu, Eva Liina, Pärtel Lippus, Pire Teras, Tuuli Tuisk 2009.** The realization of Estonian quantity characteristics in spontaneous speech. – Nordic Prosody. Proceedings of the Xth Conference, 49–56.
- Asu-Garcia, Eva Liina, Pärtel Lippus, Karl Pajusalu, Pire Teras (eds.) 2016.** Eesti keele hääldus. (= Eesti keele varamu II.) Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Boersma, Paul, David Weenink 2018.** Praat: doing phonetics by computer. [Arvutiprogramm.]
- Eek, Arvo 1975.** Observations on the durations of some word structures. – Estonian papers in Phonetics 4. Tallinn: Academy of Sciences of the Estonian SSR, Institute of Language and Literature, 7–54.
- Hint, Mati 1968.** Ortoeopia normeerimise probleeme. – Keel ja struktuur 2. Töid struktuuralse ja matemaatilise lingvistika alalt. Tartu: Tartu Riiklik Ülikool, 2–123.
- Kalvik, Mari-Liis 2005.** Välded muutuvus rannikumurdes. – Keel ja Kirjandus 3, 209–222.
- Kalvik, Mari-Liis, Liisi Piits 2017.** Varieeruva vältega sõnad: häälduseelistused ja määramisraskused. – Mäetagused 68, 83–100. [https://doi.org/10.7592/MT2017.68.kalvik\\_piits](https://doi.org/10.7592/MT2017.68.kalvik_piits).
- Kalvik, Mari-Liis, Liisi Piits 2021.** Fonoloogilise varieerumise kõnekorpus. Speech Corpus of Phonological Variation. Center of Estonian Language Resources. <https://metashare.ut.ee/repository/browse/552d68aa7a9e11e6ba6e4fa163e9d4547e7d7d638cdf042d8a6d39e44d442b01d>.
- Krull, Diana 1998.** Perception of Estonian word prosody. A study of words extracted from conversational speech. – Linguistica Uralica 34 (3), 167–171.

- Krull, Diana 2006.** Väldete tajust eesti keeles. – Eesti Teadusliku Seltsi Rootsis aastaraamat XIII (2000–2003). (= *Annales Societatis Litterarum Estonicae in Svecia XIII.*) Stockholm, 147–154.
- Lee, Albert, Yasuaki Shinohara, Faith Chiu, Tsz Ching Mut 2023.** Perception of vowel and consonant quantity contrasts by cantonese, english, french, and japanese speakers. – Proceedings of the 20th International Congress of Phonetic Sciences, 2477–2481.
- Lippus, Pärtel 2011.** The acoustic features and perception of the Estonian quantity system. (= *Dissertationes Philologiae Estonicae Universitatis Tartuensis 29.*) Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Lippus, Pärtel, Eva Liina Asu, Pire Teras, Tuuli Tuisk 2013.** Quantity-related variation of duration, pitch and vowel quality in spontaneous Estonian. – *Journal of Phonetics* 41(1), 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2012.09.005>.
- Lippus, Pärtel, Karl Pajusalu 2009.** Regional variation in the perception of Estonian quantity. – *Nordic Prosody. Proceedings of the Xth Conference.*
- Meister, Lya 2011.** Eesti vokaali- ja kestkategooriad vene emakeelega keelejuhtide tajus ja häälduses. Eksperimentaalfoneetiline uurimus. (= *Dissertationes Philologiae Estonicae Universitatis Tartuensis 30.*) Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus. <https://dspace.ut.ee/handle/10062/18924>.
- Meister, Lya, Einar Meister 2012.** Aktsendikorpus ja võõrkeele aktsendi uurimine. – *Keel ja Kirjandus* 8–9, 696–714. <https://doi.org/10.54013/kk658a10>.
- Pajusalu, Karl 2022.** Prosody. – *The Oxford Guide to the Uralic Languages.* Ed. by Marianne Bakró-Nagy, Johanna Laakso, Elena Skribnik. 1st edn. Oxford University Press, 868–878. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198767664.003.0043>.
- Päll, Peeter 1986.** Eesti noomeni silbistruktuur ja aktsent: [ettekanne] soomeeesti kontrastiivseminaril (Helsingi, 1986). – *Ars Grammatica KKI-44.* Tallinn: Eesti NSV TA ühiskonnateaduste osakond.
- Piits, Liisi, Mari-Liis Kalvik 2021.** Fonoloogiline varieerumine eesti keeles kolme nähtuse näitel. Emakeele Seltsi aastaraamat 66 (2020). Peatoim. Mati Ereht. Tallinn: Teaduste Akadeemia Kirjastus, 177–201. <https://doi.org/10.3176/esa66.08>.
- Ping, Wei, Kainan Peng, Andrew Gibiansky, Sercan O. Arik, Ajay Kannan, Sharan Narang, Jonathan Raiman, John Miller 2017.** Deep Voice 3: Scaling Text-to-Speech with Convolutional Sequence Learning. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1710.07654>.
- Sahkai, Heete, Meelis Mihkla 2019.** Intensiivsus, rõhk ja välde eesti keeles. – Eesti ja soome-ugri keeleteaduse ajakiri. *Journal of Estonian and*



