

TÄNAPÄEVA EESTI KIRJAKEELE UURIMINE

FONEETIKA

JAAN ROSS, PIRE TERAS, EVA LIINA ASU, ARVO EEK,
DIANA KRULL, ILSE LEHISTE, EINAR MEISTER, MEELIS
MIHKLA, MERIKE PARVE, MART RANNUT

Sissejuhatus. Valdonna piiritlus. Lühike ajalooline ülevaade valdkonnas tehtust

Teise maailmasõja järel on olnud eesti keeleteadlaste hulgas foneetikast esmaste arusaamade kujundajaks Paul Ariste „Eesti foneetika” (1946 ning mitu parandatud ja täiendatud kordustrukki pealkirjaga „Eesti keele foneetika”). Ariste annab oma raamatus ülevaate eesti keele foneetika uurimise ajaloost, inimese hääldusorganitest ja kuulmissüsteemi ehitusest, peamistest häälikutüüpidest, eesti keele häälikusüsteemist, prosoodiast, soome-ugri keelte foneetilisest transkriptsioonist jm. Eriti hinnatavaks teeb Ariste teose rohkete tähelepanekute esitamine eesti ühiskeelest erinevate foneetiliste iseärasuste kohta murretes ja kõnekeeles. „Eesti foneetika” on käibinud peamise selle ala õppevahendina kõrgkoolides kuni 1990. aastate alguseni, mil sellele lisandus soome keelest tõlgitud Kalevi Wiigi „Foneetika alused” (1991, tõlkinud ja kohandanud Jüri Valge).

Ariste foneetikakäsitluse (1946) näol on tegu õpikuga, kus kirjeldatakse tol ajal tuntud eksperimentaalsete uurimismeetodeid, kuid mitte alati ei esitata kvalitatiivsetele väidetele toetuseks kvantitatiivseid kinnitusi. Tõsi, Aristel oli kasutada suur hulk palatogramme, mille alusel ta kirjeldas häälikute kvaliteeti. Ta kasutas ka kümogramme, mille alusel tegi järeldusi nasalisatsioon, häälikute kestuse jms kohta. Foneetika ongi aja jooksul arenenud just eksperimentaalsemas suunas. Kõnesignaali iseloomu ja sellega seonduvat püütakse kirjeldada mõõtmiste alusel ning kasutada loodusteadustele omast paradigmat (foneetika kui „kõnefüüsika”). Sel viisil nähtuna foneetika pigem vastandub fonoloogiale kui hõlmab seda. Ariste ettekujutus foneetika ja fonoloogia vahekorra kohta oli pisut teistsugune: ta määratles oma raamatus fonoloogiat ühe osana foneetikast (Ariste 1946: 4–5). Ettekujutus foneetika ja fonoloogia vahelisest tihedast seosest on Eestis püsima jäänud tänaseni. Eksperimentaalfoneetika alal on Eestis teadaolevalt esimene töö tehtud va-

hetult enne Esimest maailmasõda (Kettunen 1913). Kahe maailmasõja vahelisel perioodil uuris Tartu Ülikooli õppejõud Willi Peters (nt 1926, 1927a, 1927b) uuris mõõtmiste alusel lauseintonatsiooni eestikeelses kõnes, k.a luule lugemisel (1929). Eksperimentaalfoneetika, sh artikulaatorse foneetika arendamist Tartu Ülikoolis jätkas Ariste (1941, 1943, 1947), kes aga pärast Teist maailmasõda rohkem keskendus fennougristikale. Eksperimentaalfoneetika kestvast arengust Eestis saame rääkida alates 1965. aastast, mil Tallinnas asutati Keele ja Kirjanduse Instituudi soome-ugrikeeelte sektori koosseisus eksperimentaalfoneetika labor. 1978. a liideti labor vast loodud arvutuslingvistika sektoriga, 1992. a aga (Tallinna Tehnikaülikooli koosseisus tegutseva) Küberneetika Instituudiga, kus see kannab foneetika ja kõnetehnoloogia labori nimetust.

Eksperimentaalfoneetikute (Georg Liiv, Arvo Eek, Kullo Vende, Mart Rimmel jt) üheks eesmärgiks on alati olnud seostada end võimalikult tihedalt muus maailmas viljeldava üldkeeleteadusega, et eesti keele uurimine ei piirduks lokaalsete raamidega. Mitmed eesti eksperimentaalfoneetikute tööd on ilmunud ainult võõrkeeltes. 1972–1985 andis Keele ja Kirjanduse Instituut välja ingliskeelset aastakirja „Estonian Papers in Phonetics” (toimetaja Arvo Eek), mis oli laboris tehtava uurimistöö peamiseks trükiväljundiks. Ka väitekirjade koostamisel eelistati eesti keelele võõrkeeli (nt Mart Rimmeli venekeelne kandidaativäitekirja „Eesti keele foneemide süsteemi modelleerimisest”, 1975). Oluliseks rahvusvaheliseks tunnustuseks eesti foneetikute tööle oli XI foneetikateaduste kongressi korraldamine Tallinnas (1987). See kongress on oma mastaapsuselt (ligi tuhat osavõtjat) ja tähenduselt võrreldav Eestis toimunud fennougristika kongressidega.

Eesti foneetika rahvusvahelist mainet on kindlasti aidanud kujundada Ilse Lehiste monumentaalne panus selle teadusharu arengusse. Pagulasena on Lehiste teaduslik tegevus kulgenud Saksamaal ja USAs, foneetika alal suurema osa ajast Ohio osariigi ülikooli keeleteaduse osakonna professorina. Lehiste kui lingvisti haare on olnud väga lai, kuid tema enam kui kümne raamatu ning paarisaja teadusliku artikli seas tõuseb eriti esile monograafia „Suprasegmentaalid” (1970a), mis on pühendatud kõne prosoodiliste tunnuste kirjeldamisele. Lehiste enda sõnul pole tema tööülesannete hulka kunagi kuulunud spetsiaalselt eesti keele foneetika uurimine, kuid ometi leidub tema töodes (alates juba aastast 1960) arvukalt järeldusi eesti keele foneetiliste iseärasuste kohta.

Valdkonna sisu ja probleemid tänapäeval. Mida on uuritud ja mis tase- mel, koos viidetega kirjandusele

Näib, et eesti keele foneetika uurimisel on aja jooksul suuremat tähelepanu pööratud prosoodiale kui segmentaalfoneetikale. Selle peamiseks põhjuseks on asjaolu, et teatavasti on eesti keeles väga omapärane kvantiteedisüsteem, mis pakub üldkeeleteaduse seisukohalt laiemat huvi. Nagu teisteski lääne-

meresoome keeltes, saab eesti keeles leksikaalseid ja grammatilisi erinevusi väljendada ka ainuüksi kvantiteedi abil, muutmata sõna häälikulist koosseisu. Võimalikke kestusastmeid on sealjuures kolm ja neid nimetatakse lühikeseks, pikaks ja ülipikaks (Veske 1879). Selline kolmikjaotus ei ole keelte puhul tavaline (tavalised on binaarsed opositsioonid, nt pikk–lühike, ees–taga, kõrge–madal) ning sobib halvasti üldtunnustatud fonoloogiliste teooriatega (nt Roman Jakobsoni distinktiivtunnuste teooriaga). Paljusid eesti foneetikuid (nt Eek 1980, Krull 2001, Teras 2002) on huvitanud küsimus, kas I (lühikese) välte piir on oma loomult samasugune kui II (pika) ja III (ülipika) välte vaheline piir. Praegu tundub, et see ei ole nii: kui esmavälte-liste sõnade kontrastiivsus teise- ja kolmandavälte-liste sõnadega tugineb akustiliselt vaid kestuserinevustele ning nende tajule kuulaja poolt, siis II ja III välte sõnade eristamisel mängivad lisaks kestuserinevustele rolli ka muud tunnused (nt põhitoonikontuuri kuju, vokaali kvaliteet, energia jaotumise iseloom hääliku spektris).

Eesti kvantiteedi kirjeldamisel on tähtsal kohal kõnesignaali hierarhiline struktuur, s.t selle liigendumine häälikuteks, silpideks, rõhutaktideks (nimetatud ka kõnetaktideks või jalgadeks), sõnadeks jne. Peamine küsimus on siin, millisel nimetatud hierarhia tasandil on kvantiteedinähtusi kõige otstarbekam kirjeldada. Olemasolevate andmete põhjal tundub, et selleks üksuseks ehk vältehaardeks eesti keeles on kahest silbist koosnev takt (Lehiste 1997, Eek, Meister 1997). Esitatud väidet toetab kõige kindlamalt eesti keeles esinev silbiisokroonia nähtus, s.t püüe hoida kaksiksilbi kogupikkus suurtes piirides samasugusena. See tähendab, et sõnaalgulise rõhulise ja sellele järgneva rõhutu silbi suhe on tavaliselt pöördvõrdeline: kui esimene silp on lühike, siis teine silp on (pool)pikk, ning kui esimene silp on (üli)pikk, siis teine silp on lühike. Siiski on mõned uurijad (Hint 1997, 1998) pidanud otstarbekaks eesti kvantiteedi kirjeldamist silbi, mitte rõhutakti tasandil.

