

Tartu Ülikool
Molekulaar- ja rakubioloogia instituut
Loodusteaduste didaktika lektoraat

Külli Kübar

**Eestikeelse kõnesünteesi kasutatavus bioloogiaalaste tekstide
edastamisel nägemispuuetega õpilastele**

Magistritöö bioloogia didaktikas

Juhendaja: dots. Tago Sarapuu

Tartu 2005

Sisukord

Sissejuhatus	3
1. Kirjanduse ülevaade	5
1.1. Tekstid kui nägemispuuetega laste õppematerjal	5
1.2. Tekstitöötamise mudel	7
1.3. Eestikeelne kõnesüntees	12
2. Materjal ja metoodika	17
2.1. Valim	17
2.2. Tekstid	17
2.3. Essee	18
2.4. Hinnanguleht	18
2.5. Helimaterjali ettevalmistus ja esitus	18
2.6. Katse korraldus	19
2.7. Teksti ja esseede analüüs	20
2.8. Andmete analüüs	21
3. Tulemused ja arutelu	24
3.1. Kuulajate hinnang teksti huvitavusele ja ainevaldkonna tuntusele ...	24
3.2. Tekstide iseloomustus	24
3.3. Meenutatud lausete arv	42
3.4. Lausete järjestus	52
3.5. Vigade arv esseedes	58
Kokkuvõte	63
Summary	65
Viidatud kirjandus	67
Lisad	
Tööga seonduv publikatsioon	

Sissejuhatus

Tänapäeva infoühiskonda integreerumisel peab iga inimene pidevalt vastu võtma ja töötleva palju mitmesugust teavet. Enamik infost jõuab meieni visuaalselt. Kuigi suure osa sellest saab ka kuulmise vahendusel, jääb palju infot siiski kättesaadavaks vaid nägemise kaudu. Uute teabekandjate hulgas on multimeedialahendusi, mis toimivad personaalarvutis, internetis, mobiilsides ja avalike teenuste sektoris. Nägemispuuetega inimestele on kuulmine aga esmatahtsaks infokanaliks. Mistahes teksti automaatne teisendamine kõneks kuulub kõnetehnoloogia haru kõnesünteesi valdkonda. Suhtlus infotehnoloogia keskkonnas areneb loomuliku keele suunas ja esitatavad nõuded sünteeskõne kvaliteedile üha suurenevad. On ju kunstliku kõlaga kõne puhul oht väsimuse tekkeks ning töö häirimiseks, seda eriti aegavõtvate ülesannete ja pikkade tekstide korral.

Et meil antakse haridust valdavalt eesti keeles, on üldhariduskoolides ainumõeldav eestikeelse kõnesünteesi kasutamine. Kõnetehnoloogia on olemuselt keelespetsiifiline – igale keelele tuleb luua oma tehnoloogilised komponendid. Suurte keelte – inglise, saksa, prantsuse jt – puhul paigutatakse tehnoloogiaarendusse palju ressursse, väiksemate keelte korral ei taga turunõudlus piisavaid materiaalseid vahendeid, vaid vajalik on riigipoolne toetus. Eestis õpib nägemispuuetega õpilaste koolis veidi üle 100 õpilase, kuid hinnanguliselt võib üldhariduskoolis ja lasteaias olla kokku umbes 1000 nägemispuuetega last (vt. nt. Ojamo, 2004). Nägemispuuetega inimesi on meil aga kokku umbes 20000. Peale nende saavad kõnesünteesi abivahendina kasutada ka liikumis- ja kõnepuuetega inimesed.

Suuremate keelte kõnesüntesaatoreid on uuritud nii üksikutest sõnadest ja lausetest kui ka pikematest tekstidest arusaamise osas. Tulemusi on võrreldud inimese poolt ettelugemisega ning saadud ühtedel juhtudel tõendeid inimkõne paremast arusaadavusest (vt. nt. Reynolds *et al.*, 2001), teistel aga sama heast

arusaadavusest kui loomuliku kõne puhul (vt. nt. Hensil, Whittaker, 2000). See on ka mõistetav, sest masinkõnest arusaamine sõltub selle kvaliteedist. Eestikeelset kõnesünteesi pole tekstidest arusaamise osas seni uuritud, teiste keelte kõnesünteesi hinnanguid ei saa aga eestikeelsele kõnesünteesile otseselt üle kanda.

Käesoleva töö eesmärgiks oli välja selgitada, kas arvuti poolt etteloetud tekste saab rakendada samaväärselt inimkõne salvestistega. Et hinnata eestikeelse kõnesünteesi kasutatavust, peab eelkõige teadma, kuidas teksti kuulamine kõnesünteesiga mõjutab sellest arusaamist. Lähtudes sellest, et teksti mõistmine saavutatakse kuulamise ajal toimuvate tekstitöötlusprotsesside vahendusel ja et meenutamise andmete põhjal on võimalik neid protsesse usaldusväärselt hinnata, seati käesolevas töös järgmised uurimisküsimused:

1. Kuidas mõjutab kõnesünteesiga ja inimese poolt tekstide ettelugemine järgnevalt kirjutatud esseede struktuuri?
2. Milline on tekstidest arusaamise seos nende keerukuse ja esitusviisiga?
3. Millised erinevused on täiskasvanutel ja õpilastel masinkõnest arusaamises ja selle reprodutseerimises?

Käesoleva töö koostamisel on olnud abiks mitmed Tartu Ülikooli loodusteaduste didaktika lektoraadi ja Tartu Emajõe Kooli töötajad. Minu eriline tänu kuulub juhendajale Tago Sarapuule, samuti Kai Patale ja Margus Pedastele, kelle nõuanded aitasid muuta töö sisukamaks.

1. Kirjanduse ülevaade

1.1. Tekstid kui nägemispuuetega laste õppematerjal

Nägemisteravuse ja vaatevälja alusel jagunevad inimesed normaalselt nägevateks (nägemisteravus $>0,3$), vaegnägevateks (nägemisteravus $0,3-0,05$ ja/või vaateväli $10^{\circ}-20^{\circ}$) ning pimedateks (nägemisteravus $<0,05$ ja/või vaateväli $<10^{\circ}$) (The prevention..., 1973). Nägemisteravuse langus väljendub selles, et ei suudeta eristada esemete piirjooni. See, mida meie eristame 60 cm kauguselt, on vaegnägevale lapsele sõltuvalt puudeastmest nähtav vahemikus 3-18 cm. Pimedal lapsel nägemine puudub või on väga vähene, võimaldades eristada sõrmelaiusi esemeid lähemalt kui 3 m. Vaatevälja kitsenemine toob kaasa selle, et korraga hoomatakse väga väikest piirkonda. Mida lähemalt eset vaadatakse, seda väiksemat fragmenti sellest nähakse. Nii ei näe laps enam tervet lehekülje laiust lähemalt kui 50 cm. Kui samalt kauguselt ei nähta enam kämblalaiust piirkonda, on tegu pimesusega.

Inimese tegelikud nägemispuuded täpsustuvad aga igapäevase toimetuleku alusel erinevates eluvaldkondades. Näiteks võib keegi kasutada kodustes toimetustes ning suhtlemisel vaegnägeva inimese vahendeid ja võtteid, lugemisel aga pimedate tehnikaid. Mõni teine inimene võib küll liikumisel vajada kõrvalist abi, kuid kitsas piirkonnas näha nagu normaalselt nägev inimene.

Nägemispuuetega lapsed õpivad vastavalt üldhariduskooli õppekavale ja eesmärkidele: omandada bioloogiateaduses kasutatavaid mõisteid, õppida kasutama usaldusväärseid bioloogiaalase info allikaid ja harjutada bioloogiale omaste töömeetodite kasutamist. Nägemispuuetega õpilased osalevad võimalikult iseseisvalt praktilistes töodes ja ühistes aruteludes (Erwin *et al.*, 2001) ning otsivad vastavasisulist taustinfot (vt. nt. Cox, Dykes, 2001; Douglas, 2001; Corn, Wall, 2002).

Pimedad inimesed loevad ja kirjutavad punktkirja, mida kombitakse sõrmedega vasakult paremale ja ülalt alla – sarnaselt trükitud tekstile. Vaegnägevad inimesed loevad trükitud tekste tavapärasel kirjas, kuid need peavad olema kontrastsed ja hea kvaliteediga. Lisaks kasutavad nad suurendavaid abivahendeid nagu luupe ja lugemistelereid (Cox, Dykes, 2001; Corn, Koenig, 2002; Griffin *et al.*, 2002). Kuigi tekstist saadakse lõpptulemusena ühtviisi hästi aru, kulub lugemiseks rohkem aega kui normaalselt nägevatel inimestel (Corn *et al.*, 2002). Kui õpilastele pole võimalik lisaega anda, tuleks kasutada helimaterjale (Gompel *et al.*, 2004; Hansen *et al.*, 2002). Raamatute kõrval osaliselt helimaterjalide kasutamine – nii inimese poolt kui ka kõnesünteesiga ettelõetult – on perspektiivne ka seetõttu, et punktkirjaraamatute valmistamine on väga kulukas ja aeganõudev, suurendavad abivahendid on kallid ja neid ei saa igale poole kaasa võtta. On leitud, et helimaterjal võimaldab õppida sama tulemuslikkusega kui visuaalne tekst (Koroghlanian, Sullivan, 1999). See omab tähtsust ka normaalselt nägevate laste õppes, sest on olukordi, kus vaadates näiteks arvuti ekraanil olevat pilti, tuleb selgitused lisada suuliselt.

Ka sünnist saadik pimedad lapsed töötlevad verbaalset infot samamoodi kui nägevad lapsed. Täiskasvanuna toimub neil kõne tajuanalüüs isegi kiiremini kui nägevatel täiskasvanutel (Röder *et al.*, 2003). Pimedad inimesed peavad teksti lugedes või kuulates ületama rea probleeme. Nende tekstiedastusvahendid on lineaarsed, ei võimalda erinevat kujundust ega abistava visuaalse info kasutamist. See raskendab teksti kui terviku tajumist, huvitavate kohtade leidmist või paralleelselt erinevate lõikude vaatlemist. Et saada tekstist aru võrdselt nägevate õpilastega, peavad pimedad lapsed kasutama täiendavaid tekstitöötlusevõtteid nii info salvestamisel mällu kui ka meenutamisel. On täheldatud, et pimedad õpilased loevad teksti tavaliselt mitu korda, loovad pigem tähendusel kui tajul põhinevaid teadmiste võrgustikke ja kängivad lineaarset infot elementideks sarnaselt teksti lõikude, alapealkirjade ja ideedega (Hoz, Alon, 2001). Whittaker (2003) ei pea suhtluses nägemist oluliseks, esitades tõendeid kõne piisavuse kasuks ja möönab vaid esemete kohta käiva visuaalse info väärtuslikkust.

Tavalistes tekstides esitatakse info lineaarselt. Nende põhjal on lihtne koostada ajalist, põhjuslikku, eesmärgipärast ja emotsionaalset infot sisaldavaid mudeleid, raske aga ruumilisi mudeleid, sest esimesed seostuvad lineaarselt ning on tekstiga isomorfsed, ruumilised mudelid aga mitte (Zwaan, Graesser, 1993).

Loodusteaduslikud tekstid erinevad teistest mitmete tunnuste poolest. Neist on raskem aru saada, lugejate individuaalne valmisolek nende mõistmiseks on väga erinev. Seejuures on oluline teksti sisu, mis pole juhuslik või triviaalne, vaid kujutab endast üht viisi, kuidas materjali organiseerida ja seletada (Graesser *et al.*, 2002). Tekstide roll loodusteaduste õpetamises on aja jooksul muutunud. Praegu kasutatakse õpikute kõrval järjest rohkem erinevaid infoallikaid, kuulates ja lugedes neid kriitiliselt, rakendatakse multimeedialahendusi ja infokommunikatsioonitehnoloogiaid ja -keskkondi (vt. nt. Yore *et al.*, 2003).

Nägemispuuetega inimeste täpset arvu Eestis ei ole teada, sest nende registrit meil ei peeta. Soomes on aga vastavate puuetega inimesed arvele võetud (Ojamo, 2004) ning seetõttu on teada, et nende protsent on kogu elanikkonnast 1,5%. Neist valdav enamik on pensioniealised (82%), vähem on tööealisi (13%) ning lapsi ja noori (5%). Arvestades seda, et Eesti elanike arv on 1,35 miljonit (Eesti..., 2005), võib nägemispuuetega inimesi olla kokku umbes 20 000, lapsi ja noori aga 1000. Eestis käib nägemispuuetega õpilaste koolis umbes sada vaegnägevat ja pimedat õpilast, paljud saavad hariduse aga üldhariduskoolis.

1.2. Tekstitöötamise mudel

Tekstid ja tekstitöötamine on pikaajaliste traditsioonidega uurimisvaldkond, liites keeleteadlasi, psühholooge ja haridusteadlasi. Käesolevas töös lähtuti van Dijki ja Kintschi teoreetilisest mudelist (1983). Nimetatud autorite käsitus kuulub kognitiivse psühholoogia fundamentaalsete tööde hulka (vt. nt. Eysenck, Keane, 2000).