- Finno-Ugric Linguistics 10 (1), 191–210. <https://doi.org/10.12697/jeful.2019.10.1.10>.
- Schiel, Florian 2015.** A statistical model for predicting pronunciation. – ICPHS 2015 Proceedings. <http://www.internationalphoneticassociation.org/icphs-proceedings/ICPhS2015/proceedings.html>.
- Vainio, Martti, Stig-Arne Grönroos, Peter Smit, Antti Suni, Oliver Watts 2014.** Deliverable D2.2. Description of the final version of the new front-end. [https://simple4all.org/wp-content/uploads/2014/11/Simple-4All\\_deliverable\\_D2.2.pdf](https://simple4all.org/wp-content/uploads/2014/11/Simple-4All_deliverable_D2.2.pdf).

Liisi Piits  
Eesti Keele Instituut  
Roosikrantsi 6  
10119 Tallinn  
[Liisi.Piits@eki.ee](mailto:Liisi.Piits@eki.ee)

Meelis Mihkla  
Eesti Keele Instituut  
Roosikrantsi 6  
10119 Tallinn  
[Meelis.Mihkla@eki.ee](mailto:Meelis.Mihkla@eki.ee)

## Perception and acoustics of words with a variable quantity degree

LIISI PIITS, MEELIS MIHKLA

Acoustically as well as perceptually, Estonian quantity degrees are a complex phenomenon, depending on durational differences, pitch contour, intensity, sentence context, etc. The aim of the article is to find out how much variation there is in the perception of quantity degrees, what causes the variation, and how perception correlates with the acoustic features of quantity degrees. To achieve this goal, we conducted a perception test with 216 participants in which the participants were asked to evaluate which quantity degree (second or third) they heard in the word. Each word was pronounced with four different human voices and five different syntactic voices, and the same pronunciation case was asked to evaluate with and without the sentence context.

Quantity degree perception varies from person to person, and listeners themselves often change their determination depending on whether they heard the word in or out of context. The listener's own quantity degree preference has no more influence on the assignment of a pronunciation heard in the context of a sentence than on the assignment of a pronunciation heard out of context. A word heard in context is perceived more in the third quantity degree than the same word heard out of context. The listener's dialectal background may in some cases be important for quantity degree discrimination. In human voiced speech, the values of the acoustic features varied widely, with the mean values of the basic quantity degree duration ratio being more characteristic of the third quantity degree. In synthetic speech, quantity degree ratings were more in line with acoustic feature values. The quantity degree classification ability on the basis of the acoustic features was moderate.

**Keywords:** Estonian, pitch, perceptual test, human speech, synthetic speech