Eesti keele intonatsiooni ei ole siiani eriti põhjalikult uuritud. Varasemast ajast on olemas üksikud väikesemõõtmelised uurimused, mis puudutavad eesti keele intonatsiooni eri aspekte, aga paraku on need tehtud väga erineva meetodikaga ja ilma (ühtse) teoreetilise raamistikuta. Sellistest töödest võiks nimetada järgmisi: Peters (1926, 1927a, 1927b), Pöldre (1937), Vende (1973, 1982, 1987) ja Pajupuu (1990). Lühülevaate nende sisust ja peamistest leidudest võib leida Eva Liina Asu 2001. a ilmunud artiklist (Asu 2001a). Lisaks eeltoodule on viimasel ajal eesti keele lauseintonatsiooni uuritud ka eesti keele kõnesüntesaatori (tekst–kõne) tarbeks. Siinkohal võib nimetada Meelis Mihkla, Einar Meistri ja Arvo Eegi ülevaateartiklit eesti keele prosodia modelleerimisest (2000) ning 2002. a Soome foneetikapäeval Espoos esitatatud Krista Kerge, Meelis Mihkla ja Hille Pajupuu tööd *kas*-küsimuste intonatsioonist.

Segmentaalfoneetika osas on eesti keele häälikusüsteemi elemente empiirilise uurimistöö alusel kirjeldanud Georg Liiv („Eesti keele pearõhulised monoftongid”, 1962) ja Arvo Eek („Eesti sonoorsete konsonantide artikulatsioon”, 1971) oma kandidaadiväitekirjades. Eri häälikuliikidega on artikula-

toorsest, akustilisest ja pertseptiivsest aspektist tegelnud mitmed autorid, kuid kokkuvõtlik ülevaatekäsitlus sellest tööst teadaolevalt puudub ning selle koostamine käesoleva ülevaate jaoks oleks liiga töömahukas ülesanne. Eesti keele vokaalide viimast käsitlust vt Eek ja Meister (1994a, 1994b, 1998a) ning sõnaalguliste sulghäälikute viimast käsitlust vt Eek ja Meister (1995, 1996). Häälikühenditest on diftonge uurinud Ilse Lehiste (1970b) ja Hille Pajupuu (Piir 1985), konsonantühendeid Mart Rannut (1986).

Mida parajasti uuritakse (projektid, üksikuurimused)

Foneetika-alase uurimistööga tegeldakse Eestis praegu TTÜ Küberneetika Instituudi foneetika ja kõnetehnoloogia laboris (Arvo Eek, Einar Meister), Tartu Ülikooli eesti ja soome-ugri keeleteaduse osakonnas (Karl Pajusalu, Merike Parve, Pire Teras jt), Eesti Keele Instituudis (Meelis Mihkla, Hille Pajupuu) ning Eesti Muusikaakadeemias (Jaan Ross, Allan Vurma). Aastal 2001 rajati foneetikalabor Tallinna Pedagoogikaülikooli eesti keele kui võõrkeele õppetooli juurde (Mart Rannut, Lya Meister), eesmärgiks eesti keele aktsendi ja hääldusdidaktika uuringud. Väljaspool kodumaad tegeldakse eesti keele foneetika uurimisega Ohio osariigi ülikooli keeleteaduse osakonnas (Ilse Lehiste) ning Stockholmi ülikooli keeleteaduse osakonnas (Diana Krull, Hartmut Traunmüller). Eva Liina Asu kirjutab oma eesti keele prosoodia alast doktoriväitekirja Cambridge'i ülikooli juures (sealne juhendaja Francis Nolan).

TTÜ Küberneetika Instituudi foneetika ja kõnetehnoloogia laboris on viimasel kümnendil olnud foneetilise uurimistöö peamiseks eesmärgiks koostada üliõpilastele mõeldud kokkuvõtlik monograafia „Eesti keele foneetika”. Foneetikaraamatu koostamisele asumisel oli selge, et eesti keele foneetiline uuritus on lünklik. Vähe oli kasutada andmeid häälikute artikulaatorsete ja akustiliste iseärasuste, eriti tajumist mõjutavate auditoor-akustiliste tunnuste kohta. Ka viimase 50 aasta jooksul kõige enam uuritud ala, eesti välde käsitlus jättis soovida oluliste struktuuride piiratud hulgal uurituse tõttu. Vähe teatakse eesti lauseprosoodiast, süntaktiliste seoste foneetiline uurimine pole õieti veel alanudki. Mainitud olukorras on foneetikaraamatu koostamisel tulnud paralleelselt olemasoleval materjalil põhinevate osade kirjutamisega teha täiendavaid mõõtmisi ja tajukatseid puudulikult uuritud või veel uurimata allosade kirjutamiseks. Foneetikaraamatust on käsikirjaliselt praegu valminud umbes pool ja trükivalmis on seatud umbes kolmandik kavatsetavast mahust. Siin esitatakse mõned olulisemad tulemused, mis pakuvad ka laiemat, üldkeeleteaduslikku huvi.

Vokaalide uurimisel selgus (Eek, Meister 1994a, 1994b), et vokaalitüüpide traditsiooniline kirjeldus akustilise hääldusruumi kahe esimese formandi alusel ei ole piisav vokaalitüübi tajumiseks (ja nõnda ka sünteesimiseks). Vokaali kvaliteedi määrab põhijoontes F1

ja tajumehhanismi töödeldud spektri teise maksimumi (F2') paigutus auditoorses ruumis. Just nende tajuprojektsiooni (spektraalse integratsiooni) kahe formandi asukohas paikneb distinktiivne info vokaalide kohta. Vokaalfoneemide tajupiiride määramise katsed on tõestanud, et mentaalses tajuruumis (ajutasandil) on vokaalid viidud üksteisest ühtlaste vahedega kaugusele. Sellelaadne võrdsete vahekaugustega eraldamine ei haara tajumisel mitte kogu vokaalisüsteemi ühtlaselt (nagu seni arvatud), vaid eraldi igal kõrgusastmel. Vokaalide tajuruum on jaotatud maksimaalselt võrdsetesse osadesse ühe ja sama kõrgusastme vokaalide vahel. Optimeerimine on regionaalne. Ühe ja sama akustilise ruumi jaotamine mentaalses tajuruumis keeliti erinevaiks võrdseteks osadeks (nt eestlaste ja soomlaste tajuruumide võrdlemisel) kinnitab tajumise tugevat sõltuvust kuulaja emakeele fonoloogilisest süsteemist, selle üksuste iseloomust (soomlastel näiteks /õ/ puudub) ja hulgast, s.o lingvistilisest filtrist. Eegi ja Meistri psühhoakustiliselt tuvastatud tulemus on hiljem leidnud kinnitust ka psühhofüsioloogilisel tasandil (vt Näätänen jt 1997). Mainitud lingvistilise filtri osatähtsust on uuritud ka muude fonoloogiliste üksuste tajumisel. Keele iseärasuste paremaks esiletoomiseks on eesti keelt vaadeldud võrdlevalt keel(t)ega, mis uuritava aspektis on eesti keelest erinev(ad).

Eesti ja soome rõhuta silbi vokaalide kvaliteetide võrdlus (Eek, Meister 1998a) näitab, et soome rõhuta silbi vokaalide nõrk sõltuvus rõhulise silbi kvantitatiivsest tüübist, n-õ soome tüüpi nõrk kvalitatiivne reduktsioon, kehtib ka eesti esmaväteliste ja nõrgemal kujul ka teiseväteliste sõnade puhul. Kolmandavätelistes sõnades ilmneb rõhuta silbi vokaalide tugevalt tsentraliseeritud kvalitatiivne nn germaani tüüpi reduktsioon, mis ei sõltu rõhuta silbi vokaali enese kestusest.

Konsonantide (klusiilide) psühhoakustilised uuringud (Eek, Meister 1995, 1996, 1999a) näitasid, et vokaali F2 siirdeid ei saa pidada (nagu seni arvatud) klusiilide häälduskohta markeerivaks kontekstist sõltumatuks tajutunnuseks. F2 siirded järgivad hääldusruumis küllaltki hästi keelekeha liikumist ja sellega seoses edastavad *locus*-võrrandid konsonandi koartikulatsiooniaseme kohta teavet, kuid need tunnused ei ole samavõrd relevantid klusiilide tajuruumis. Klusiilide identifitseerimisel osutasid järjekindlaks ja vokaalikontekstist sõltumatuks tunnuseks eksplosiooni teatavate sageduspiirkondade energeetilised erinevused. Spektri sageduspiirkondade spektraalenergia jaotumisel on kolm vokaalikontekstist sõltumatut invariantset malli. Kolme energeetilise malli põhijooned säilivad nii ees- kui ka tagavokaalide kontekstis: (1) /p/ – tugevaim esimene ja nõrgim kolmas sageduspiirkond ehk spektri difuusne-nõrgenev üldkuju; (2) /k/ – tugevaim teine piirkond ehk spektri kompaktnen üldkuju; (3) /t/ – tugevaim kolmas piirkond ehk spektri difuusne-tugevnev või difuusne-lame üldkuju. Klusiili eksplosiooni tugevaima piirkonna ja järgneva vokaali spektri raskuskeskme ühendamine pakub klusiilide tajuruumis liigitamiseks F2 siiretest usaldatavama tunnuse.