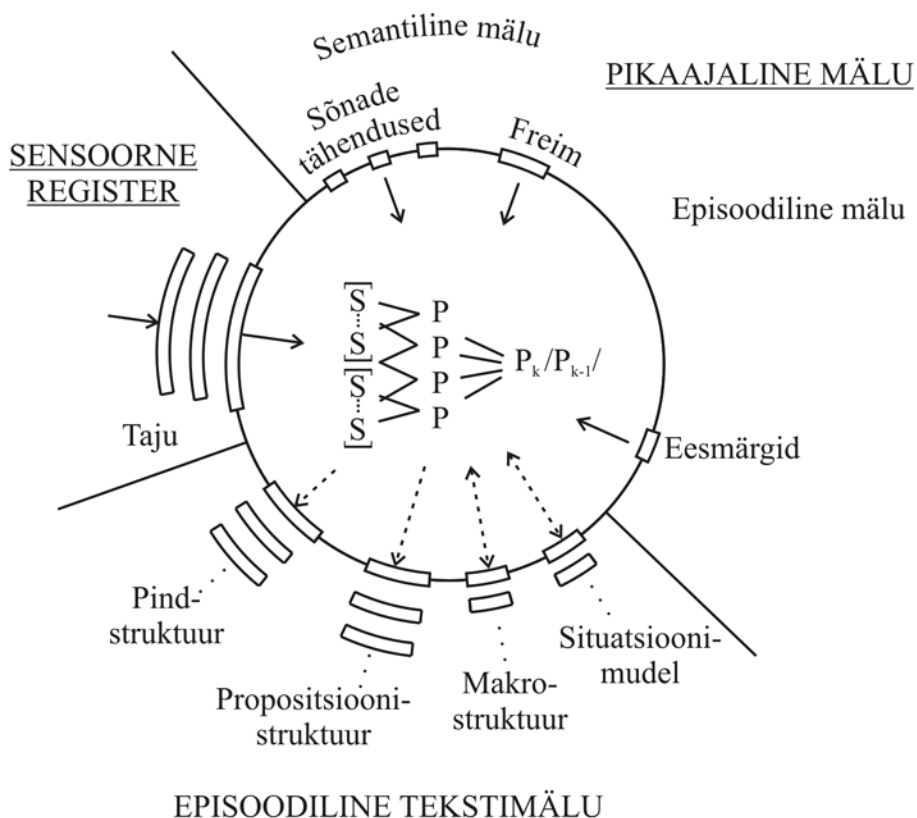
Teksti lugemise või kuulamise ajal toimub keerukas ja mitmetasandiline vaimne tegevus, mis algab häälikute ja sõnade töötusega ning jätkub lauseanalüüsi ja sisu tõlgendamise, olles samal ajal vastastikusel toimes paljude teiste kuulajast tingitud teguritega. Erinevate tasandite vahel toimub pidev infovahetus. Näiteks ei alga lause sisu tõlgendamine kohe, kui lauseanalüüs on lõpule viidud, vaid juba esimeste sõnade sisendiga. Edasine lauseanalüüs võib juba kasutada infot tähenduse tasandilt. Näiteks kui lause algab sõnaga “professor”, kitseneb oodatavate sõnade hulk, mis sobiks järgmiseks sõnaks, ning see hõlbustab edasist arusaamist.

Töötuses olev lause peab seostuma eelmiste lausetega. Jutustavates tekstides ühilduvad paljud laused omavahel ajalis-põhjuslikult, kujutades üksteise järel asetleidvaid fakte. Kirjeldavates tekstides seostuvad laused valdavalt funktsionaalselt: täpsustades, üldistades, vastandades või muul viisil seostades ühte lauset teisega (van Dijk, Kintsch, 1983). Esimest seostumistüüpi illustreerib lause “Kui vennal oleks raha, siis ta ostaks uue auto.” Teist seostumistüüpi näitlikustab aga järgmine lausepaar: “Professor palkas assistendi. Tal olid punased juuksed.”

Seejuures eristuvad teiste hulgast olulisena laused, mis sisaldavad lõigu sisukokkuvõtet ning kontrollivad ja hõlbustavad töötust kogu lõigu piires. Need laused moodustavad kokku teksti sisu abstraktse kirjelduse ja jäävad meelde suurema tõenäosusega. Vahel selline lause tekstis puudub ja kuulaja peab selle ise juurde konstrueerima. Puuduvad laused ja seosed luuakse järelaluslikult, kasutades olemasolevaid teadmisi.

Kui teksti üldine jaotus vastab ootuspärasele skeemile, siis kulgeb töötusprotsess sujuvalt. Kuulamise käigus koostatakse sisemine tekstirepresentatsioon, mis koondab infot sõnade, lausete, tähenduste, teksti skeemi ja eesmärkide tasandilt ning on hierarhiline, st. madalamat järku ühikud, seostudes omavahel, moodustavad kõrgemat järku ühikuid. Tekstist arusaamine eeldab samal ajal ka situatsioonimudeli konstrueerimist. See ei lähtu tühjalt kohalt, vaid kasutab

olemasolevat infot kuulaja pikaajalises mälus. Situatsioonimudel on aluseks teksti tõlgendamisel. Kui tekst on keerukas, situatsioon aga iseenesest lihtne, keskendub kuulaja situatsioonimudelile ja jätab tähelepanuta tekstirepresentatsiooni. Vastupidisel juhul, kui tekst on lihtne, situatsioon aga keerukas ja ebamäärane, panustab ta tekstirepresentatsioonile situatsioonimudeli arvel (Kintsch, 1986).



Joonis 1. Teksti töötlus mälusüsteemis (van Dijk, Kintsch, 1983). Keskel on kujutatud töömälu, kus saab korraga olla ainult üks, töötluses olev lihtlause: sõnad (S) ja nende tähendused (aatompropositsioonid P), mis omavaheliste suhete alusel skeemi paigutatuna moodustavad propositsiooni (P_k). Lisaks on töömälus seostamiseks vajalik osa eelmise lause propositsioonist (P_{k-1}).

Joonisel 1 (van Dijk, Kintsch, 1983) on kujutatud tekstitöötamise mudeli tööpõhimõtte. Selle keskosas on esitatud konkreetsel ajahetkel toimuv töötus, ringjoonel aga erinevad mälusüsteemid, mis on sellega vastastikusel infovahetuses. Ümbritsevaid süsteeme on kolm. Esiteks, sensoorne register, mis

edastab tajuinfot kesksele protsessorile. Teiseks, pikaajaline mälu, kus paiknevad üldised teadmised (näiteks freim, mis piiritleb parajasti töötles oleva objekti) ja isiklikud kogemused, aga ka eesmärgid, huvid ning emotsioonid. Kolmandaks, situatsioonimudelid ja konstrueeritavast tekstirepresentatsioonist koosnev episoodiline tekstimälu. Viimase elemente kujutatakse joonisel kolonnidena, mille lähemasse otsa lisatakse järk-järgult uusi elemente ja mille kaugemad osad nihkuvad järjest kaugemale. Vaid mõni element on kättesaadav äsjase töötuse tõttu. Ülejäänud elementide meenutamiseks on vaja meenutamise ajendeid (Ericsson, Kintsch, 1995).

Info salvestatakse pikaajalises mälus ning selle kasutamine ehk mälust ammutamine sõltub meenutamise ajenditest. Mida sügavam on töötus, seda püsivam, rikkam ja eristatavam on selle tagajärjel tekkiv mälujälge. Meeldetuletamine peegeldab seda mälujälge püsivust (Tulving, 1990).

Van Dijk ja Kintsch (1983) esitavad põhijoontes ka tekstiproduktioonimudeli. Selle järgi koostatakse esmalt teksti sisu abstraktne plaan, kasutades olemasolevaid teadmisi ja situatsioonimudeli elemente. Järgmisena tuleb välja töötada lineaarne tekstirepresentatsioon, arvestades seostamisvõimalusi ning lõpuks moodustatakse pindstruktuurid, lähtudes semantilistest ja pragmaatilistest kaalutlustest. Kuigi operatsioonid ja nende järjekord on erinevad võrreldes tekstist arusaamisega, kasutatakse tõenäoliselt osaliselt samu ja omavahel seotud strateegiaid. See on kooskõlas ka üldise põhimõttega, et arusaamine pole passiivne analüüs, vaid konstruktiivne protsess. Nii on arusaamise mudelis väga olulise ülalt alla töötuse puhul samuti tegemist lause- ja tekstistruktuuride ja tähenduste osalise planeerimisega. Ühtlasi seletab mudel ka seda, kuidas meeldetuletamisel tekst reprodutseeritakse.

Mahukate protsesside läbiviimisel võib piiravaks "pudelikaelaks" osutada töömälu maht, mis arvatakse olevat 7 ± 2 ühikut (Miller, 1956). See puudutab eelkõige tahtelist mõttetegevust. Taolise aeglustumise vältimiseks kasutatakse töömälu mahtu võimalikult ökonoomselt ja korduvalt kasutatud operatsioonid

muutuvad automaatseteks. Sellised on näiteks häälikute ja sõnade äratundmine ning lauseanalüüs. Keerukamad tekstitöötuseoskused on koolieas alles kujunemisjärgus, täiskasvanutel võivad aga kulgeda juba automaatselt, näiteks oluliste lausete leidmine teiste hulgast ja teksti sisu abstraktse kirjelduse tuletamine ning teksti jaotus taustinfoks, sündmusteks jne. (vt. nt. Eggen, Kauchak, 1992; Kintsch, 1990). Isegi kui kuulaja suudab põhimõtteliselt läbi viia keeruka teksti töötuse, võib ta sellega mitte hakkama saada, kui töömälu on hetkel üle koormatud. Kõige rohkem infot meenutatakse tekstist, mis sobib oma keerukuselt lugeja teadmiste tasemega (Mannes, Kintsch, 1987; Wolfe *et al.*, 1998).

Võrreldes erinevaid tekstitöötuse teooriaid, leidis Richgels (1982), et pedagoogika uurimisvaldkonna ja praktika seisukohalt omab Kintschi mudel kõige suuremat tähtsust. Teised teooriad (vt. nt. Eysenck, Keane, 2000) omistavad suhteliselt suuremat tähtsust olemasolevatele teadmistele, pidades konkreetset tekstirepresentatsiooni väheoluliseks. On leitud, et teksti lugemine ei mõjuta sageli lugeja (väär)arusaamu, kuid teatud tüüpi tekstid haakuvad siiski tulemuslikult lugeja teadmistega ja suudavad neid muuta (Dole, 2000; DeLeeuw, Chi, 2003). Chi esitab vastukaaluks van Dijki ja Kintschi teooria edasiarendusele (Kintsch, 1986) oma käsitluse tekstitöötusprotsessist kui olemasoleva mõttemudeli parandamisest. Ta eeldab, et lugejal on eelnevalt mõttemudel ainevaldkonnast, mille kohta ta hakkab teksti lugema. Kintschi ja Chi lähenemised rõhutavad erinevate siserepresentatsioonide rolli arusaamises: esimene lähtub teksti põhjal loodavast mõttemudelist – sisemisest tekstirepresentatsioonist, loodusteaduslike tekstide puhul ka situatsioonimudelist, teine aga olemasolevast, lugeja varasematel teadmistel põhinevast mõttemudelist. Chi käsitluses on tekst oluline sel määral, mil määral see suudab toimida lugeja mõttemudelile. Kumbki lähenemine seletab erinevalt lugemise uuringutes saadud andmeid. Sisemise järeldamise funktsioon pole Chi arvates mitte tekstis puuduvate lausete ja seoste tuletamine, vaid lugeja olemasoleva mõttemudeli parandamine. Ka Chi seisukohast võib teatud ainevaldkondades arusaamine väljenduda väikeste

muudatustena mõttemudelid ega tarvitse kaasa tuua ühe mudeli asendamist tervikuna teisega.

1980. aastatest alates on Soomes uuritud õpilaste tekstitöötamise protsesse ja tulemusi sõltuvalt erinevatest teguritest (Vauras, 1991). Seejuures analüüsiti kvalitatiivsete meetoditega õpilaste kirjalikke esseesid humanitaar- ja loodusainetes (ajalugu, bioloogia, usuõpetus ja psühholoogia). Saadud tulemustest ilmnes, et töötamise sügavust mõjutab näiteks väline stressor – müra, kuid kuna vaimseid protsesse reguleerivad ühiselt paljud tegurid, ei vähene meenutatud lausete hulk lineaarses seoses müraga. Uurimistulemustest selgus ka info seostatuse mõju tekstitöötamisele. Kui loeti halvasti seostatud teksti, vähenes meenutatud lausete hulk ja vähem tähelepanu pöörati üldistele, lõigu sisukokkuvõtet sisaldavatele lausetele. Seejuures jäid meelde pigem konkreetseid üksikasju sisaldavad laused. Kui aga tekst oli hästi seostatud, esitati info terviklikult ning sobiva üldistusastmega. 1990. aastate lõpus viidi Soomes läbi ulatuslik uurimus õpilaste tekstitöötamise oskuste hindamiseks (Lehto *et al.*, 2001). Selles sisaldunud ülesanded eeldasid kirjeldava teksti abstraktse sisu tuletamist ning põhinesid samal teoreetilisel mudelil, mida kasutatakse käesolevas töös (van Dijk, Kintsch, 1983). Nimetatud asjaolu tõestab veelkord kirjeldatud mudeli rakenduslikku väärtust.