Oluline osa ajast on kulunud eesti völdete peamiste struktuuritüüpide (loetuna kolmes kõnetempos ja mitmesugustes kontekstilistes tingimustes) hääldamise ja tajumise uurimisele (Eek, Meister 2000). Selles käsitluses on völded kahesilbilised fonoloogiliselt olulised prosoodilised üksused, mille distinktiivsed kestusmallid põhinevad taktisestest naaberhäälikute kestussuhete erinevatel kombinatsioonidel. Naaberhäälikute kestuse vastastikune muutmine viib muutusele völdetajus, samuti völte struktuuritüübi identifitseerimisel olenevalt sellest, missuguseks on kujunenud muudetud taktisestest häälikute (mitte silpide!) kestussuhted. Iga völdet iseloomustab eriomane kestusmall kahesilbilises taktis.

Tempo muutus toob kaasa vaid muutusi sõna koostishäälikute absoluutkestuses, jättes seejuures välteid iseloomustavad taktisest häälikute vahelised kestussuhted muutumatuks. Kõnetempo on kindlaks määratav vähimalt silbi piires: kuna sõna alguskonsonant ei osale vältevastanduses, siis tajukatsed tõendavadki, et muutus sõna alguskonsonandi kestuses põhjustab kuulajail nihke üksik- ja topeltvokaalide (*resp.* lühikese ja pika monoftongi) tajupiiris, s.o pikem sõna alguskonsonant nihutab lühikese ja pika monoftongi tajupiiri pikema lubatava üksikvokaali suunas ja vastupidi, edastades niiviisi infot kõnetempost. Katsed diftonge sisaldavate sõnadega (Eek, Meister 2003) tõendavad, et kuigi kuulajad suudavad rõhusilbi piires eristada, kas järgnev häälik on eelnevast lühem või pikem (eristuslääve ületava kestussuhte korral), ei suuda nad siiski määratleda väldet; välteotsus langetatakse pärast silbiipiiriliste häälikute kestuste võrdlemist. Andmeid käsitletakse *mutatis mutandis* rõhu meetrilise teooria raamistuses.

Toetamaks foneetikauuringute tehnoloogilist baasi, on salvestatud mitmeid eestikeelse kõne korpusi. Aastatel 1995–98 osales labor Copernicuse programmi projektis „BABEL – A Multi-Language Database”, mille käigus loodi eesti keele foneetiline andmebaas (Meister, Eek 1996, Eek, Meister 1998b, 1999b, Roach jt 1998). See sisaldab CVC-plokke, numbreid, lauseid ja lauseplokke loetuna 70 kõneleja poolt (35 naist, 35 meest); kokku umbes 12 tundi kõnematerjali. Andmebaasi tekstikorpust on esitatud ka SAMPA (*Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet*) foneemtranskriptsioonis, osa kõnekorpusel on segmenteeritud ja märgendatud foneemide tasemel. Andmebaasi rahvusvaheliseks levitamiseks on sõlmitud leping Euroopa Keeleressursside Assotsiatsiooniga (ELRA).

Foneetilise andmebaasi efektiivsemaks kasutamiseks uuringutes töötati koos Helsingi Tehnikaülikooli akustikalabori uurija Toomas Altosaarega välja liides andmebaasi kasutamiseks kõneanalüüsikeskkonnas QuickSig (Altosaar jt 1998, Meister jt 1999, 2000). 2000. a salvestati TEMPO-kõnekorpus, mis sisaldab kolmes tempos (aeglane, mõõdukas, kiire) loetud dialooge 4 kõneleja (2 naist, 2 meest) esituses. 2002. a alustati suuremahulise eestikeelse kõne andmebaasi loomist. Kavas on salvestada vähemalt 1000 inimese kõnenäiteid läbi erinevate telefonikanalite (mobiil-, tavatelefon). Andmebaas on vajalik eelkõige kõne- ja kõnelejatuvastuse uuringuteks, aga leiab kindlasti kasutust ka foneetikauuringutes (Meister jt 2002).

On tehtud uuringuid ka eestikeelse kõnetuvastuse loomiseks ning on välja töötatud piiratud sõnastikuga (50 sõna) tuvastussüsteemi prototüüp (Meister 2001, Meister jt 2001). On uuritud neuronvõrkude rakendamist kõnelejatuvastusülesannete lahendamisel (Altosaar, Meister 1995), käimas on koostöö Helsingi Ülikooli foneetikaosakonnaga kõnelejaspetsiifiliste tunnuste analüüsi alal (Iivonen jt 2001, Meister 2002).

Eesti Keele Instituudis on viimastel aastatel olnud põhitähelepanu all eesti keele foneetika uurimistulemuste rakendamine kõnesünteesis. Aastatel 1997–2001 töötati koostöös Küberneetika Instituudiga välja eesti keele tekst-kõne-süntesaator. See praktiline arendustöö hõlmas eesti keele diffoonide and-

mebaasi loomist, täht-häälik-teisenduse ja teksti lingvistilise töötuse reaalseerimist ning kõne prosoodia modelleerimist (vt Mihkla, Eek, Meister 1998a, 1998b, 1999, Mihkla jt 2000, Mihkla, Meister, Eek 2000, Mihkla jt 2001a, 2001b, Mihkla, Meister 2002). Teksti lingvistilise töötuse moodul on välja töötatud Tartu Ülikooli ja Eesti Keele Instituudi keeletehnoloogide poolt. Testitud on ka sünteeskõne segmentaalset kvaliteeti rahvusvahelise metoodika kohaselt (Mihkla, Meister, Lasn 2001). Kui sünteeskõne segmentaalse kvaliteediga võib üldjoontes rahule jääda, siis tekst-kõne-sünteesi avalikku rakendust piirab esialgu väljundkõne monotoonsus ja kõne halb sidusus.

Lähiaastate tööd on seotud eelkõige eesti keele lauseprosoodia uurimisega. Eesmärgiks on kindlaks teha need süntaktilised tunnused, millest lauseprosoodia sõltub, et osutuks võimalikuks loomulike neutraalse intonatsiooniga tekstilausete genereerimine kirjaliku teksti alusel. Esimeseks katseks süntaktiliste ja prosoodiliste tunnuste ühildamisel kõnesünteesil oli *kas*-kõnne intonatsiooni modelleerimine (Kerge, Mihkla, Pajupuu 2002).

Hille Pajupuu on oma viimastes foneetikaalastes töödes uurinud eesti vokaale spontaanses kõnes (Pajupuu 2000), võrrelnud erinevaid intonatsioonimalle sugulaskeeltes (Pajupuu 1990) ja kirjeldanud intonatsiooni sõltuvust neutraallause kommunikatiivsest tüübist (Pajupuu, Tael 1989; Pajupuu 1999a, 1999b).

Viimastel aastatel on **Tartu Ülikooli eesti ja soome-ugri keeleteaduse osakonnas** Karl Pajusalu initsiatiivil aktiivselt käivitunud eesti murrete foneetika uurimise projekt (vt Pajusalu jt 2000, 2001, Pajusalu 1998, Parve 1998a, 1998b, 1999, 2000, Teras 1998a, 1998b, 1999, 2001, 2002). Seni on peatähelepanu pööratud Võru, Mulgi ja Tartu murdele. Lõunaeesti murrete puhul on uurijate tähelepanu pälvinud esmajoones vokaalisüsteem. Neis murretes on võimalik eristada suuremal hulgal üksikvokaale kui eesti üldkeeles (nt kõrge *õ*, kõrgenenud keskkõrged vokaalid), kuid esmapilgul pole selge, kas tegemist on vokaalisüsteemi iseseisvate lisaliikmetega või pelgalt üldkeeles vokaalide positsiooniliste allofoonidega.

Merike Parve senistes artiklites on käsitletud Võru murde (Vastseliina murraku) lühikeste vokaalide akustikat ning tehtud järeldusi mitmete Võru murde häälikuliste omapärade kohta. Töö põhisisuks on Võru lühikeste vokaalide kvaliteediparameetrite esitamine ning Võru erinevate *õ*-häälikute (esisilbi *õ* ja kõrge *õ* ning järgsilbi taga-*e*) foneetiline analüüs ja sellele tuginev fonoloogiline interpretatsioon. Oluline tulemus on järgsilbis esineva nn taga-*e* tõlgendamine *e* variandina, mitte iseseisva foneemina (Parve 1998a, 1998b, 2000; Pajusalu jt 2000). Eraldi artikkel (Parve 1999) on pühendatud Võru kõrge *õ* akustilise analüüsi tulemustele. Erinevalt senistest tõekspidamistest viitasid uurimistöö andmed õvaavokaalist kujunenud kõrge *õ* neutraalsusele vokaalharmonia suhtes.

On leitud, et Vastseliina murraku järgsilbivokaalide kvaliteedis on toimumas samaaegsed muutused, nagu on juba toimunud Karksi murrakus (Pajusalu 1998, Pajusalu jt 2000) – järgsilpide *o* on perifeeristumas *u*-ks ja taga-*e* hakkab oma kvaliteedilt lähene-ma redutseeritud keskvokaalile.

Võru nagu ka kogu lõunaeesti II ja III välte sõnu eristab keskkõrgete vokaalide osas lisaks kestusele ka vokaali kvaliteedi muutumine sõna pearõhulises silbis. Nii isoleeritud vokaalide kui loetud teksti ja spontaanse kõne vokaalide akustiline analüüs on näidanud, et kõrgenenud keskkõrged vokaalid on oma kvaliteedi poolest lähenenud kõrgetele vokaalidele (Teras 1998a, 1998b, 1999, 2001, Pajusalu jt 2000), eemaldudes samal ajal keskkõrgetest vokaalidest. Isoleeritud vokaalidega läbi viidud tajukatsetest selgus (Teras 2002), et kuulajad eristavad primaarvokaalide *e* ja *o* kõrgenenud variante regulaarselt kõrgenemata variantidest, kuid ajavad samal ajal omavahel segi kõrgenenud keskkõrged vokaalid kõrgete vokaalidega *i* ja *u*. Sekundaarvokaalide puhul ei eristata kõrgenenud *õ* varianti ei kõrgenemata *õ*-st ega kõrgest *õ*-st. Kaht viimastki vokaali aetakse omavahel segi. Selle põhjal võib järeldada, et siin on tegemist ühe foneemi allofoonidega. Esinemissageduselt haruldase *õ* kõrgenenud varianti aeti segi nii kõrge kui keskkõrge vokaaliga ning nii kõrget kui keskkõrget vokaali võidi pidada *õ* kõrgenenud variandiks.

Rõngu ja Setu murraku prosoodia (kestuste ja põhitooni) analüüsi tulemused kinnitasid, et Setu vältehääldus on üldjoontes võrreldav põhjaeestilise vältehääldusega, sellal kui Rõngu murdes (laiemalt Tartu murde põhja- ja lääneosas ning Mulgi murde idaosas) on toimunud prosoodilised muudatused, mis nimetatud ala vältehääldust kirjakeele ning teiste lõunaeesti murrakutega võrreldes on mitmeti muutnud. Rõngu murraku akustiline analüüs näitas, et Rõngus on II vältes sõnu võimalik aktsentueerida kirjakeele hääldustavast tugevamini. Tugevam aktsent on seostatav eeskätt teise silbi vokaali kestuse vähenemisega, aga ka põhitooni kontrastsuse suurenemise ning põhitooni tõusu- ja langusosa muutunud suhtega. Selgitamaks vokaali kvantiteedi erinevuse olulisust kuulaja taju seisukohast, on korraldatud tajukatsed, mis näitavad, et Rõngu murraku alalt pärit keelejuhid tajuvad sellist tugevnenud II välde enamasti siiski II vältena. Samal ajal võivad aga mujalt Lõuna-Eestist või Põhja-Eestist pärit keelejuhid tajuda sellist välte tugevnenemist III vältena. (Merike Parve neid teemasid käsitlev väitekirj „Välte lõunaeesti murretes” on ilmunud 2003. a Tartu Ülikooli väitekirjade sarjas.)

Ilse Lehiste ja Jaan Rossi viimase kümne aasta jooksul **Ohio osariigi ülikooli keeleteaduse osakonnas ning Tartu Ülikoolis** sooritatud ühise uurimistöö tulemused on koondatud hiljuti ilmunud monograafiasse (Ross, Lehiste 2001), mis vaatleb eesti keele vältesüsteemi käitumist peamiselt vanemas rahvalaulus, aga ka luule lugemisel. Läänemeresoome regilaulu iseloomustab tekstide ja viiside suhteline sõltumatus teineteisest, nii et ühel ja samal viisil saab laulda erinevaid tekste ja vastupidi. Sellise kombineeritavuse tagab unifikatsioonid värsimõõdu – trohheilise tetrameetri – kasutamine, mida järgitakse nii tekstide kui viiside struktuuris. Sellises olukorras on ootuspärane, et lauldud eestikeelsetes sõnades ei tohiks säilida vältelised akustilised erinevused. Nii see üldiselt ongi, kuigi välde neutraliseerumine regilaulude esitamisel pole täielik. Sõnade asetusega värsireas saab veidi säilitada erivälte sõnade akustilist kuju, sest värsijala tõusu ja languse vastandamine regilaulus tugineb kõrvuti sõnarõhuga ka silpide pikkusele. Et pikki silpi eelistatakse värsijala tõusus, kujuneb see akustiliselt keskmiselt pikemaks kui värsijala langus.

Eraldi tuleks kõnealuses raamatus esile tõsta Lehiste kirjutatud III pea-

tükki „Eesti keele prosoodia”, mis on ilmselt olemasolevatest parim kokkuvõtlik eesti keele prosoodia käsitlus. Seda käsitlust võiks täiendada 1996. a Tallinnas toimunud rahvusvahelise sümposiooni ettekannete kogumik (Lehiste, Ross 1997), milles eri autorid esitavad eesti keele prosoodiliste küsimuste erinevaid foneetilisi ja fonoloogilisi tõlgendusi.

Lehiste on katseliselt uurinud ka nn IV välte küsimust eesti keeles. Küsimus on siin selles, kas ainsuse partitiivi ja illatiivi identse ortograafilise kuju korral (nt sõnas *metsa*) on põhjust rääkida nende erinevast foneetilisest realisatsioonist või mitte. Kui jah, siis oleks tegemist kahe ülipika kestusastmega, millest üht (illatiivis esinevat) võiks pidada IV välteks. Lehiste tööd (1998, 2001) ei kinnita foneetiliselt distinktiivse teise ülipika vormi esinemist eesti keeles.

Diana Krull ja Hartmut Traunmüller on tegelnud **Stockholmi ülikooli keeleteaduse osakonnas** peamiselt eesti keele kvantiteedinähtuste uurimisega (vt Krull 1991, 1992, 1993, 1997, 1998, 1999, 2001, Engstrand, Krull 1994, Krull, Traunmüller 2000, 2002, <http://www.ling.su.se/fon/perilus/>). Krull ja Traunmüller on kasutanud eesti keelt selleks, et uurida, kuidas kuulaja tajub distinktiivseid kontraste vokaalide ja konsonantide pikkuses. Oma katsetes muutsid nad süstemaatiliselt häälikute pikkusi kahesilbilistes teisevältelistes sõnades *saagi*, *satu* ja *saate*. Tulemused näitavad, et kui kontrastiivset häälikut pikendada, siis hakatakse ühel hetkel sõna tajuma kolmandas vältes. Ümbritsevate mittekontrastiivsete häälikute pikendamine mõjub aga alati vastupidi, ka siis, kui nad kuuluvad esimesse silpi, nagu näiteks /a/ sõnas *satu*. See näitab, et tajutud välde ei tarvitse oleneda esimese silbi pikkusest. Näib, et see ei olene ka mitte esimese ja teise silbi kestuste vahekorras, olgugi et teise silbi vokaalil on välte tajumise seisukohast suurem tähendus kui teistel ümbritsevatel häälikutel. Sarnane, kuigi nõrgem, mõju sõna vältelisuse tajule on järgneval silbil/sõnal *ka* väljendis *satu ka*.

Nimetada tuleks veel Krulli eksperimente sosinkõnega, mis on helitu ja milles seetõttu põhitoon üldse puudub. Järelikult ei saa põhitoonil olla sosinkõnes lisatunnuse osa II ja III välte sõnade eristamisel. Krulli tulemused (2001) näitavad, et sellisel juhul tuleb lisatunnusena arvesse hoopis energia erisugune jaotumine spektris (II välte puhul domineerivad kõrgemad, III välte puhul aga madalamad sagedused).

Tallinna Pedagoogikaülikooli filoloogiateaduskonnas aastal 2001 rajatud foneetikalabor (Mart Rannut) on koostöös Küberneetika Instituudi ja Eesti Raadio foneetikutega (Einar Meister, Einar Kraut) spetsialiseerunud nähtustele kontrastiivse foneetika (ennekõike eesti-vene, vt Rannut 2000) ja hääldusdidaktika valdkonnas (Kraut 2000). Aastal 2003 on PHARE ja Eesti Teadusfondi toetusel valmimas eesti keele õigehäälduse tajutreeningu moodul laserketal ning eesti-vene kontrastiivse foneetika ning aktsendi üldkäsitlus.

Tartu Ülikooli doktorant Eva Liina Asu teeb **Cambridge'i ülikoolis** doktori-

väitekirja, mis kujutab endast esimest ulatuslikumat eesti keele intonatsiooni süsteemset analüüsi. Töö teoreetiliseks raamistikuks on autosegmentaal-meetriline intonatsiooni analüüs, mis eeldab, et intonatsioonil nagu ka segmentidel on fonoloogiline struktuur (lühiväite saamiseks vt Asu 2001a). Järgnevalt peamised senise töö tulemused.

1. Küsi- ja väitlausete viimase rõhulise silbi (tuum) intonatsiooni uurimine näitas, et küsilause viimane rõhuline silp on keskmiselt kõrgem kui väitlause viimane rõhuline silp (Asu, Nolan 2001a, 2001b).

2. Loetud kõne analüüs võimaldas koostada eesti keele intonatsiooni esialgse tooniloendi. Selgus, et kõige levinum toon eesti keeles on H*+L (ehk langus) (Asu, Nolan 2001a, 2001b). Vastupidi traditsioonilisele arvamusele eesti keele intonatsiooni kohta, leidis loetud korpuses ka tõusvaid toone (L*+H). Võrdlus spontaanse kõnega (Asu, Nolan 2003) kinnitas laias laastus esialgse tooniloendi sobivust eesti keele intonatsiooni fonoloogia kirjeldamiseks.