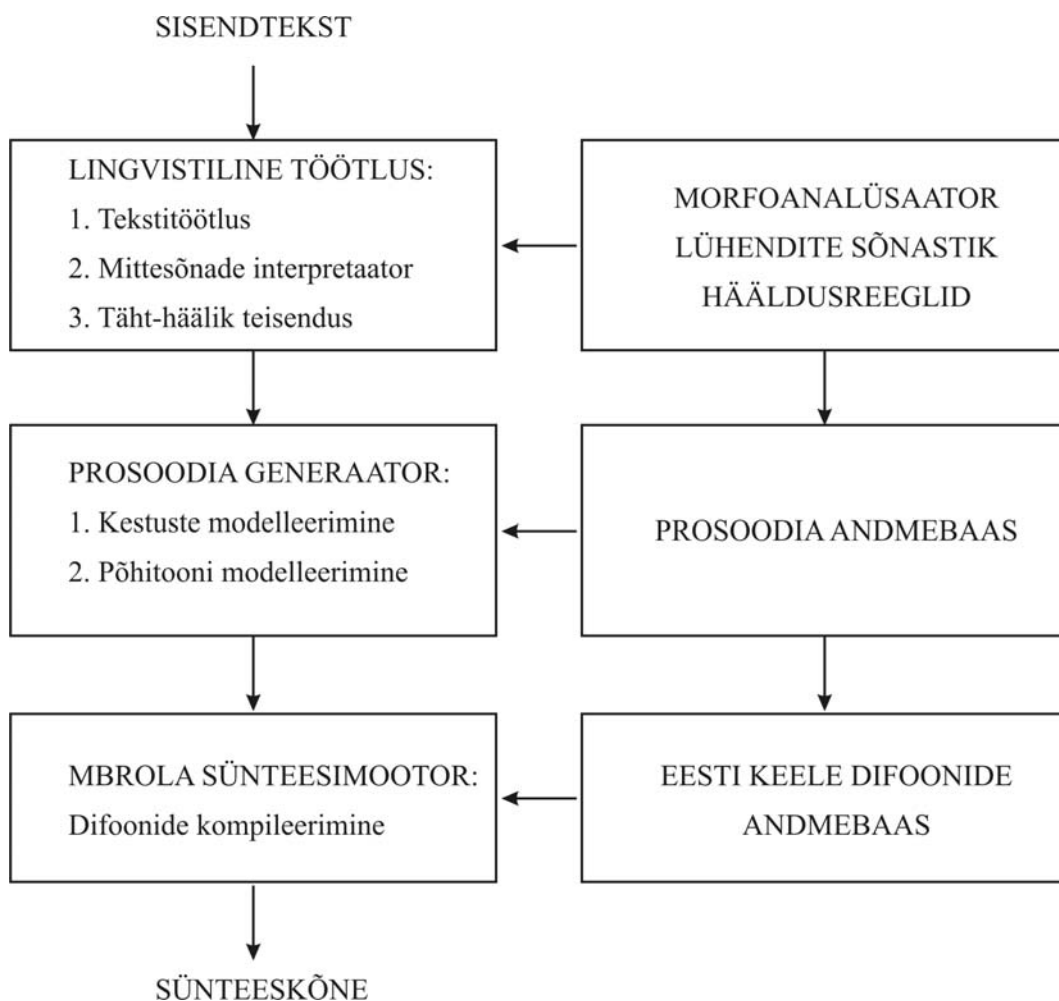
1.3. Eestikeelne kõnesüntees

Kõnetehnoloogia on multidistsiplinaarne uurimisvaldkond, ühendades keeleteaduse, psühholoogia ja arvutiteaduse harusid. Selleks et luua inimestega meeldivalt ja loomulikult kõnelevat programmi, tuleb põhjalikult tunda keele akustilist ja märgilist struktuuri ning inimsuhtluses toimivaid mehhanisme ja strateegiaid. Infokommunikatsioonitehnoloogia areng võimaldab neid teadmisi kasutades luua uusi rakendusi, näiteks täita kõnetuvastuse vahendusel häälkäsklusi, sünteesida teksti kõneks või tõlkida sõnumeid ühest keelest teise (vt. nt. Cole, 1998).

Inimkõnet võib käsitleda lähtuvalt hääleorganite tööst, helilainete omadustest või tajust. Valdkonnas, mis tegeleb sünteeskõne loomise ja kirjeldamisega, kasutatakse eelkõige helilainete omadusi. Kõne kujutab endast ajas pidevalt muutuvaid helilaineid, kus kõige väiksemateks omaette eristuvateks kõnesegmentideks on häälikud. Teksti teisendamine tekst-kõne-sünteesi poolt arusaadavaks ja loomuliku kõlaga kõneks pole veel lõplikult lahendatud probleem. Siiski on kõnesünteesi vahendid loodud paljude maailma keelte tarvis, sealhulgas ka eesti keele jaoks.

Kõnesüntees suudab valjult ette lugeda mistahes teksti, sõltumata sellest, kas see on otse arvutisse sisestatud või skaneeritud ja töödeldud OCR (*Optical Character Recognition*) süsteemi poolt (vt. nt. Dutoit, 1997). Viimati nimetatud programm muudab pildifailis oleva kirja tekstifailiks. Käsitletav tekst-kõne-süntees toodab automaatselt uued laused, mitte ei piirdu teatud arvu sõnade ja lauseosade esitamisega. Sel juhul pole võimalik salvestada kõiki eestikeelseid sõnu.

Meister (2002) on esitanud teksti-kõnesüntesaatori skeemi (joon. 3). Vastavalt sellele teisendatakse kirjalik tekst esmalt lingvistilise keeletöötuse tulemusena hääldustekstiks, märgitakse välted ja palatalisatsioon, leitakse liitsõnapiirid, sõnarõhud ja silbipiirid, mis on vajalikud prosodiageneraatori tööks. Viimase abil luuakse lausetüübile (jutustavale või küsilausele) vastav meloodiakontuur. Sarnaselt teisendatakse sõnadeks tekstis esinevad numbrid ja lühendid. Kõnesignaali genereerimine põhineb inimkõnest väljalõigatud kahehäälikuliste lõikude – difoonide – sobival ühendamisel. Neid kasutatakse seetõttu, et hääliku omadused sõltuvad naaberhäälikust. Tekstis esinevate difoonide saamiseks pöördatakse arvutiandmebaasi, mis sisaldab kõiki eesti keelele iseloomulikke difoone ja need ühendatakse teatud reeglite alusel lõpuks ühtseks lauseks. Eestikeelne teksti-kõnesüntesaator kasutab difoonide kompilleerimiseks Belgias Mons'i Ülikoolis loodud MBROLA (*Multi-Band Resynthesis Overlap Add*) algoritmi.



Joonis 3. Eestikeelse teksti-kõnesüntesaatori struktuurskeem (Meister, 2002).

Kõnetehnoloogia on oma olemuselt keelespetsiifiline: iga keel on unikaalne ja ühe keele tarvis loodud tehnoloogiat ei saa otseselt rakendada mingi teise keele puhul. Loomulikult on teatud tehnoloogilised komponendid universaalsed, st. keelest sõltumatud, kuid need ei moodusta enam kui poole kõigist vajalikest lahendustest. Ülejäänud komponendid on rangelt keelespetsiifilised ja nõuavad väljaarendamiseks küllalt palju ressursse. Seejuures arvatakse, et tehnoloogiaarendus on majanduslikult otstarbekas ainult keelte puhul, mille kõnelejate arv on üle 10 miljoni – väiksemate keelte korral ei taga turunõudlus arenduseks vajalikke ressursse. Seega on ka mõistetav, miks suurte keelte – inglise, saksa, prantsuse jt. – puhul on kõnetehnoloogia areng päris pika sammu

võrra teistest ees.

Kõnesünteesi kvaliteedi hindamise põhikriteeriumideks on väljundkõne arusaadavus, sujuvus ja loomulikkus. Eesti keele tekst-kõne-sünteesi segmentaalset kvaliteeti on hinnatud tähenduseta sõnade testide abil. Võrreldes testimise tulemusi teiste keelte tekst-kõne-süsteemide vastavate näitajatega, võib väita, et eestikeelse kõnesünteesi segmentaalne kvaliteet ei ole neist oluliselt kehvem (Mihkla, Meister, 2002 a, b).

Loomuliku kõlaga kõne saamiseks on vaja modelleerida lause meloodiakontuur või teised suuremate kõnesegmentide tunnused. Praegu loeb süntesaator teksti lausete kaupa, mille kaks tüüpi (jutustav või küsilause) määratakse vastavalt lause kirjavahemärkidele. Seni puudub veel programm, mis leiaks lauses fraasid, ning seetõttu ei saa määrata ülejäänud lausetüüpide meloodiakontuuri ega lisada sõnadele rõhkusid või jätta pidevasse kõnesse pause (Mihkla, Meister, 2002 a, b). Kuulaja peab fraasid eristama sõnavormide, järjekorra jms. alusel, olles mõnikord sunnitud “võitlema” masina vale kõnetempo, rütmi ja intonatsiooniga. Praegused tehnoloogilised piirangud on ületatavad ja eestikeelne kõnesüntees muutub järkjärgult kvaliteetsemaks.

Inglise keele tekst-kõne-süsteemiga ette loetud tekstide meenutamist on palju uuritud. Tulemused erinevad sõltuvalt uurimusest ja loetud materjali tüübist. Näiteks proosalõikudest arusaamine erines võrreldes inimese poolt ettelugemisega minimaalselt või üldse mitte, kuid inimese poolt ette loetud üksikutest sõnadest või üksikutest lausetest arusaamine oli parem (Humes, Nelson, 1993; Hustad *et al.*, 1998; O'Bryan, 2000; Drager, Reichle, 2001; Lai *et al.*, 2001). Nii ingliskeelse kõnesünteesiga kui inimese poolt kuulates võib saavutada sama lugemiskiiruse kui tavalisel lugemisel (Hensil, Whittaker, 2000; Janse 2002; Janse 2003). Eesti keele kõnesüntesaatorit pole tekstidest arusaamise osas seni uuritud.

Kuigi tekstist arusaamine üldiselt ei erine, täheldatakse kõnesünteesi puhul alati pikemat reaktsiooniaega, näiteks vastab kuulaja sünteeskõnes esitatud küsimusele

aeglasemalt kui inimhäälele (Sanderman, Collier, 1997; Sonntag *et al.* 1998). Selle põhjuseks on eelkõige kõnesünteesi võimetus piiritleda lauses fraase. Suulise keele põhiüksuseks on lausung, mille piirideks on pausid ja millele vastab üks intonatsioonikontuur. Ajukuvamisuuringutes on leitud, et aju reageerib silmapilkselt intonatsioonile määrava tähtsusega fraasi piiridel. Näiteks ingliskeelne lause “*Since Jay always jogs five miles seems like a short distance to him,*” töödeldakse kiiresti, kui sõnale *jogs* järgneb paus. Ilma pausita on reaktsiooniaeg oluliselt pikem (Van Petten, Bloom, 1999). Intonatsioonikontuurid võivad olla väga erinevad: need sõltuvad kõneleja eesmärkidest ja teksti sisust. Tekstitöötlus muutub kiiremaks, kui kuulaja harjub konkreetse inimese tekitatud või sünteesitud häälega (Reynolds *et al.*, 2002).

Eelnevad uuringud on näidanud (den Ouden *et al.*, 2002), et sellised teksti tunnused – elementaarühikute (lihtlausete ja liitlause osalausete) klasterdumine suuremateks segmentideks, nende suhteline tähtsus ja retoorilised suhted – on vastavuses prosoodiliste karakteristikutega, nagu pausi pikkus segmentide vahel, häälekõrgus ja artikulatsiooni kiirus. Mida väiksema tähtsusega on tekstisegment, seda lühemad on pausid, madalam hääl ja suurem lugemiskiirus. Seejuures assotsieeruvad põhjuslikud seosed lühema pausiga kui mittepõhjuslikud seosed.

Parandades kõnesünteesi prosoodiat – lisades pause, rõhutades ja modelleerides häälekõrgust – paraneb selle arusaadavus nii puueteta inimeste (Hawkins *et al.* 2000) kui ka õppimiskustega laste puhul (Koul, 2003; Wattenberg, 2004). Viimased saavad üldiselt halvemini kõnesünteesist aru, kuigi nad on üks sihtgruppidest, kes saaksid selle abil erivajadustele vastavat õpet. Näiteks võib ekraanilugeja esitada arvutis oleva info, ilma et õpilane peaks kõike ise lugema.

Inimese ja arvuti vahelise interaktsiooni parandamiseks on proovitud ka alternatiivseid hääli või prosoodiavariante tüpograafiliste atribuutide, nt jämeda või kaldkirja jaoks (Truillet *et al.*, 2000). Samas jääb aga kõnesünteesi täiustamine ikkagi aktuaalseks, olles primaarse tähtsusega instrumendiks just nägemispuuetega inimestele.

2. Materjal ja metoodika

Vastavalt püstitatud uurimisküsimustele moodustati kahest vanuserühmast koosnev valim, valiti kaks erineva keerukusastmega teksti ning valmistati ette helimaterjal, mis kujutas endast kummagi teksti esitust nii kõnesünteesiga kui ka inimese poolt etteloevalt.

2.1. Valim

Tulenevalt töö eesmärgist – hinnata kõnesünteesi kasutatavust tekstiedastusvahendina nägemispuuetega õpilastele – moodustati esmane valim Tartu Emajõe Kooli nägemispuuetega õpilastest. Kuna nägemispuuetega õpilasi oli vähe ning tekstitöötlusprotsessid on ühesugused sõltumata nägemispuuetest (vt. nt. Hensil, Whittaker, 2000), võeti valimisse ka normaalselt nägevaid õpilasi Tartu Forseliuse Gümnaasiumist. Selleks, et uurida kuulajate vanusest tulenevaid erinevusi, kaasati täiskasvanute rühm. Katses osales kokku 32 õpilast vanuses 14-18 aastat ja 16 täiskasvanut, kokku 48 isikut. Õpilased õppisid põhikooli 8.-9. ja gümnaasiumi 10.-12. klassis, neist 23 käis nägemispuuetega õpilaste riigikoolis, 9 tavalises munitsipaalkoolis. Täiskasvanud töötasid pedagoogidena. Õpilastest oli 12 naissoost ja 20 meessoost, täiskasvanud olid kõik naissoost. 4 õpilast olid pimedad, 19 vaegnägevad ja 9 normaalselt nägevad, täiskasvanud nägid normaalselt.

2.2. Tekstid

Kuna katse eesmärk oli hinnata, mil määral erineb meenutamine kõnesünteesi ja inimese poolt etteloeatud tekstide korral ja kas tulemus sõltub sisu keerukusest, kasutati kahte erinevat teksti. Need sisaldasid umbes 450 sõna. Tekstid - "Linnulaat" ja "Kellest oleneb kevad kõrbes" (Lisa 1 ja 2) - pärinesid V. Masingu ja L. Pootsi raamatust "Tuhat tutvust tundrast kõrbeni" (Masing, Poots, 1977). Esimese teksti tähistamiseks kasutatakse järgnevalt lühendit T1 ja teise teksti

korral T2. Lugu “Linnulaat” kirjeldas originaalis mitut linnuliiki, kuid käesolevas töös kasutati ainult tirkude kohta käivat osa. Tekstides käsitletud ainevaldkond oli õpilastele ja täiskasvanutele vähetuntud, kuna see ei kuulunud õppekavasse ega leidnud sagedast kajastamist meedias. Seega ei mõjutanud tulemusi nende varasemad teadmised konkreetsel teemal.

2.3. Essee

Vastavalt püstitatud uurimisküsimustele tuli mõõta kuulatud teksti meenutamist nendest külgedest, mis peegeldavad tekstitöötlust. Seetõttu kasutati uurimisvahendina katsealuste poolt pärast teksti kuulamist kirjutatud esseesid. Nende analüüs (vt. nt. Johnson, Christensen, 2000; Vauras, 1991) võimaldas saada teksti meenutamise näitajate kohta nii kvalitatiivseid kui ka kvantitatiivseid tulemusi.

2.4. Hinnanguleht

Töö käigus uuriti ka osalejate hinnangut teksti huvitavusele ja ainevaldkonna tuntusele, et vältida nende mõju meenutamisele. Selleks kasutati hinnangulehte (Lisa 3), milles oli 2 punkti: esimeses paluti hinnata kuulatud teksti huvitavust ja teises - ainevaldkonna tuntust. Vastamiseks tuli valida üks variant 5-pallisel skaalal, mille vahemik hõlmas vastavalt hinnanguid “väga igav” – “väga huvitav” ning “täiesti võõras” – “väga tuttav”. Sellist skaalat kasutatakse sageli kvantitatiivsete tulemuste saamiseks (vt. nt. Gall *et al.*, 1996).

2.5. Helimaterjali ettevalmistus ja esitus

Helimaterjali salvestamiseks ja esitamiseks kasutati sülearvutit *Compaq Armada* operatsioonisüsteemiga *Microsoft Windows Me* ning helikaardiga VIA AC'97 *Audio Controller* (WDM) 032.

Kummastki tekstist valmistati ette 2 varianti: inimese poolt ja kõnesünteesiga ette loetud helifail. Selleks, et kuulamistingimused oleksid ühesugused, kasutati nii inim- kui ka sünteeskõne puhul helisalvestisi. Inimese lugemine salvestati esmalt digitaalse diktofoni *Sony MD Walkman MZ-R701 type-R* abil stereomikrofoniga *Sony ECM-717* ning kanti arvutisse analoogsalvestuse põhimõttel, kasutades programmi *Nero Player*. Sünteeskõne saamiseks kasutati programmi *JAWS 4.51.119* eestikeelset kõnesüntesaatorit, häälekõrgus ja lugemise kiirus olid seatud vastavalt vaikimisi määratud väärtustele (vastavalt 88 ja 169). Materjal salvestati teksti lugemise ajal arvutis programmiga *Nero Player*.

Nii inimese poolt kui ka kõnesünteesiga ette loetud tekstid kestsid pisut alla 4 minuti. Helifailide esitamine kuulajatele toimus programmiga *Windows Media Player 7*. Kasutati kõlareid *Logitech S2-50 Speakers*. Helitugevus oli selline, mis võimaldas materjali hästi kuulda.

2.6. Katse korraldus

Enne teksti (vt. 2.4., Lisa 3) esitamist anti kuulajatele järgmise sisuga instruktsioon:

"Kohe kuulete teksti, mille pealkiri on "Linnulaat". Pärast kuulamist tuleb teil kirjutada samal teemal essee, nagu vastaksite suulisel eksamil, kui saate pileti teemaga "Linnulaat". Tekst kestab 4 minutit. Teil on võimalus kuulata seda vastavalt soovile mitu korda järjest. Pärast kuulamist on teil töö kirjutamiseks aega 20 minutit."

Osalejatel lasti teksti kuulata vastavalt soovile järjest 2-3 korda ning seejärel kirjutasi nad samal teemal essee. Selle kirjutamiseks oli aega 20 minutit, mis oli kõigile piisav. Pärast essee valmimist täitsid osalejad hinnangulehe.

Iga osaleja kuulas mõlema teksti salvestust, millest üks oli esitatud inimese, teine kõnesünteesi poolt (vt. 2.5.). Teist teksti kuulati 1-7 päeva hiljem. Katse korraldus oli teise teksti puhul sama, mis esimesel korral.

Nii teksti kuulamine, essee kirjutamine kui ka hinnangulehe täitmine toimusid õpilastel bioloogiaturundides. Iga kord kuulas kõlaritest tulevat juttu ühiselt 1-12 õpilast. Omavaheline vestlus polnud lubatud, essee tuli kirjutada iseseisvalt. Tegevust jälgis uuringu läbiviija. Täiskasvanutel toimus katse samuti klassiruumi tingimustes, korraga kuulas 8-12 inimest. Ka nendel polnud omavaheline vestlus lubatud. Katsed toimusid 2003/2004. ja 2004/2005. õppeaastal.

2.7. Teksti ja esseede analüüs

Selleks et hinnata tekstidest arusaamist, koostati kummagi teksti jaoks esmalt teoreetiline töötlusprotsessi mudel. Selle koostamisel lähtuti van Dijki ja Kintschi (1983) kirjeldusest ja näidetest. Lauseanalüüsis juhinduti "Eesti keele grammatika" 2. osast (Erelt *et al.*, 1993). Tekstid tükeldati lihtlausete ja liitlause osalausete suurusteks lõikudeks. Käesolevas töös nimetatakse neid järgnevalt lauseteks. Need indekseeriti vastavalt esinemise järjekorrale.

Järjestikuste lausete seostumise ja teksti abstraktse kirjelduse puhul kasutati ka lauseid, nagu neid üldiselt mõistetakse: kas lihtlausete või liitlausete kujul. Vahetegemiseks äsja kirjeldatud lausete kui lihtlausete ja liitlause osalausetega nimetati neid (liit)lauseteks ja tähistati lühendiga l . Indeksiga väljendati nende järjenumbrit tekstis, näiteks teksti esimene lause tähistati lühendiga l_1 .

Analüüsi käigus leiti üldistavad, teksti abstraktset sisu edastavad laused (van Dijk, Kintsch, 1983). Et võrreldavat mõistet nimetatakse rahvusvahelises kirjanduses makropropositsiooniks, tähistati need lühendiga m . Seejuures eristati järgmisi kategooriaid: esiteks, kokkuvõttelaused (m^1), mis tuletati lähedase sisuga lausetest; teiseks, üldisemad kokkuvõttelaused (m^2), mis moodustati lähedase sisuga kokkuvõttelausetest m^1 ; ja kolmandaks, kõige üldisemad kokkuvõttelaused

(m), mis tuletati lähedase sisuga kokkuvõttelausetest m^2 . Alaindeksiga väljendati lausete järjenumbrit tekstis, näiteks teksti esimene kõige üldisem kokkuvõttelause tähistati lühendiga m_1 .

Esseed jagati lihtlausete ja liitlause osalausete suuruteks lõikudeks, mida analüüsiti nende sisu vastavuse alusel tekstile (vt. nt. Vauras, 1991). Edapidises analüüsis kasutati neist ainult selliseid, mille sisu langes kokku tekstiga. Järgnevalt nimetatakse neid lauseteks. Seejuures indekseeriti laused vastavalt järjekorrale esees ja seostati ka vastava lausega tekstis.

2.8. Andmete analüüs

Tekstid ja esseed nummerdati ning nende analüüsi tulemused (vt 2.7.) kanti programmis *MS Excel 2000* koostatud andmebaasi. Kummagi teksti iga lause kohta sisestati andmebaasi mitu tunnust: lause olemasolu esees, järjekorranumber ja vigade esinemine.

Selleks, et tõlgendada katsetulemusi koostatud mudeli alusel, leiti iga indekseeritud lause jaoks esseede arv, milles see lause esines. Samasisulise lause mitmekordsel esinemisel ühes esees registreeriti see ainult üks kord. Lause meenutamise sagedust väljendati selliste esseede protsendiga, milles vastav lause esines.

Lähtudes uurimisküsimustest, analüüsiti esseesid kahest aspektist: meenutatud lausete arvu ja järjestuse reprodutseerimise osas (vt. nt. Vauras, 1991). Selleks, et leida essee lausete arv, summeeriti teksti sisuga kokkulangevad laused. Mitmekordsel esinemisel registreeriti ainult üks samasisuline lause.

Vastavalt uurimisküsimusele – hinnata meenutamise erinevust kõnesünteesiga ja inimese poolt ettelõetud tekstide puhul – kasutati meetodit, mis võttis korruga vaatluse alla iga osaleja mõlemad esseed. Esseed kategoriseeriti meenutatud lausete arvu alusel hierarhilise klasterdamise funktsiooniga statistikaprogrammi

SPSS 11 abil (vt. nt. George, Mallery, 2001). Kategooriate sisu tõlgendati meenutatud lausete arvu alusel.

Selleks, et hinnata lausete järjestuse reprodutseerimist, võrreldi lausete järjestust essees ja tekstis (vt. nt. van Dijk, Kintsch, 1983). Selleks nummerdati essee laused vastavalt teksti lausete järjenumbritele ning kirjeldati sõltuvust saadud rea ja tekstile vastava, (1-st algava ja viimase lause numbriga lõppeva rea) vahel (vt. 2.6.). Seejuures kasutati statistilise võrdlusmeetodina lineaarset korrelatsioonikordajat, mis arvutati programmi *MS Excel 2000* funktsiooniga CORREL. Samasisulise lause mitmekordsel esinemisel essee piires registreeriti kõik esinemised.

Tugeva kasvava seose puhul ($r \geq 0,7$, $p = 0,05$) loeti lausete järjestus tekstiga sarnaseks, keskmise või nõrga seose puhul ($r < 0,7$) muudetuks. Lisaks kasutati ka hajuvusdiagramme, mis koostati programmi *MS Excel 2000* abil ning millele kanti punktidenala laused, lähtuvalt nende järjenumbrist essees ja kuulatavas tekstis (vt. nt. Howitt, Cramer, 2003; Howitt, Cramer, 2005).

Lisaks uuriti kahel viisil esitatud tekstide mõistmist esseedes esinenud vigade alusel (vt. nt. Gall *et al.*, 1996). Iga lause õigsust essees hinnati uurija poolt. Seejuures eristati kuulmis- ja sisulisi vigu. Kui sõnas oli üks häälik asendatud vale häälikuga, loeti see kuulmisveaks. Sisulisteks vigadeks olid väärad selgitused, jaotused, näited jms.

Vastavalt uurimisküsimustele uuriti ühest küljest kõnesünteesi mõju, teisest aga erinevusi vanuserühmade vahel. Seetõttu eristati statistilisel analüüsil vastavaid gruppe. Teksti kõnesünteesiga kuulunud rühma tulemusi võrreldi nendega, kes kuulasid teksti inimkõnes. Viimane esindas kontrollrühma (n-õ. töötlemata üldkogumit). Lisaks võrreldi õpilaste tulemusi täiskasvanute omadega. Statistilise olulisuse leidmiseks kasutati kahte erinevat meetodit. Arvuliste tunnuste keskväärtuste võrdlemiseks kasutati t-testi, mis viidi läbi programmi SPSS 11 abil. Nominaaltunnuste jaotuse võrdlemiseks kasutati χ^2 -testi, mis teostati samuti

programmi SPSS 11 abil (Howitt, Cramer, 2003; Howitt, Cramer, 2005, Tooding, 2001).

3. Tulemused ja arutelu

Selleks, et vastata uurimisküsimustele - kuidas sõltuvad meenutatud lausete arv, järjestus ja vigade arv teksti kuulamisest arvuti- või inimesituses ning millises seoses on need näitajad teksti omaduste ja kuulajate vanusega - iseloomustati esmalt katses kasutatud tekste. Seejärel toimus esseede analüüs, mille käigus loodi kaks andmebaasi: üks neist teksti “Linnulaat” (T1) ja teine teksti “Kellest oleneb kevad kõrbes” (T2) meenutamise tulemustega. Järgnes katsetulemuste statistiline analüüs ning saadud tulemuste tõlgendus teoreetilise tekstitöötlusmudeli ja kirjanduse andmete alusel.

3.1. Kuulajate hinnang teksti huvitavusele ja ainevaldkonna tuntusele

Selleks, et vältida esitatavate tekstide huvitavuse ja ainevaldkonna tuntuse mõju katsetulemustele, hindasid osalejad tekste, täites hinnangulehe (vt. 2.2.). Teksti “Linnulaat” (T1) huvitavust hindasid nad 5-pallisel skaalal keskmiselt 4,0 ja teksti “Kellest oleneb kevad kõrbes” (T2) vastavat näitajat 3,7 palliga. Ainevaldkonna tuntust hinnati T1 korral keskmiselt 2,0 ja T2 puhul 2,4 palliga. Seega ei erinenud osalejate hinnang tekstide huvitavusele ja ainevaldkonna tuntusele märkimisväärselt. Kuna huvi ja tuntus olid T1 ja T2 osas ühesugused, ei olnud vaja nende mõju katsetulemustele arvestada.

3.2. Tekstide iseloomustus

Selleks, et määrata kahe esitatud teksti keerukust, kirjeldati teoreetiliselt nende töötlusprotsessi. Seejuures lähtuti teaduskirjanduses käsitletud mudelist (van Dijk, Kintsch, 1983), mille alusel samaaegselt lauseanalüüsiga toimub järjestikuste lausete omavaheline seostamine, teksti sisu abstraktse kirjelduse konstrueerimine ja vastava struktuuriskeemi tuletamine.

Katses kasutatud tekstid (vt. 2.2., Lisa 1 ja 2) sisaldasid umbes 450 sõna. Esimeses tekstis oli 72, teises aga 78 lauset. Seejuures on lause määratletud vastavalt eelpool kirjeldatule (vt. 2.6.). Sellised laused kujutavad endast ühikuid, mille töötlust – propositsiooni konstrueerimist – võib tinglikult vaadelda kui korduvaid tsükleid arusaamisprotsessis (van Dijk, Kintsch, 1983).