3. Eri tüüpi üldküsimumste intonatsiooni võrdlus väitlausete intonatsiooniga näitas, et eesti keeles nagu ka paljudes muudes keeltes on küsiv intonatsioon kõrgem kui väitlause intonatsioon. Kinnitust leidis hüpotees, et morfosüntaktilise markeeringu ja prosoodilise markeeringu vahel on kompensatsioonisuhe – morfosüntaktiliselt markeerimata küsimused kasutavad kõrget intonatsiooni rohkem kui nt küsisõnaga algavad küsimused (Asu 2001b, Asu 2002a).

4. Eesti keele väitlausete lõpus on sageli viimane rõhuline silp põhitoonilt madal ja lame ehk justkui n-õ alla astunud (*totally downstepped*), kuna sellele eelneb alati rõhutu kõrge põhitooniga silp. Sellist malli pole eesti keeles varem kirjeldatud, kuigi see näib olevat üllatavalt tavaline. nii loetud kui ka spontaanses kõnes (Asu 2001a, Asu, Nolan 2003). Pealiskaudne distributsiooni analüüs näitas, et selline toon ei esine mitte kunagi küsimuste lõpus, küll aga näiteks tihtipeale loendite viimasel elemendil pärast sidesõna *ja* ning mujal. Asu ja Nolani (2001b) esialgne analüüs liigitas selle tooni „alla astunud kõrgeks sihiks” (*totally downstepped high target, !H*+L*), aga Asu (2002b) pakub välja uue ja sobivama fonoloogilise analüüsi, liigitades sellised madalad rõhulised silbid fonoloogiliselt „madalateks sihtideks” (*low targets, L**): H + L*.

5. Asu (2002c) tegi deklinatsiooni (= põhitoonikontuuri languse) analüüsi, milles võrdles kahe eri teooria sobivust eesti keele väitlausete ja *kas*-küsimuste iseloomustamiseks. Selgus, et eesti keelt (nagu ka enamikku muid seni testitud keeli) kirjeldab paremini nn lokaalne teooria, mille järgi iga toon määratakse kindlaks lokaalselt ja suhtes ainult vahetult eelneva tooniga. Asu (2003) käsitleb põhjalikumalt deklinatsiooniga seotud küsimusi väitlausetes ja eri tüüpi üldküsimumstes.

Peale eesti keele intonatsiooni uurimise on Asu avaldanud koos Francis Nolaniga artikli (1999), milles testiti, kas eesti keele teist ja kolmandat veldet lisatunnusena eristav suhteliselt varajane põhitooni langus ülipika vokaali sees säilib ka tõusva intonatsiooni puhul

(n-ö ümberpöörduvalt). Tööst selgub, et põhitooni tõus algab kõigi väldete puhul vokaali lõpus ja seega eristab teist ja kolmandat väldet tõusva intonatsiooni puhul vaid vokaali kestus.

Allan Vurma initsiatiivil on **Eesti Muusikaakadeemia muusikateaduse osakonnas** hakatud viimastel aastatel vokaalpedagoogiliste probleemidega seoses tegelema klassikalise lauluhääle akustikaga. Vurma ja Rossi senistes töödes (2000, 2002) on püütud akustiliselt hinnata EMA laulueriala üliõpilaste hääle kvaliteedi muutust õpingute ajal ning leida akustilisi korrelaate vokaalpedagoogikas üldlevinud metafoorilisele opositsioonile „hääle ees” – „hääle taga”. Selles uurimistöös on lisaks akustilistele mõõtmistele kasutatud ka tajuteste. Praegu käimasolevas töös uuritakse lauljate intonatsioonitäpsusega seotud küsimusi.

Olulisemad lüngad. Võimalused nende lünkade täitmiseks: uurijate olemasolu ja järelkasvu perspektiivid, rahastamine, planeeritav aeg

Eesti foneetikas on praegu peamiseks lüngaks Ariste „Eesti foneetikaga” sarnaneva tänapäevase sünteesiva üldkäsitluse puudumine, mis koondaks endasse eri keeltes ilmuvatesse üksikväljaannetesse laiali pillatud uurimistöö tulemused. Eriti silmatorkav on foneetikapeatüki puudumine akadeemilisest eesti keele deskriptiivsest grammatikast (EKG I, II). Üheks reaktsiooniks sellele sai eesti keele prosodia küsimustele pühendatud artiklite kogu ilmumine (Lehiste, Ross 1997), mis küll nimetatud puudujääki korvata ei suuda. Teadaolevalt töötavad eesti keele foneetika üldkäsitluse kallal praegu teineteisest sõltumatult Arvo Eek Tallinnas ja Diana Krull Stockholmis, nendest esimene pikemat ning teine lühemat aega.

Kui püüda hinnata foneetikaalase uurimistöö kaetust Eestis, lähtudes selle valdkonna sisemisest jaotusest, siis võib öelda, et aparatuuri osas (CSL = *Computerized Speech Laboratory* riist- ja tarkvara) on olemas head võimalused akustilis-foneetiliseks uurimistööks nii Tartu Ülikoolis kui Tallinnas (Küberneetika Instituut, Eesti Muusikaakadeemia). Enamgi veel, Interneti vahendusel on kättesaadav kõne analüüsimise vabavara (nt Praat), mis muudab selle töö võimalikuks helikaardiga varustatud personaalarvuti vahendusel. Mis puutub tajufoneetikasse, siis põhimõtteliselt saab ka kuulmisteste sooritada peaaegu ilma erivarustusega. Tõsi, mugavam oleks seda teha tarkvara abil ning viimase soetamiseks vajalikud investeeringud ei tohiks olla kuigi suured.

Märksa teistsugune on lugu artikulaatorse foneetikaga. Esiteks on uurimistöö traditsioon sel alal Eestis praeguseks katkenud. Spetsialisti(de) koolitamine oleks mõeldav ainult välismaal. Teiseks nõuaks artikulaatorse foneetika ulatusliku eripalgelise instrumentaalse varustuse olemasolu, mis maksab küllaltki palju. Kolmandaks oleks selle aparatuuri kasutamine üldjuhul otstarbekas vaid koostöös arstidega, aga ka eripedagoogidega, mis tä-

hendab, et artikuloorse foneetika uurimistöö taaskäivitamine eeldaks meedikute ja eripedagoogide huviatust.

Foneetika õpetamine Tartu Ülikoolis ja Tallinna Pedagoogikaülikoolis on viimasel aastakümnel olnud pisut juhusliku iseloomuga, s.t seda pole korraldanud erialase ettevalmistusega koosseisulised ning samal ajal teaduslikus uurimistöös tegevad õppejõud. Olukord Tartu Ülikooli eesti ja soomeugri keeleteaduse osakonnas on muutumas paremaks. Oma doktoriväitekirja lõpetaval Pire Terasel on eeldused saada foneetilise õppe- ja uurimistöö eestvedajaks TÜs, kuid enne seda vajaks ta enesetäiendamist (nt järel doktorina) mõnes välismaa ülikoolis. Ka Tallinna Pedagoogikaülikoolis on foneetika õpetamine aastast 2002 tänu uuele foneetikaborile ning sisseostetud demoprogrammidele märgatavalt paranenud. Üliõpilased kirjutavad kontrastiivses foneetikas seminaritöid, TPÜ foneetikabori juures on hõivatud kaks kraadiõppurit.

Kokkuvõte

Lähemal ajal on oodata (paremal juhul kahe) eesti foneetika ülevaatliku ja empiirilisele andmestikule tugineva käsitluse valmimist, mis lubaks eesti foneetika hetkeseisule loodetavasti anda märksa parema hinnangu, kui käesolev töö seda võimaldab. Siiski on selletagi selge, et akustilise ja tajufoneetikaga tegelemiseks on Eestis aparatuuriga varustatuse poolest olukord parem kui kunagi varem. Neid võimalusi jõudumööda ka kasutatakse ning jääb üle vaid loota, et Eestis suudab teadus edaspidi enesele tagada vajaliku prestiiži, sh sellised palgad, mis motiveeriksid ka noori pühendumata teaduslikule uurimistööle.

Põhimõttelist otsust vajab artikuloorse foneetika edasine saatus Eestis. Kui sellega hakata uuesti tegelema, tuleb leida inimesed, suuremal hulgal raha ning luua interdistsiplinaarsed tegusad kontaktid teiste teadusalade esindajatega (arstide, füüsikute, eripedagoogidega). Teine võimalus oleks hakata kasutama uurimistöö tegemiseks välismaa ülikoolide ja teiste teadusasutuste laboratoorset baasi, kuhu siis Eesti uurijaid ja üliõpilasi tuleks pikemaks ajaks tööle lähetada.

Kui foneetika raames vaadelda ka keeletehnoloogia küsimusi, siis võib öelda, et eestikeelse tekst-kõne-sünteesi alal on olukord küllaltki hea, s.t eestikeelse sünteeskõne kvaliteet on piisav ning samuti on sel alal loodud vastavatele ühiskonna huvirühmadele (nt vaegnägijad) uurimistöö väljundid. Märksa halvem on lugu kõne- ja kõnelejatuvastusega, mille arendamine vajaks senisest märksa enam tööjõudu ja raha. Nende valdkondade edendamine oleks eriti tarvilik, kui pidada silmas arvutustehnika arengut, kus reaalistlikuks prognoosiks võib pidada kirjalikul tekstil rajaneva arvuti ja kasutaja vahelise suhtluse peatset asendumist akustilisel kõnel rajaneva suhtlusega (kasutaja annab arvutile käsklusi häälega ning arvuti vastab talle kõnesünteesiga).

saatori abil). Kui eesti keelt kasutava tehnoloogia areng jääb väga maha inglise keelt kasutavast tehnoloogiast, asendub eesti keel arvutiga suhtlemisel tõenäoliselt varsti inglise keelega, mis kujutaks enesest eksistentsiaalset ohtu eesti kultuurkeecele kui sellisele.

Kirjandus

- Altosaar, Toomas, Einar Meister 1995.** Speaker recognition experiments in Estonian using multi-layer feed-forward neural nets. – Proceedings of Eurospeech '95, September 18–21, 1995, Madrid, vol. 1, 333–337.
- Altosaar jt 1998** = Toomas Altosaar, Matti Karjalainen, Martti Vainio, Einar Meister. Finnish and Estonian speech applications developed on an object-oriented speech processing and database system. – Workshop on Speech Database Development for Central and Eastern European Languages, Granada, Spain, May 27, 1998.
- Ariste, Paul 1941.** Hiiu murrete häälikute kvantiteedist. (= Tartu Ülikooli toimetused 69.) Tartu.
- Ariste, Paul 1943.** Katselisfoneetilisi tähelepanekuid. (= Tartu Ülikooli toimetused B L 2.) Tartu.
- Ariste, Paul 1946.** Eesti foneetika. Tartu: Teaduslik Kirjandus.
- Ariste, Paul 1947.** Eesti ühiskeelee õ-st. – Foneetilisi probleeme eesti keele alalt. Tartu, 20–38.
- Asu, Eva Liina 2001a.** An autosegmental-metrical analysis of Estonian intonation: preliminary results. – Congressus Nonus Internationalis Fenno-Ugristarum 7.–13.8.2000. Tartu. Pars IV. Dissertationes sectionum: linguistica I. Redegit T. Seilenthal, curaverunt A. Nurk; T. Palo. Tartu, 83–89.
- Asu, Eva Liina 2001b.** Comparison of the intonation of two question types in Estonian. – Working Papers 49. Lund University, Department of Linguistics. Lund, 6–9.
- Asu, Eva Liina 2002a.** Downtrends in different types of question in Estonian. – Proceedings of the Speech Prosody 2002 conference, 11–13 April 2002. Eds. B. Bel, I. Marlien. Aix-en-Provence: Laboratoire Parole et Langage, 143–146.
- Asu, Eva Liina 2002b.** Intonational phonology of Estonian statements with low level nuclei. Speech, Music and Hearing. – TMH-QPSR, Vol. 44, Proceedings from Fonetik 2002, 165–168.
- Asu, Eva Liina 2002c.** Modelling downtrends in Estonian. – Fonetikan päivät 2002. The phonetics symposium 2002. Helsingi University of Technology. Laboratory of Acoustics and Audio Signal Processing, report 67. Ed. P. Korhonen. Espoo, 179–185.
- Asu, Eva Liina 2003.** The scaling of F0 peaks and valleys in Estonian statements and questions. – Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences. Barcelona (ilmumas).
- Asu, Eva Liina, Francis Nolan 1999.** The effect of intonation on pitch cues to the Estonian quantity contrast. – Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic

- Sciences, San Francisco, 3, 1873–1876.
- Asu, Eva Liina, Francis Nolan 2001a.** The interaction of intonation and quantity in Estonian: an analysis of IP-final pitch accents. – *Congressus Nonus Internationalis Fenno-Ugristarum 7.*–13.8.2000. Tartu. Pars IV. Dissertationes sectionum: linguistica I. Redegit T. Seilenthal, curaverunt A. Nurk; T. Palo. Tartu, 90–96.
- Asu, Eva Liina, Francis Nolan 2001b.** The interaction of intonation and quantity in Estonian: an analysis of nuclear falls in statements and questions. – *Nordic Prosody. Proceedings of the VIII Conference, Trondheim 2000.* Eds. W. A. van Dommelen, T. Fretheim. Frankfurt am Main: Peter Lang, 23–32.
- Asu, Eva Liina, Francis Nolan 2003.** Testing a model of Estonian intonation. – *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences. Barcelona (il-mumas).*
- Eek, Arvo 1980.** Further information on the perception of Estonian quantity. – *Estonian Papers in Phonetics 1979*, 31–57.
- Eek, Arvo, Einar Meister 1994a.** Eesti vokaalide sihtväärtused hääldus- ja tajuruumis. – *Keel ja Kirjandus* 7, 404–413; 8, 476–483; 9, 548–553.
- Eek, Arvo, Einar Meister 1994b.** Acoustics and perception of Estonian vowel types. – *Phonetic Experimental Research. Institute of Linguistics, University of Stockholm (PERILUS)* 18; 55–90.
- Eek, Arvo, Einar Meister 1995.** The perception of stop consonants: locus equations and spectral integration. – *Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences, vol. 1*, 18–21.
- Eek, Arvo, Einar Meister 1996.** Eesti sõnaalguliste sulghäälikute akustika ja tajumine. – *Keel ja Kirjandus* 3, 164–170; 4, 244–253; 5, 314–321.
- Eek, Arvo, Einar Meister 1997.** Simple perception experiments on Estonian word prosody: foot structure vs. segmental quantity. – *Estonian prosody: Papers from a symposium. Proceedings of the International Symposium on Estonian prosody. Tallinn, Estonia, October 29–30, 1996.* Eds. I. Lehiste, J. Ross. Tallinn: Institute of Estonian Language, 71–99.
- Eek, Arvo, Einar Meister 1998a.** Quality of Standard Estonian vowels in stressed and unstressed syllables of the feet in three distinctive quantity degrees. – *Proceedings of the Finnic Phonetics Symposium, August 11–14, 1998, Pärnu. Linguistica Uralica* 34 (3), 226–233.
- Eek, Arvo, Einar Meister 1998b.** Estonian speech in the BABEL multilanguage database: phonetic-phonological problems revealed in the text corpus. – *Workshop on Speech Database Development for Central and Eastern European Languages, Granada, Spain, May 27, 1998.*
- Eek, Arvo, Einar Meister 1999a.** The perception of stop consonants: linking the strongest spectral region of the burst to the following vowel. – *Out Loud. Papers from the 19th Meeting of Finnish Phoneticians. University of Joensuu.* Eds. J. Järvikivi, J. Heikkinen. *Studies in Language* 33, 10–23.
- Eek, Arvo, Einar Meister 1999b.** Estonian speech in the BABEL multi-language database: Phonetic-phonological problems revealed in the text corpus. – *Proceedings of LP '98. Vol II.* Ed. O. Fujimura et al. Prague: The Karolinum Press, 529–546.
- Eek, Arvo, Einar Meister 2000.** A selection of duration measurements and perception