Propositsiooni mõistet konkretiseerib järgmine näide. Teksti “Linnulaat” (Lisa 1) esimese lause: “See siis ongi kuulus linnulaat, millest muistsed meresõitjad kõnelesid kui põhjamerede suurimast loodusimest,” tähendus ei seisne mõistete jadas, vaid iga mõiste puhul peab teada olema ka tema funktsioon või seos teiste lauseliikmetega.

Van Dijki ja Kintschi (1983) mudeli kohaselt konstrueeritakse propositsioonid sisemise skeemina, milles on juba eelnevalt sõlmpunktid teatud funktsiooniga mõistete jaoks. Lauseanalüüsi käigus määratakse mõiste funktsioon ja paigutatakse see sobivasse sõlmpunkti. Ühele lihtlausele või liitlause osalausele vastab üks propositsioon. Kui lause koosneb pea- ja kõrvallausest, on kõrvallause tervikuna mõne lauseliikme funktsioonis. See kajastub propositsiooniskeemis, kus ühest sõlmpunktist võib haruneda uus propositsioon.

Tabelis 1 on kirjeldatud propositsiooni konstrueerimist, kus sisendile (esimeses veerus) järgneb selle analüüs. Veerg A sisaldab grammatilist infot, B – tähendust, C – teadmisi ja D – mitmesuguseid ootusi edasise struktuuri ja tähenduse suhtes. Tegelikult toimivad kõik need protsessid korraga: selle eesmärgiks on propositsiooniskeemi konstrueerimine.

Tabel 1. Propositsiooni konstrueerimise protsess teksti “Linnulaat” (Lisa 1) esimese lause “See siis ongi kuulus linnulaat, millest muistsed meresõitjad kõnelesid kui põhjamerede suurimast loodusimest,” kuulamisel.

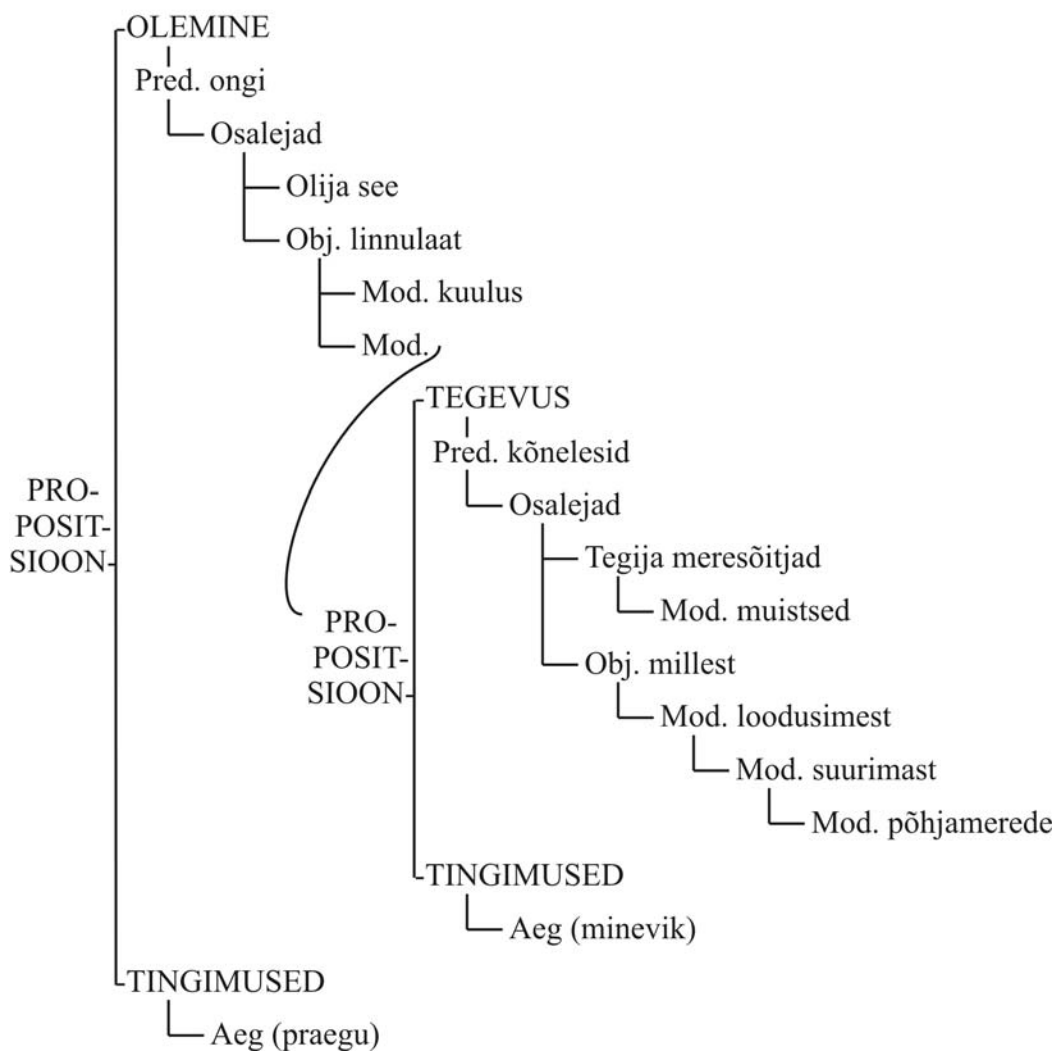
Sisend	A. Süntaktiline kategooria	B. Täendus	C. Teadmised	E. Ootused
1. See	Asesõna Alus	Osutatav asi	-	Tegevus või olemine
2. siis	Määrsõna Rõhulaiend	Rõhutab õeldist	-	-
3. ongi	Verb (olevik) Õeldis	Väljendab olemust	-	Eseme olemus või omadus
4. kuulus	Omadussõna Täiend	Omadus	Kõigile tuntud	Nimisõna- fraasi järg
5. linnulaat	Nimisõna Õeldistäide	Metafoor, lindude koloonia	Lindude koloonia, laad	Lihtlause lõpp
6. millest	Asesõna Määrus	Sama, mis eelmine	-	-
7. muistsed	Omadussõna Täiend	Minevikus olnud isikud	Ajalugu	Nimisõna- fraasi järg
8. meresõitjad	Nimisõna Alus	Tegija	Meri, rannik	Tegevus
9. kõnelesid	Verb (minevik) Õeldis	Tegevus minevikus	Pärimused	-
10. kui	Sidesõna	Võrdlus	-	5.-ga ühesugune osaleja

11. põhjamerede	Nimisõna Täiend	Asukoht	Geograafiline piirkond	Nimisõna- fraasi järg
12. suurimast	Omadussõna Täiend	Omaduse ülivõrre		Nimisõna- fraasi järg
13. loodusimest	Nimisõna Lisand koos sidesõnaga 10.	Hinnang 5.- le	Haruldased vaatepildid	Lause lõpp

Kui tabel 1 kirjeldab protsessi, siis joonisel 2 on lõpp-produkt – tervet lauset kujutav liitpropositsioon. Skeemi koostamisel lähtuti van Dijki ja Kintschi (1983) kirjeldatud skeemist. Lühenditega tähistatud semantiline funktsioon tuletatakse süntaktilise kategooria alusel. Näiteks verbifraas väljendab predikaati ja nimisõnafraasid argumente: olijat või tegijat ning objekti koos oma modifitseerijatega (vt. nt. Karlsson, 2002).

Lause tötlus sõltub olemasolevatest teadmistest. Näiteks kujutab teksti T1 pealkiri “Linnulaat” ja vastav sõna esimeses lauses (tabel 1, rida 5) endast metafoori, mille tõlgendamine sõltub kuulaja varasematest kogemustest. Linnulaada metafoori tötlust illustreerib näide õpilase esseest: “*Kaugelt on näha olevusi, kes on nii kokku pressitud üksteise poolt. Ja karjuvad nagu laatadelgi.*”

Tötlusprotsessi teoreetilise mudeli järgi (van Dijk, Kintsch, 1983) toimub lause analüüsiga samaaegselt järjestikuste lausete omavaheline seostamine. Tabelis 2 on näidatud teksti “Linnulaat” (T1) järjestikuste (liit)lausete 1 (vt. 2.7.) vahelised seosed. Selles tekstis on 39 (liit)lauset. Et lihtlauseid ja liitlause osalauseid on kokku 72, on nende suhe 1,9. Liitlause piires on osalause vahelist seost lihtne määrata, näiteks kui kõrvallause on tervikuna mõne pealause lauseliikme funktsioonis. Selliste seoste tötlus toimub tihti automaatselt (van Dijk, Kintsch, 1983). Nendel kaalutlustel koondati tabelisse vaid (liit)lausete vahelised seosed. Paljud laused seostusid omavahel ajalis-põhjuslikult. Vähe oli selliseid lauseid, mille seostamiseks tuli tekstis tagasi minna üle ühe lause (neid oli kokku 5).



Joonis 2. Teksti “Linnulaat” (Lisa 1) esimese lause “See siis ongi kuulus linnulaat, millest muistsed meresõitjad kõnelesid kui põhjamerede suurimast loodusimest,” propositsiooniskeem.

Tabel 2. (Liit)lausete seostamine teksti “Linnulaat” kuulamisel.

(Liit)- laused	Tingimusseos	Funktsionaalne seos	Seos
l ₁ /l ₂	-	Täpsustus	linnulaat/kaljusein
l ₂ /l ₃	-	Täpsustus	pudelid/tirgud
l ₃ /l ₄	-	Täpsustus	tirgud/tirgud
l ₄ /l ₅	Ajaline järgnevus	Vastandus	tirgud/neid
l ₅ /l ₆	Tingimus	Selgitus	ema/tirgul
l ₆ /l ₇	-	Täpsustus	tirgul/ujulestadel
l ₅ -l ₆ /l ₇	Ajaline järgnevus	-	muneda/hoita
l ₇ /l ₈	-	Täpsustus	ujulestadel/kõhuvolte
l ₈ /l ₉	-	Täpsustus	ihusoojus/suled
l ₇ /l ₁₀	Ajaline järgnevus	-	ujulestadel/vanemad
l ₁₀ /l ₁₁	-	Täpsustus	vanemad/jalalt
l ₁₁ /l ₁₂	Tingimus	Täpsustus	muna/munad
l ₁₂ /l ₁₃	-	Arutlus	munad/tirgutibusid
l ₁₃ /l ₁₄	-	Täpsustus	kaitsekohastumus/munad
l ₁₃ /l ₁₅	-	Täpsustus	kaitsekohastumus/looduslik valik
l ₁₃ /l ₁₆	-	Võrdlus	kaitsekohastumus/tibuhäll
l ₁₆ /l ₁₇	-	Täpsustus	tibuhäll/muna
l ₁₇ /l ₁₈	-	Selgitus	ei hakka/see
l ₁₇ /l ₁₉	-	Selgitus	muna/muna
l ₁₉ /l ₂₀	Tingimus	-	muna/munal
l ₂₀ /l ₂₁	-	Täpsustus	võimalus/sellestki
l ₁₂ /l ₂₂	Tingimus	-	muna/muna
l ₁₀ /l ₂₃	Ajaline järgnevus	-	muna/pojad
l ₂₃ /l ₂₄	-	Täpsustus	pojad/nad
l ₂₄ /l ₂₅	-	Täpsustus	nad/nad
l ₂₄ /l ₂₆	Ajaline järgnevus	-	nad/pojad

l ₂₆ /l ₂₇	Ajaline järgnevus	-	pojad/nende
l ₂₇ /l ₂₈	-	Selgitus	nende/ise
l ₂₈ /l ₂₉	-	Täpsustus	ise/tiivad
l ₂₈ /l ₃₀	-	Täpsustus	ise/julgust
l ₃₀ /l ₃₁	Ajaline järgnevus	-	julgust/pojad
l ₃₁ /l ₃₂	Ajaline järgnevus	-	pojad/nälg
l ₂₈ /l ₃₃	-	Täpsustus	ise/laps
l ₃₃ /l ₃₄	Ajaline järgnevus	-	laps/lend
l ₃₄ /l ₃₅	-	Täpsustus	lend/lindu
l ₃₅ /l ₃₆	Ajaline järgnevus	-	lindu/ookeanivallutaja
l ₃₆ /l ₃₇	Ajaline järgnevus	-	ookeanivallutaja/ta
l ₃₇ /l ₃₈	Ajaline järgnevus	-	ta/on vaja
l ₃₈ /l ₃₉	Ajaline järgnevus	-	on vaja/ujutakse

Tabelis 3 on näidatud vastavalt teksti “Kellest oleneb kevad kõrbes” (T2) järjestikuste (liit)lausete vahelised seosed. Selles tekstis oli 49 (liit)lauset. Et lihtlauseid ja liitlause osalauseid oli kokku 78, oli nende suhe 1,6. Tekstis T2 oli suhteliselt rohkem iseseisvaid lihtlauseid kui tekstis T1. Nende seos teiste lausetega tuleb kuulajatel ise järeldada, sest see pole tekstis tavaliselt nii selgelt märgitud nagu liitlause osalause vaheline seos. Selline mõttetegevus võib aga töötlust aeglustada (vt. nt. van Dijk, Kintsch, 1983).

Tekstis T2 oli ka rohkem selliseid lauseid, mille seostamiseks tuli tekstis tagasi minna üle ühe lause (neid oli kokku 12). Lapsed seostasid valdavalt funktsionaalselt, st. üks lause omas funktsiooni teise lause jaoks, näiteks oli selle täpsustuseks, vastanduseks, võrdluseks, kuid mitte tingimuslikult, faktide vaheliste tegelike seostega.

Tabel 3. Lausete seostamine teksti “Kellest oleneb kevad kõrbes” kuulamisel.