- results in order to comprehend Estonian quantity degrees. – *Congressus Nonus Internationalis Fenno-Ugristarum* 7.–13.8.2000. Tartu. Pars II. Summaria acrosium in sectionibus et symposiis factarum. Redegerunt A. Nurk, T. Palu, T. Seilenthal. Tartu, 360.
- Eek, Arvo, Einar Meister 2003.** Domain of the Estonian quantity degrees: evidence from words containing diphthongs. – *The 15th International Congress of Phonetic Sciences*. Barcelona (ilmumas).
- EKG I** = Mati Ereht, Reet Kasik, Helle Metslang, Henno Rajandi, Kristiina Ross, Henn Saari, Kaja Tael, Silvi Vare. *Eesti keele grammatika I. Morfoloogia. Sõnamoodustus*. 1995. Peatoim. M. Ereht. Tallinn: Eesti Teaduste Akadeemia Eesti Keele Instituut.
- EKG II** = Mati Ereht, Reet Kasik, Helle Metslang, Henno Rajandi, Kristiina Ross, Henn Saari, Kaja Tael, Silvi Vare. *Eesti keele grammatika II. Süntaks. Lisa: Kiri*. 1993. Peatoim. M. Ereht. Tallinn: Eesti Teaduste Akadeemia Keele ja Kirjanduse Instituut.
- Engstrand, O., Diana Krull 1994.** Durational correlates to quantity in Swedish, Finnish and Estonian: Cross-language evidence for a theory of adaptive dispersion. – *Phonetica* 51, 80–91.
- Estonian Papers in Phonetics**. 1972–1985. Toim. A. Eek. Tallinn: Eesti NSV Teaduste Akadeemia.
- Hint, Mati 1997.** The Estonian Quantity Degrees in Prosody and Morphophonology. – *Estonian prosody: Papers from a symposium. Proceedings of the International Symposium on Estonian prosody*. Tallinn, Estonia, October 29–30, 1996. Eds. I. Lehiste, J. Ross. Tallinn: Institute of Estonian Language, 125–135.
- Hint, Mati 1998.** Why syllabic quantity? Why not the foot? – *Proceedings of the Finnish Phonetics Symposium*, August 11–14, 1998, Pärnu. *Linguistica Uralica* 34 (3), 172–177.
- Iivonen jt 2001** = Antti Iivonen, Kirsi Harinen, Leena Keinänen, Hanna Liisanantti, Einar Meister, Launo Tuuri. *Moniparametrinen puhujantunnistus*. – 21. fonetiikan päivät. Turku 4.–5.1.2001. Eds. S. Ojala, J. Tuomainen. (= Publications of the Department of Finnish and General Linguistics of the University of Turku. Turun yliopiston suomalaisen ja yleisen kielitieteen laitoksen julkaisuja 67.) Turku, 81–95.
- Kerge, Krista, Meelis Mihkla, Hille Pajupuu 2002.** Modelling the Estonian general questions with the *kas*-particle. – *Fonetiikan päivät 2002. The phonetics symposium 2002*. Helsinki University of Technology. Laboratory of Acoustics and Audio Signal Processing, report 67. Ed. P. Korhonen. Espoo, 187–194.
- Kettunen, Lauri 1913.** *Lautgeschichtliche Untersuchung über kodaferschen Dialekt*. Helsinki: Suomalais-Ugrilainen Seura.
- Kraut, Einar 2000.** *Eesti keele hääldamine. Käsiraamat harjutuste ja helinäidetega*. Tallinn: Tea Kirjastus.
- Krull, Diana 1991.** Stability of some Estonian duration relations. – *Phonetic Experimental Research, Institute of Linguistics, University of Stockholm (PERILUS) XIII*, 57–60.
- Krull, Diana 1992.** Temporal and tonal correlates to quantity in Estonian. – *Nordic Prosody VI: Papers from a Symposium*. Eds. B. Granström, L. Nord. Stockholm: Almqvist & Wicksell, 137–150.
- Krull, Diana 1993.** Word prosodic features in Estonian conversational speech. – *Working Papers 41, Proceedings of an ASCA Workshop on Prosody*, September 27–29, 1993. Lund: Lund University, Department of Linguistics, 148–152.

- Krull, Diana 1997.** Prepausal lengthening in Estonian: Evidence from Conversational speech. – Estonian prosody: Papers from a symposium. Proceedings of the International Symposium on Estonian prosody. Tallinn, Estonia, October 29–30, 1996. Eds. I. Lehiste, J. Ross. Tallinn: Institute of Estonian Language, 136–148.
- Krull, Diana 1998.** Perception of Estonian word prosody. A study of words extracted from conversational speech. – Proceedings of the Finnic Phonetics Symposium, August 11–14, 1998, Pärnu. *Linguistica Uralica* 34 (3), 167–171.
- Krull, Diana 1999.** Foot isochrony in Estonian. – Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic Sciences, San Francisco, Proceedings of the XIVth ICPhS, August 1–7, San Francisco, 1063–1065.
- Krull, Diana 2001.** Perception of Estonian word prosody in whispered speech. – Nordic Prosody. Proceedings of the VIII Conference, Trondheim 2000. Eds. W. A. van Dommelen, T. Fretheim. Frankfurt am Main: Peter Lang, 153–164.
- Krull, Diana, Hartmut Traunmüller 2000.** Perception of quantity in Estonian. – Proceedings from Fonetik 2000, University of Skövde, 85–88.
- Krull, Diana, Hartmut Traunmüller 2002.** Perception of quantity in Estonian II. – Proceedings from Fonetik 2002, TMH-QPSR 43, Royal Institute of Technology. Stockholm, 57–60.
- Lehiste, Ilse 1970a.** Suprasegmentals. Cambridge and London: MIT Press.
- Lehiste, Ilse 1970b.** Diphthongs versus vowel sequences in Estonian. – Proceedings of the VIth ICPhS, Prague 1967 (Academia Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences), 539–544 (+ 1 plate).
- Lehiste, Ilse 1997.** Search for phonetic correlates in Estonian prosody. – Estonian prosody: Papers from a symposium. Proceedings of the International Symposium on Estonian prosody. Tallinn, Estonia, October 29–30, 1996. Eds. I. Lehiste, J. Ross. Tallinn: Institute of Estonian Language, 11–35.
- Lehiste, Ilse 1998.** Partitive or illative? – Proceedings of the Finnic Phonetics Symposium, August 11–14, 1998, Pärnu. *Linguistica Uralica* 34 (3), 162–166.
- Lehiste, Ilse 2001.** The abessive and its competitors. – *Congressus Nonus Internationalis Fenno-Ugristarum 7.–13.8.2000. Tartu. Pars V. Dissertationes sectionum: linguistica II.* Redegit T. Seilenthal, curaverunt A. Nurk, T. Palo. Tartu, 243–247.
- Lehiste, Ilse, Jaan Ross (toim.) 1997.** Estonian prosody: Papers from a symposium. Proceedings of the International Symposium on Estonian prosody. Tallinn, Estonia, October 29–30, 1996. Tallinn: Institute of Estonian Language.
- Meister, Einar 2001.** Towards speech recognition in Estonian. – 21. fonetiikan päivät, Turku 4.–5.1.2001. Eds. S. Ojala, J. Tuomainen. (= Publications of the Department of Finnish and General Linguistics of the University of Turku, Turun yliopiston suomalaisen ja yleisen kielitieteen laitoksen julkaisuja 67.) Turku, 59–70.
- Meister, Einar 2002.** Kõneleja-spetsiifiliste tunnuste otsingul. – Tähendusepüüdja. Pühendusteos professor Haldur Õimu 60. sünnipäevaks 22. jaanuaril 2002. Toim. R. Pajusalu, T. Hennoste. (= Tartu Ülikooli üldkeeleteaduse õppetooli toimetised 3.) Tartu, 266–284.
- Meister, Einar, Arvo Eek 1996.** Estonian Phonetic Database: Development and Realisation. – Proceedings of the Second International Baltic Workshop on Databases and Information Systems, Tallinn, June 12–14, 1996, vol. 2, 159–168.

- Meister jt 1999** = Einar Meister, Arvo Eek, Toomas Altosaar, Martti Vainio. The Estonian Phonetic Database in the Quicksig Object-Oriented Environment. – Proceedings of the International Workshop on Computational Linguistics and its Applications, Tarusa, vol. 2, 347–350.
- Meister jt 2000** = Einar Meister, Arvo Eek, Toomas Altosaar, Martti Vainio. Object-Oriented Access to the Estonian Phonetic Database. – Proceedings of the Second International Conference on Language Resources and Evaluation, Athens, Greece, 31 May – 2 June 2000, vol. 1, 269–272.
- Meister jt 2001** = Einar Meister, B. Lobanov, R. Vahisalu, T. Levkovskaya, V. Kisialou, Peeter Tatter, Jürgen Lasn. Spoken Dialogue System for Mobile Parking. – Proceedings of the International Workshop SPEECH and COMPUTER (SPECOM '2001), Moscow, Russia, 29–31 October, 2001; 123–126.
- Meister jt 2002** = Einar Meister, Jürgen Lasn, Lya Meister. Estonian SpeechDat: a project in progress. – Fonetiikan päivät 2002. The phonetics symposium 2002. Helsinki University of Technology. Laboratory of Acoustics and Audio Signal Processing, report 67. Ed. P. Korhonen. Espoo, 21–26.
- Mihkla, Meelis, Arvo Eek, Einar Meister 1998a.** Creation of the Estonian Diphone Database for Text-to-Speech Synthesis. – Proceedings of the Finnic Phonetics Symposium, August 11–14, 1998, Pärnu. *Linguistica Uralica* 34 (3), 334–340.
- Mihkla, Meelis, Arvo Eek, Einar Meister 1998b.** Text-to-speech Synthesis of Estonian. – Proceedings of 6th European Conference on Speech Communication and Technology, Budapest, vol. 5, 2095–2098.
- Mihkla, Meelis, Arvo Eek, Einar Meister 1999.** Diphone Synthesis of Estonian. – Proceedings of the International Workshop on Computational Linguistics and its Applications, Tarusa, vol. 2, 351–353.
- Mihkla, Meelis, Einar Meister 2002.** Eesti keele tekst–kõne–süntees. – *Keel ja Kirjandus* 2, 88–97; 3, 173–182.
- Mihkla, Meelis, Einar Meister, Arvo Eek 2000.** Eesti keele tekst–kõne süntees: grafeem–foneem teisendus ja prosoodia modelleerimine. – *Arvutuslingvistikalt inimesele. Toim. T. Hennoste.* (= Tartu Ülikooli üldkeeleteaduse õppetooli toimetised 1.) Tartu, 309–319.
- Mihkla, Meelis, Einar Meister, Jürgen Lasn 2001.** Quality Evaluation of Estonian Text-to-Speech Synthesis. – Proceedings of the International Workshop SPEECH and COMPUTER (SPECOM '2001), Moscow, Russia, 29–31 October, 2001; 163–166.
- Mihkla jt 2000** = Meelis Mihkla, Einar Meister, Arvo Eek, Indrek Hein, Peeter Tatter. Non-words interpreter, prosody generator and screen reader for the Estonian text-to-speech synthesizer. – Proceedings of the International Workshop Dialogue '2000. Computational Linguistics and Its Applications, vol. 2 (Applications). Ed. A. S. Narin'yani. Protvino, 399–407.
- Mihkla jt 2001a** = Meelis Mihkla, Einar Meister, Arvo Eek, Jürgen Lasn. Testing the quality of Estonian text-to-speech synthesis. – 21. fonetiikan päivät, Turku 4.–5.1.2001. Eds. S. Ojala, J. Tuomainen. (= Publications of the Department of Finnish and General Linguistics of the University of Turku, Turun yliopiston suomalaisen ja yleisen kielitieteen laitoksen julkaisuja 67.) Turku, 40–45.
- Mihkla jt 2001b** = Meelis Mihkla, Einar Meister, Indrek Kiissel, Jürgen Lasn. Evaluation