Laused	Tingimusseos	Funktsionaalne seos	Seos
l ₁ /l ₂	-	Vastandus	kõrb/mets
l ₁ /l ₃	-	Vastandus	aastaajati/aastati
l ₃ /l ₄	-	Täpsustus	aastati/aastaid
l ₄ /l ₅	-	Selgitus	kevad/fenoloogiline kevad
l ₅ /l ₆	-	Täpsustus	looduse/taimestiku
l ₆ /l ₇	-	Täpsustus	taimestiku/üks osa
l ₇ /l ₈	-	Täpsustus	osa/osa
l ₈ /l ₉	-	Täpsustus	osa/need
l ₉ /l ₁₀	-	Vastandus	kevadel/ülejäanud osa aastast
l ₉ /l ₁₁	-	Täpsustus	need/taimi
l ₁₁ /l ₁₂	-	Täpsustus	taimi/taimed
l ₁₁ /l ₁₃	-	Vastandus	Eestis/lõuna poole
l ₁₂ /l ₁₄	-	Vastandus	ei anna ilmet/rohkem
l ₁₄ /l ₁₅	-	Täpsustus	taimi/tulbid
l ₁₄ /l ₁₆	-	Täpsustus	taimi/lühieataimed
l ₁₆ /l ₁₇	-	Täpsustus	lühieataimed/neile
l ₁₇ /l ₁₈	-	Selgitus	miks/seepärast
l ₁₈ /l ₁₉	-	Täpsustus	kõrbes/evolutsioonis
l ₁₉ /l ₂₀	-	Täpsustus	mõlemat/esimest
l ₁₉ /l ₂₁	-	Täpsustus	mõlemat/teised
l ₂₁ /l ₂₂	-	Selgitus	teised/neil
l ₂₂ /l ₂₃	-	Täpsustus	perioodil/kevadel
l ₂₃ /l ₂₄	-	Täpsustus	pilt/tulbid
l ₂₃ /l ₂₅	-	Täpsustus	pilt/malkolmiad
l ₂₃ /l ₂₆	-	Täpsustus	pilt/hiireharned
l ₂₃ /l ₂₇	-	Täpsustus	rändajat/botaanikki
l ₂₇ /l ₂₈	Ajaline järgnevus	Täpsustus	niit/taimed
l ₂₈ /l ₂₉	Ajaline järgnevus	Täpsustus	taimed/viljad

l ₂₃ /l ₃₀	-	Vastandus	kevadsajud/vett pole
l ₃₀ /l ₃₁	-	Täpsustus	vett pole/leitsak
l ₂₈ /l ₃₂	Ajaline järgnevus	Täpsustus	taimed/seemned
l ₂₂ /l ₃₃	-	Täpsustus	elavad/ei jõua
l ₃₃ /l ₃₄	-	Vastandus	kõik/needki
l ₃₃ /l ₃₅	-	Täpsustus	sajud/vett
l ₃₄ /l ₃₆	Ajaline järgnevus	Täpsustus	needki/nad
l ₂₄ /l ₃₇	-	Vastandus	tulbid/tulbivälju
l ₃₃ /l ₃₈	-	Täpsustus	sajud/sademetelt
l ₃₃ /l ₃₉	-	Täpsustus	kõik/pooled
l ₃₉ /l ₄₀	-	Täpsustus	kevadefemeeridest/magunad
l ₃₉ /l ₄₁	-	Täpsustus	kevadefemeeridest/tulbi
l ₄₁ /l ₄₂	-	Täpsustus	tulbi/liikidest
l ₃₉ /l ₄₃	-	Täpsustus	kevadefemeeridest/lusteid
l ₃₉ /l ₄₄	-	Täpsustus	kevadefemeeridest/kõrbetarn
l ₃₇ /l ₄₅	-	Täpsustus	aastal/aastaid
l ₃₈ /l ₄₆	-	Täpsustus	sademetelt/sadusid
l ₄₆ /l ₄₇	-	Täpsustus	sadusid/lumeveest
l ₄₅ /l ₄₈	-	Täpsustus	aastaid/kevad
l ₄₈ /l ₄₉	-	Vastandus	kevad/suvi

T1 ja T2 erinesid omavahel valdava seostumistüübi poolest. Kuigi mõlemad olid kirjeldavad, leidis esimeses mõningaid jutustava teksti jooni, näiteks seostusid paljud laused omavahel ajalis-põhjuslikult. Teises jutus seostusid laused valdavalt funktsionaalselt. Samuti erines T1 ja T2 selliste lausete arv, mille seostamiseks tuli tekstis tagasi minna üle ühe lause. Esimeses oli selliseid seoseid 5, teises aga 12. Seega võib öelda, et T1 on lausete seostumise seisukohast lihtsam, T2 aga keerukam.

Samal ajal kirjeldatud protsessidega konstrueeritakse teksti sisu abstraktne kirjeldus. Selle tulemuseks on hierarhiline sisu representatsioon, st. väiksemate

tekstilõikude mõtet edastavatest lausetest moodustub jada, mis võetakse kokku kõrgemat järku üldistava lausega jne. Kõige kõrgemat järku on pealkirjalause, mis üldistab kogu teksti mõtte. Tabelis 4 on näidatud T1 abstraktne kirjeldus. Esimeses veerus on (liit)lauseid, järgnevad veerud sisaldavad järjest kõrgemat järku kokkuvõtvaid lauseid, mis on tähistatud vastavalt eelpool kirjeldatule (vt. 2.7.). 39 (liit)lausest moodustatakse üldistamise ja koondamise tulemusena 23 kokkuvõtvat lauset (m^1), neist omakorda üldistamise ja koondamise tulemusena 12 teist järku kokkuvõtvat lauset (m^2), millest lõpuks saadakse samade operatsioonide tagajärjel 6 kõrgemat järku üldistavat lauset (m).

Tabel 4. Abstraktse kirjelduse konstrueerimine teksti “Linnulaat” kuulamisel.

Laused	1. järku kokkuvõte	2. järku kokkuvõte	3. järku kokkuvõte
Pealkiri	Linnulaat (m^1_1) (Kõige kõrgemat järku üldistav lause)	Linnulaat (m^2_1)	Linnulaat (m_1)
l_1	See on linnulaat, mida on peetud põhjamerede imeks (m^1_2)	See on linnulaat, mida on peetud põhjamerede imeks (m^2_2)	
l_2	Tirgud kogunevad kaljuseinale (m^1_3)	Tirgud kogunevad kaljuseinale munema (m^2_3)	Tirgud kogunevad kaljuseinale munema (m_2)
l_3	Tirgud on must-valged linnud (m^1_4)		
l_4	Tirgud ujuvad meres (m^1_5)	Tirgud ujuvad meres (m^2_4)	
l_5	Tirk muneb ühe muna (m^1_6)		
l_6	Tirgul pole pesa (m^1_7)		

l ₇	Tirk hoiab muna jalgadel (m ¹ ₈)	Tirk hoiab muna jalgadel (m ² ₅)	Tirgud hauvad muna jalgadel (m ₃)
l ₈	Kõhult kaovad udusuled (m ¹ ₉)		
l ₉	Pikad suled varjavad muna (m ¹ ₁₀)		
l ₁₀	Vanemad hauvad vaheldumisi (m ¹ ₁₁)	Vanemad hauvad vaheldumisi (m ² ₆)	
l ₁₁	Muna võib veerema minna ja hävida (m ¹ ₁₂)	Muna võib veerema minna ja hävida (m ² ₇)	Muna on kooniline ja veereb väiksema kaarega (m ₄)
l ₁₂ -l ₁₆	Tänu looduslikule valikule on muna kooniline (m ¹ ₁₃)	Muna on kooniline ja veereb väiksema kaarega (m ² ₈)	
l ₁₇	On arvatud, et selline muna tiirleb paigal (m ¹ ₁₄)		
l ₁₈ -l ₂₀	See ei ole nii, kuid muna veereb väiksema kaarega ega hävi (m ¹ ₁₅)		
l ₂₁ -l ₂₂	=(m ¹ ₁₂)		
l ₂₃	Pojad tulevad nähtavale (m ₁₆)	Pojad tulevad nähtavale (m ² ₉)	Pojad tulevad nähtavale (m ₅)
l ₂₄	Nad on pruunid (m ¹ ₁₇)		
l ₂₅	=(m ¹ ₁₆)		
l ₂₆	Pojad kasvavad kiiresti (m ¹ ₁₈)		
l ₂₇ -l ₂₈	Ühel päeval ei too vanemad enam toitu, vaid kutsuvad merele, et pojad hakkaks ise kala püüdma (m ¹ ₁₉)	Ühel päeval peavad pojad ise hakkama kala püüdma (m ² ₁₀)	Ühel päeval peavad pojad ise hakkama kala püüdma (m ₆)

l ₂₉ -l ₃₂	Pojad kardavad lahkuda (m ¹ ₂₀)	Pojad kardavad lahkuda ning	
l ₃₃	Lind müksab mõnikord poega (m ¹ ₂₁)	mõnikord müksab lind poega (m ² ₁₁)	
l ₃₄ -l ₃₅	Esimese lennu ajal vehib poeg tiibadega (m ¹ ₂₂)	Poeg kukub tiibadega vehkides	
l ₃₆ -l ₃₇	Poeg kukub vette ja hakkab ujuma (m ¹ ₂₃)	vette ja hakkab ujuma (m ² ₁₂)	
l ₃₈ -l ₃₉	=(m ¹ ₁₉)		

Esitatus on näha, et T1 abstraktne kirjeldus konstrueeritakse sujuvalt, ühendades kõrvutiasuvad (liit)lauseid kokkuvõtivateks lauseteks. Vaid üksikud tekstilõigud kuuluvad kaugemal asuvate lõikude üldistava idee juurde.

Tabelis 5 on esitatud teise teksti (T2) abstraktne kirjeldus. Esimeses veerus on (liit)lauseid, järgnevad veerud sisaldavad järjest kõrgemat järku kokkuvõtvaid lauseid, mis on tähistatud vastavalt eelpool kirjeldatule (vt. 2.7.). 48 (liit)lausest moodustatakse üldistamise ja koondamise tulemusena 22 kokkuvõtvat lauset (m¹), neist omakorda üldistamise ja koondamise tulemusena 11 teist järku kokkuvõtvat lauset (m²), millest lõpuks saadakse samade operatsioonide tagajärjel 7 kõrgemat järku üldistavat lauset (m).

Tabel 5. Abstraktse kirjelduse konstrueerimine teksti “Kellest oleneb kevad kõrbes” kuulamisel.

Laused	1. järku kokkuvõte	2. järku kokkuvõte	3. järku kokkuvõte
Pealkiri	Kellest oleneb kevad kõrbes (m ¹ ₁) (Kõige kõrgemat järku üldistav lause)	Kellest oleneb kevad kõrbes (m ² ₁)	Kellest oleneb kevad kõrbes (m ₁)

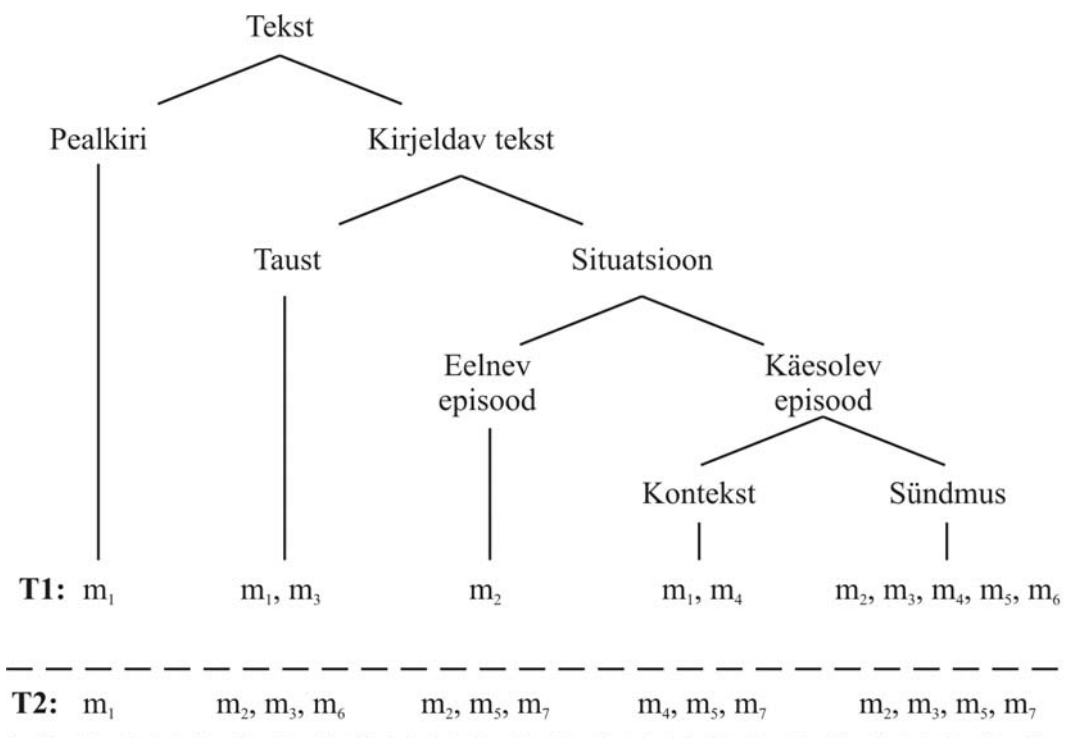
l ₁ -l ₂	Kõrb muutub aastaajati, nagu ka mets (m ¹ ₂)	Kõrbes pole mõnikord kevadet (m ² ₂)	Kõrbes pole mõnikord kevadet (m ₂)
l ₃ -l ₄	Kõrb muutub ka aastati: mõnikord pole kevadet olemaski (m ¹ ₃)		
l ₅ -l ₆	Mõeldud on looduse (taimestiku) poolest erinevat perioodi (m ¹ ₄)		
l ₇ -l ₁₀	Lühieataimed esinevad ainult kevadel, ülejäänud osa aastast veedavad nad mullas (m ¹ ₅)	Lühieataimed esinevad ainult kevadel (m ² ₃)	Ka Eestis on lühieataimi, kuid kõrbes on nad valdavad (m ₃)
l ₁₁ -l ₁₂	Ka Eestis on lühieataimi, kuigi vähe (m ¹ ₆)	Ka Eestis on lühieataimi, kuid kõrbes on nad valdavad (m ² ₄)	
l ₁₃ -l ₁₅	Mida lõuna poole, seda rohkem lühieataimi: stepis on nad märgatavad, kõrbes kohati valdavad (m ¹ ₇)		
l ₁₆ -l ₁₇	Kõrbes on kahte tüüpi taimi (m ¹ ₈)	Kõrbes on pideva veevähesusega kohastunud kaktused (m ² ₅)	Kõrbes on pideva veevähesusega kohastunud kaktused (m ₄)
	Esimest tüüpi taimed on kohastunud pideva veevähesusega (m ¹ ₉)		
	=(m ¹ ₅)		
l ₁₈	=(m ¹ ₈)		
l ₁₉	Kaktused varuvad vett (m ¹ ₁₀)		
l ₂₀ -l ₂₁	=(m ¹ ₅)		

l ₂₂	Kui talvel on lund ja kevadel vihmased, ootab rändajat kevadel üllatav pilt (m ¹ ₁₁)	Kui on sademeid, tuleb rohke taimeestikuga kevad (m ² ₆)	Kui on sademeid, tuleb rohke taimeestikuga kevad (m ₅)
l ₂₃ -l ₂₅	Kevad on küllusliku taimeestikuga (m ¹ ₁₂)		
l ₂₆	Botaanikki on kahevahel: on see niit või kõrb? (m ¹ ₁₃)		
l ₂₇ -l ₂₈	=(m ¹ ₅)		
l ₂₉ -l ₃₀	Juba juunis valitseb palavus (m ¹ ₁₅)	Juba juunis valitseb palavus (m ² ₇)	Juba juunis valitseb palavus (m ₆)
l ₃₁	=(m ¹ ₅)		
l ₃₂	Kui talv ja kevad on sademetevaesed, ei hakka kõik efemeerid kasvama (m ¹ ₁₆)	Kui sademeid on vähe, tuleb vähese taimeestikuga kevad (m ² ₈)	Sagedamini on sademeid vähe ja tuleb vähese taimeestikuga kevad (m ₇)
l ₃₃	Ka nende taimede kasv jääb väikseks, kes idanesid aegsasti (m ¹ ₁₇)		
l ₃₄	=(m ¹ ₁₅)		
l ₃₅	=(m ¹ ₁₇)		
l ₃₆	Sel aastal me ei leidnud tulbivälju: neid näeb keskmiselt korra kümne aasta kestel (m ¹ ₁₈)	Sel aastal me ei leidnud tulbivälju: neid näeb keskmiselt korra kümne aasta kestel (m ² ₉)	
l ₃₇ -l ₃₉	=(m ¹ ₁₆)		

l ₄₀	Kopetddagi nõlvadel, kus vesi säilib paremini, korjasime mõne tulbi (m ¹ ₁₉)	Enamikku kohalikest tulpidest ei esine kusagil mujal maailmas (m ² ₁₀)	
l ₄₁	Enamikku neist ei esine kusagil mujal maailmas (m ¹ ₂₀)		
l ₄₂ -l ₄₃	Peamine söödataim kõrbetarn oli olemas ja seega peeti sööta lammastele-kitsedele küllaldaseks (m ¹ ₂₁)	Peamine söödataim kõrbetarn oli olemas ja seega peeti sööta lammastele-kitsedele küllaldaseks (m ² ₁₁)	
l ₄₄ -l ₄₇	=(m ¹ ₃)		
l ₄₈	=(m ¹ ₁₅)		

Selle teksti (T2) abstraktse kirjelduse konstrueerimisel esines mitmel pool korduvaid lauseid, mis tuli välja jätta, ning selliseid lauseid, mis kuulusid sisu poolest kaugemal asuvate lõikude juurde. Samas oli (liit)lauseid, millesse oli koondatud mitme kõige üldisema kokkuvõttelause komponente. Sellised olid näiteks laused “Miks kõrb neile meeldib? Vaid seepärast, et kõrbes pole kolmandat valikut: kas kohastu pideva veevähesusega või tule toime selle lühikese ajaga, millal muld on niiske,” (tabel 5, l₁₆-l₁₇). Nendes mainiti muuhulgas esimest korda tekstis kahte üldiseimat kokkuvõttelauseid. See tingis sisu mittelineaarse esituse, sest nende täpsustamine järgnes hiljem. Lisaks polnud mitu lõikude sisukokkuvõtet tekstis selgelt sõnastatud, mistõttu need tuli kuulajal juurde konstrueerida.

Tekstid T1 ja T2 erinesid selle poolest, kui sujuvalt konstrueeriti sisu abstraktne kirjeldus ja kui palju oli puuduvaid lõikude sisukokkuvõtteid. T2 üldistava kokkuvõtte tuletamine oli raskem ning mitmes lõigus puudusid kokkuvõtvad laused. Seega on esimene tekst lihtsam, sest selles on üldistavad laused selgelt



Joonis 4. Tekstide “Linnulaat” (T1) ja “Kellest oleneb kevad kõrbes” (T2) struktuuriskeem, kus m₁-m₇ tähistavad üldistavaid lauseid.

sõnastatud, teine aga keerukam, kuna abstraktne kirjeldus tuleb puudevate lausete tõttu ise konstrueerida.

Nagu enamik tekste, alluvad ka siinkasutatud tekstid teatud struktuuriskeemile. Kogu teksti hõlmav skeem on mõlemal üldjoontes sarnane (joon. 4), kuid teksti üldist sisu edastavate lausete (m) jaotus erinevate struktuurikategooriate vahel on erinev. Tavaliselt on tekstis oluline koht kirjeldatavatel sündmustel (van Dijk, Kintsch, 1983). Need võidakse jaotada kogu teksti ulatuses, näiteks autor võib alustada sündmusega, mida ta peab tähtsaimaks. T2 puhul see nii ongi: sündmuste hulka kuuluv kokkuvõttev lause m₂ (vt. tabel 5) järgneb otse pealkirjale. Tihti aga alustatakse teksti sündmustele eelnenud olukorra kirjeldusega, kontekstiga või taustaga. Konteksti moodustavad ajaloolised või kaasaegsed sündmused, mis leiavad aset väljaspool põhisündmusi. Sündmustele ja nende kontekstile lisatakse tavaliselt mingi taust – üldisemad tingimused. Üks ja sama üldistav lause võib

kuuluda mitmesse kategooriasse, sest ta võib koosneda mitmest osalausest. Märkide hulka, mis viitavad uue kategooria sissetoomisele, kuuluvad näiteks ajavormi muutus (vt. tabel 1, rida 9), uue tegelase ilmumine ja lõigu algus.

Tekstis T1 järgivad laused sündmuste ajalist järgnevust, sisaldades sobivas kohas taustinfot. Seda peegeldab joonisel 4 teksti üldist sisu edastavate lausete (m) paigutus sündmuste kategoorias vastavalt järjenumbrile. T2 kokkuvõtavad laused (tähistatud samuti lühendiga m) asuvad katkendjoonte vahel. T2 sündmusi (m_2 , m_5 ja m_7 , vt. tabel 5) eraldavad üksteisest terved taustinfo lõigud (näiteks m_4 ja m_6), mille roll on võrreldes tekstiga T1 oluliselt suurem.

Et hinnata kirjeldatud teoreetilise mudeli väärtust katsetulemuste tõlgendamisel, uuriti, kuidas paigutuvad sellesse raamistikku tulemused lausete meenutamise sageduse kohta. Selleks analüüsiti esseede lauseid, nagu on eelnevalt kirjeldatud (vt. 2.7.). Kokku oli esseesid kummagi teksti puhul 48. Tekst "Linnulaat" (T1) sisaldas 72 ja "Kellest oleneb kevad kõrbes" (T2) 78 lauset. Kuna analüüsil arvestati nii esseedes esinenud kui ka puudunud lauseid, siis saadi T1 korral lähteandmeid 3456 ja T2 puhul 3744 ühikut. Seejuures oli linnulaadateemalistes esseedes 1218 ja kõrbeteemalistes kirjutistes 942 lauset.

Lause meenutamise sagedust väljendati esseede protsendiga, milles vastav lause esines. Järjestades kõik esimese teksti (T1) laused nende esinemise sageduse alusel kuulajate esseedes, saadi eelnevalt koostatud abstraktse kirjelduse lausetega (vt. tabel 4) kokkulangev pingerida: "linnulaat" (m_1), "pojad tulevad nähtavale" (m_5), "muna hoitakse jalgadel" (m_3), "ema muneb ainsa muna", "nad tulevad järsakrannikuile pesitsema" (m_2), "aeg on merele minna ja hakata ise kala püüdma" (m_6), "vanemad hauvad vaheldumisi" ning "mõnikord on vaja ka vanalinnu tiivamüksu". Kõik nimetatud laused esinesid vähemalt 70% esseedes.

Harvemini oli nimetatud muna kuju käsitleva lõigu kokkuvõtet m_4 , sest see seostus sündmustega nõrgemalt (tabel 2, laused l_{11} - l_{20}). Vanalinnu tiivamüksu

(tabel 2, lause l₃₃) sage nimetamine viitas sellele, et teksti tajuti jutustuse skeemi kohaselt. Lause tõi lahenduse pingelisele olukorrale.

Teise teksti (T2) puhul täheldati samuti pingerea kokkulangevust teksti abstraktse kirjeldusega (vt. tabel 5): “kellest oleneb kevad kõrbes” (m₁), “kõrbes on kahte tüüpi taimi”, “esimest suunda illustreerivad niisugused kõrbetaimed nagu kaktused ja agaavid”, “kohastu pideva veevähesusega” (m₄), “tule toime lühikese ajaga” (m₃), “kevad tuleb rohke taimestikuga”, “kevadsajud saabuvad õigeaegselt” (m₅), “suvi ja palavus ei jää kunagi tulemata” (m₆) ning “kevadadel sajud hilinevad” (m₇). Kõik nimetatud laused esinesid vähemalt 60% esseedes.

Lause “kõrbes on kahte tüüpi taimi” (vt. tabel 2, lause rühmast l₁₆-l₁₈) kõrge esinemissagedus näitas organiseerivate märkide tähtsust kuulaja jaoks, eriti arvestades, et seda kasutasid ka need katsealused, kes ei osanud jätkata õigete variantidega (15% juhtudest). Lausete meenutamise sagedus ei erinenud märkimisväärselt rühmade vahel, kes kuulasid teksti kõnesünteesiga ja inimkõnes ning õpilaste ja täiskasvanute vahel.

Tulemused lausete meenutamise sageduse kohta vastasid sellele, mida prognoosis teoreetiline mudel: sagedamini meenutati kõrgema üldistusastmega lauseid (van Dijk, Kintsch, 1983). Ka kirjanduses (vt. nt. Vauras, 1991) esineb selle kohta tõendeid: meenutamine peegeldab vahetult lugemise ajal toimuvaid protsesse ning meenutatud lausete arv mõõdab arusaamist. Mõõtes lugemise ajal silmade fikseerimise aega tekstifragmendile ja analüüsides lugemise järgselt kvalitatiivsete meetoditega ka loetut käsitlevaid esseid, on tulemused täielikult kokku langenud. Pikem fikseerimise aeg peegeldas sügavamalt töötlust, mille tulemusena info meenutamise tõenäosus suurenes.

Kirjanduses (vt. nt. Vauras, 1991) on käsitletud arusaamise seost meenutatud lausete, sealhulgas üldistavate lausete arvuga. Kui tekstist ei saadud aru, vähenes kokkuvõtivate lausete arv ja meelde jäid pigem konkreetseid üksikasju sisaldavad laused. Arusaamise korral meenutati suurema tõenäosusega üldistavaid lauseid.

Kuna käesolevas katses meenutasid kuulajad sagedamini kokkuvõtvaid lauseid, võib järeldada, et tekstid olid kuulajaskonnale üldiselt võimetekohaseks.

3.3. Meenutatud lausete arv

Kuna uuringus seostati kuulatud tekstidest arusaamine esseedes meenutatud lausete arvuga, siis arvutati keskmine lausete protsent igas essees kõigi võimalike lausete kohta kuulatavates tekstides. Esseedes loendati teksti lausetele vastavad meenutatud lauseid (vt. 2.7.). Esimene esitatud tekst (T1) sisaldas 72 ja teine tekst (T2) 78 lauset (vt. 3.1., Lisa 1 ja 2). Kokku saadi esseedes kummagi teksti puhul 48. Seejuures oli linnulaadateemalistes esseedes kokku 1218 ja kõrbeteemalistes kirjutistes 942 lauset.

Tekstide võrreldavuse jaoks Tabelis 6 on esitatud tulemused katsekorraldusest tulenenud rühmades (vt. 2.7.). Sulgudes on keskmine meenutatud lausete arv.

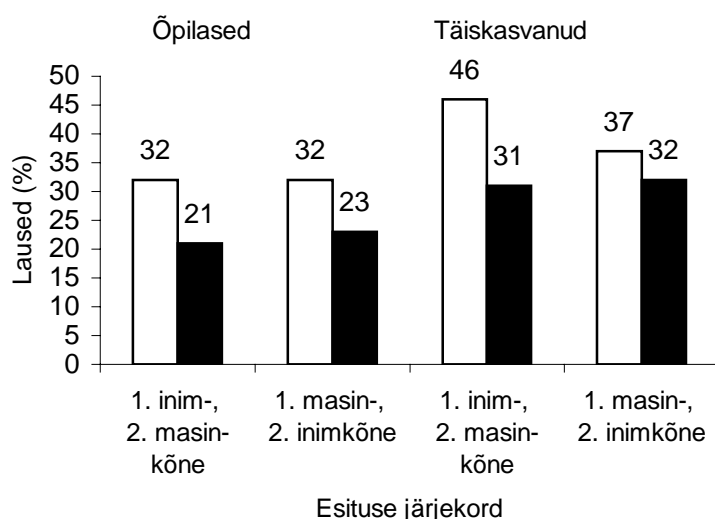
Tabel 6. Keskmine meenutatud lausete protsent kõigist lausetest (n) kahes tekstis.