- of the quality of Estonian text-to-speech synthesis and diphone corrector for the TTS system. – Proceedings of the International Workshop Dialogue '2001, vol. 2 (Applications). Aksakovo, 385–390.
- Näätänen jt 1997** = R. Näätänen, A. Lehtokoski, M. Lennes, M. Cheour, M. Huutiläinen, A. Iivonen, M. Vainio, P. Alku, R. Ilmoniemi, A. Luuk, J. Allik, J. Sinkkonen, K. Alho. Language-specific phoneme representations revealed by electric and magnetic brain responses. – *Nature* 385, 432–434.
- Pajupuu, Hille 1990**. Sugulaskeelte intonatsioonist: eesti ja soome keele võrdlus. – Arvutuslingvistika sektori aastaraamat 1988. Tallinn: Eesti Teaduste Akadeemia Keele ja Kirjanduse Instituut, 145–159.
- Pajupuu, Hille 1999a**. Unustatud keelenähtus. – *Keel ja Kirjandus* 10, 715–716.
- Pajupuu, Hille 1999b**. Eesti lauseintonatsioon. <http://www.eki.ee/teemad/kultuur/inton/inton.html>
- Pajupuu, Hille 2000**. Eesti vokaalid kõnes. <http://www.eki.ee/teemad/akustika/vokaalid.html>
- Pajupuu, Hille, Kaja Tael 1989**. The acoustic parameters and the perception of certain elements of pragmatic structure. – The 28th Acoustic Conference on Physiological Acoustics, Psychoacoustics, Acoustics of Music and Speech. October 3.–6.1989 Strbske Pleso – High Tatras, Czechoslovakia; 298–301.
- Pajusalu, Karl 1998**. Vowel Reduction in South Estonian. – Proceedings of the Finnic Phonetics Symposium, August 11–14, 1998, Pärnu. *Linguistica Uralica* 34 (3), 234–240.
- Pajusalu jt 2000** = Karl Pajusalu, Merike Parve, Pire Teras, Sulev Iva. Võru vokaalid I. (= Tartu Ülikooli eesti keele õppetooli toimetised 13.) Tartu.
- Pajusalu jt 2001** = Karl Pajusalu, Merike Parve, Pire Teras. On the main characteristics of the prosody of South Estonian dialects. – *Congressus Nonus Internationalis Fenno-Ugristarum* 7.–13.8.2000. Tartu. Pars VI. Dissertationes sectionum: linguistica III. Redegit T. Seilenthal, curaverunt A. Nurk; T. Palo. Tartu, 9–13.
- Parve, Merike 1998a**. About the Phonetic Peculiarities of Short Vowels in the Võru Dialect. – Proceedings of the Finnic Phonetics Symposium, August 11–14, 1998, Pärnu. *Linguistica Uralica* 34 (3), 241–246.
- Parve, Merike 1998b**. Võru lühikeste vokaalide foneetilisest omapäradest. – *Õdagumeresoomõ väikuq keeleq. Läänemeresoomõ väikesed keeled.* (= Võro Instituudi toimõtiseq 4.) Võro, 38–46.
- Parve, Merike 1999**. Mõningate Võru vokaalide, eriti *i* kvaliteedist. – *Õdagumeresoomõ veeremaq. Läänemeresoomõ perifeeriad.* (= Võro Instituudi toimõtiseq 6.) Võro, 179–188.
- Parve, Merike 2000**. On the acoustics of short monophthongs in Vastseliina (South Estonian). – *Linguistica Uralica* 36, 241–260.
- Peters, Willi 1926**. Esimene katse eesti keele kõnemeloodia võrdlevas uurimises [1. osa]. – *Eesti Keel* 7–8, 133–178.
- Peters, Willi 1927a**. Esimene katse eesti keele kõnemeloodia võrdlevas uurimises [2. osa]. – *Eesti Keel* 1–3, 1–48.
- Peters, Willi 1927b**. Sprechmelodische Motive, nachgewiesen in experimental-phonetischen Aufnahmen estnischer Versrezitation. (= Verhandlungen der Akademischen Literarischen Vereinigung zu Tartu (Dorpat), III. Akadeemilise Kirjandus-

- ühingu toimetised 3.) Tartu.
- Peters, Willi 1929.** Eksperimentaalfoneetika alged. (= Akadeemilise Emakeele Seltsi toimetised 17.) Tartu.
- Piir, Hille 1985.** Acoustics of the Estonian diphthongs. – *Estonian Papers in Phonetics* 1982/83, 4–103.
- Pöldre, Elin 1938.** Intonatsiooni, kvantiteedi ja dünaamilise rõhu suhteist eesti keeles. – *Eesti Keel* 6, 164–183.
- Rannut, Mart 1986.** Consonant combinatorics in Estonian. – *Estonian Papers in Phonetics* 1984–1985. Tallinn, 132–166.
- Rannut, Mart 2000.** Vene aktsendist eesti keeles. – *Eesti keele kui teise keele õpetamine. Artiklite kogumik. I osa.* Tallinn: EV Haridusministeerium, 7–17.
- Roach jt 1998** = S. Roach, W. Arnfield, S. Barry, M. Dimitrova, A. Boldea, W. Fourcin, R. Gonet, E. Gubrynowicz, L. Hallum, L. Lamel, K. Marasek, A. Marchal, E. Meister, K. Vicsi. BABEL: A Database of Central and Eastern European Languages. – *Proceedings of the First International Conference on Languages Resources and Evaluation, Granada, Spain, May 28–30, 1998, vol. 1, 371–374.*
- Ross, Jaan, Ilse Lehiste 2001.** *The Temporal Structure of Estonian Runic Songs.* Berlin and New York: Mouton de Gruyter.
- Teras, Pire 1998a.** About the Acoustics of Long and Overlong Vowels in the Võru Dialect. – *Proceedings of the Finnic Phonetics Symposium, August 11–14, 1998, Pärnu. Linguistica Uralica* 34 (3), 247–251.
- Teras, Pire 1998b.** Võru murde pikkade ja ülipikkade vokaalide akustikast. – *Õdagumeresoomõ väikuq keeleq. Läänemeresoomõ väikesed keeled.* (= Võro Instituudi toimõtiseq 4.) Võro, 47–56.
- Teras, Pire 1999.** Keskkõrgete vokaalide kõrgenemine Võru murdes. – *Õdagumeresoomõ veeremaq. Läänemeresoomõ perifeeriad.* (= Võro Instituudi toimõtiseq 6.) Võro, 189–201.
- Teras, Pire 2001.** The Raising of Mid Vowels in the Võru Dialect. – 21. fonetiikan päivät. Turku 4.–5.1.2001. Eds. S. Ojala, J. Tuomainen. (= Publications of the Department of Finnish and General Linguistics of the University of Turku. Turun yliopiston suomalaisen ja yleisen kielitieteen laitoksen julkaisuja 67.) Turku, 169–178.
- Teras, Pire 2002.** The perception of vowel-quality of the Võru dialect. – *Fonetiikan päivät 2002. The phonetics symposium 2002.* Helsinki University of Technology. Laboratory of Acoustics and Audio Signal Processing, report 67. Ed. P. Korhonen. Espoo, 93–100.
- Vende, Kullo 1973.** Phonetic conditioning factors of pitch in Estonian vowels. – *Estonian Papers in Phonetics* 1973, 46–85.
- Vende, Kullo 1982.** Intonation of question and answer in Estonian: II. Synthetic Stimuli. – *Estonian Papers in Phonetics* 1980–1981, 77–107.
- Vende, Kullo 1987.** The basic intonation contours of the principal communicative types of utterances in English and Estonian. – *In Honor of Ilse Lehiste. Ilse Lehiste Pühendusteos.* Eds. R. Channon, L. Shockey. Dordrecht: Foris Publications, 277–293.
- Veske, Mihkel 1879.** *Eesti keele healte õpetus ja kirjutuse viis.* Tartu.
- Vurma, Allan, Jaan Ross 2000.** Priorities in voice training: Carrying power or tone quality. – *Musicae Scientiae* 4 (1), 75–92.

- Vurma, Allan, Jaan Ross 2002.** Where is a singer's voice if it is placed „forward”? –
Journal of Voice 16 (3), 383–391.
- Wiik, Kalevi 1991.** Foneetika alused. Tlk ja kohandanud J. Valge. Tartu: Tartu Ülikool ja
Turu Ülikool.