Vanuserühm	Esituse järjekord	Tekst T1 (n=72)	Tekst T2 (n=78)
Õpilased	1. inim-, 2. masinkõne	32% (23 lauset)	21% (16 lauset)
	1. masin-, 2. inimkõne	32% (23 lauset)	23% (18 lauset)
Täiskasvanud	1. inim-, 2. masinkõne	46% (33 lauset)	31% (24 lauset)
	1. masin-, 2. inimkõne	37% (27 lauset)	32% (25 lauset)

Õpilased, kes kuulasid esimest teksti (T1) inimkõnes, meenutasid keskmiselt 32% selle teksti lausetest. Sama tulemuse said ka need, kellele T1 esitati

kõnesünteesiga. Kuulanud teist teksti (T2) kõnesünteesiga, meenutasid õpilased keskmiselt 21% selle lausetest. Need, kes kuulasid T2 inimkõnes, said tulemuseks 23%. Järelikult polnud märkimisväärset erinevust esseedes meenutatud lausete suhtes kummagi teksti puhul.

Täiskasvanud, kes kuulasid esimest teksti inimese poolt etteloevalt, meenutasid keskmiselt 46%, kuid need, kes kõnesünteesiga – 37% lausetest. Teist teksti kõnesünteesiga kuulanud täiskasvanud said tulemuseks 31% ja inimkõnega – 32% lausetest. Keskmine meenutatud lausete protsent sõltuvalt tekstist, ettelugemisviisist ja vanusrühmast on esitatud ka joonisel 5.



Joonis 5. Keskmine meenutatud lausete osa sõltuvalt tekstist T1 (□) ja T2 (■), ettelugemisviisist (inim- ja masinkõne) ning kuulajate vanuserühmast (õpilased ja täiskasvanud).

Keskmine meenutatud lausete osa on T1 korral suurem kui T2 puhul ning täiskasvanutel suurem kui õpilastel. Keskmiselt parima tulemuse nii T1 kui ka T2 korral said täiskasvanud, kes kuulasid seda inimkõnes.

Järgnevalt sooviti teada, kas meenutatud lausete arv sõltub oluliselt ettelugemisviisist. Selleks analüüsiti andmeid t-testiga. Vastav t-statistiku väärtus, vabadusastmete arv df ja olulisuse nivoo p on esitatud tabelis 7. Statistiku absoluutväärtus ei ületa t-jaotuse kriitilist väärtust olulisuse nivool $p=0,05$ ja meenutatud lausete arvu erinevust pole nende andmete põhjal võimalik tõestada. Küll aga oli meenutatud lausete arv statistiliselt oluliselt erinev sõltuvalt vanuserühmast allpool olulise nivood $p=0,01$.

Tabel 7. Tekstide (T1 ja T2) meenutatud lausete arvu erinevuse analüüs t-testi abil sõltuvalt esitusviisist (inim- ja masinkõne) ja vanusest (õpilased ja täiskasvanud).

Tekst	Esitusviis					Vanuserühm				
	Inim- kõne	Masin- kõne	t	df	p	Õpi- lased	Täis- kasvanud	t	df	p
T1	26,4	24,4	0,938	46	0,353	23,2	29,8	3,166	46	0,003
T2	20,2	19,0	0,694	46	0,491	17,1	24,7	4,683	46	0,000

Seega pole andmetest võimalik kõnesünteesi mõju erinevust välja lugeda. Selline tulemus näitab, et eestikeelne kõnesüntees ei halvenda võrreldes inimkõnega tekstitöötlust ja hilisemat meenutamist ei õpilastel ega täiskasvanutel. Kirjanduses leidub samuti tõendeid selle kohta, et teksti mõistmine ei erine kõnesünteesiga ja inimese poolt etteloetud tekstide puhul. Nii on see näiteks ingliskeelse kõnesüntesaatori *DecTalk* puhul (vt. nt. Hensil, Whittaker, 2000). Käesolevas uuringus ilmnenud mõlemast ettelugemisviisist võrdväärne arusaamine viitab kasutatud kõnesünteesi heale kvaliteedile.

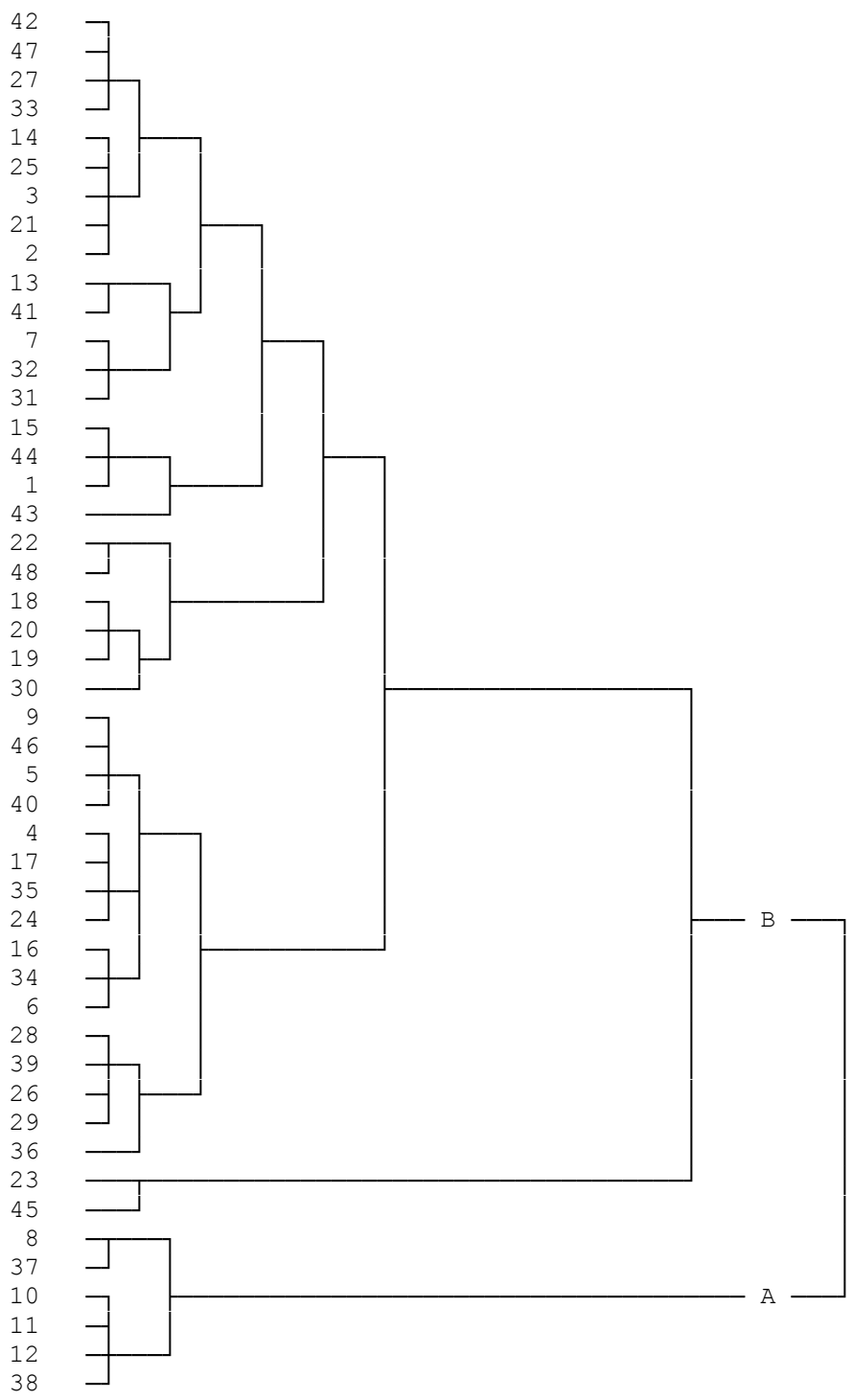
Samas näitasid aga katsetulemused, et meenutatud lausete arv sõltus tekstist, olles T1 korral suurem kui T2 puhul (tabel 6). See võib tuleneda asjaolust, et esimene tekst on struktuurilt lihtsam, teine aga keerukam (vt. 3.2.). Seega vastasid

tulemused ootustele: paremini meenutati lihtsamat teksti, mille töötlus kulgeb sujuvamalt. Analooget seost on käsitletud ka kirjanduses (vt. nt. Zwaan, Graesser, 1993; Vauras, 1991; van Dijk, Kintsch, 1983).

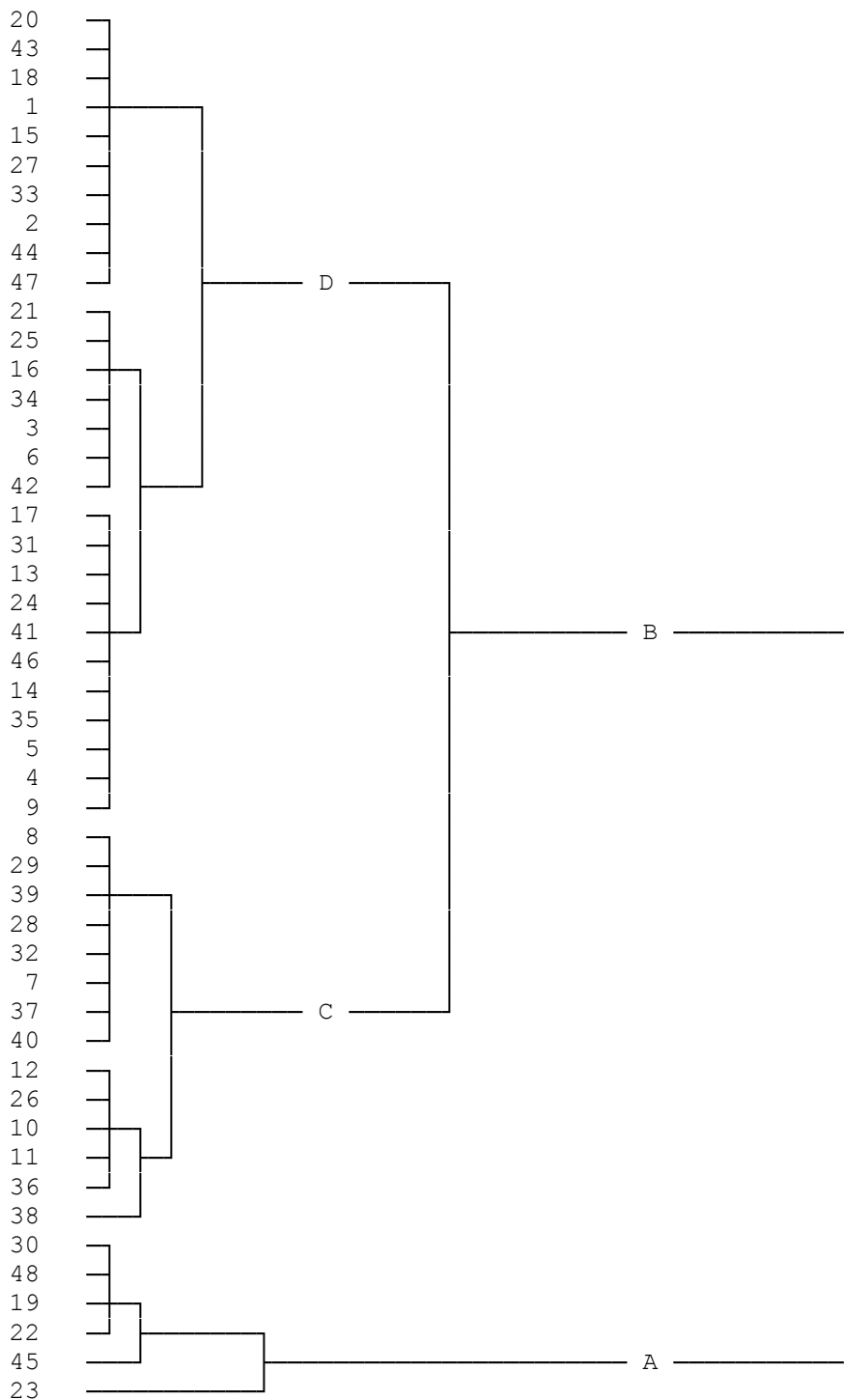
Ühtlasi ilmnes, et meenutatud lausete arv sõltus oluliselt vanuserühmast: täiskasvanute tulemused olid võrreldes õpilastega kõrgemad (tabel 6 ja 7). Kahe vanuserühma vaheline erinevus võib tuleneda nende erinevatest tekstitöötlusoskustest ja teadmistest. Täiskasvanutel võivad ka keerukamad tekstitöötlusoskused kulgeda automaatselt, samas kui õpilastelt nõuavad need suuremat pingutust (Kintsch, 1990; Wolfe *et al.*, 1998).

Kui enamik käesolevas töös kasutatud analüüsimeetoditest võrdles sõltumatuid valimrühmi, siis järgnev kategoriseerimine võttis korruga vaatluse alla iga osaleja mõlemad esseed. Esmalt klasterdati kõik samateemalised esseed lausete arvu ja vanuserühma alusel (vt. 2.8.). Joonisel 6 on esitatud dendrogramm, mis saadi teksti T1 andmete põhjal. Sellel esitatud numbrid tähistavad esseesid. Jooniselt on näha, et kõige enam eristub teistest kuut esseed ühendav klaster A. Meenutamise andmetest ilmneb, et tegu on kõige vähem lauseid sisaldavate esseedega. Seejuures kõrgema kategooria piiriks osutus 17 lauset. Sellest väiksema lausete arvuga esseed kuulusid madalamasse kategooriasse.

Sarnaselt kirjeldatuga klasterdati esseed, mis olid kirjutatud teksti T2 kuulamise järel. Tulemuseks saadi dendrogramm, mis on esitatud joonisel 7. Ka selle teksti puhul jaotuvad esseed kahte erineva suurusega rühma. Klaster A ühendab suure, B aga väiksema lausete arvuga esseesid. B jaguneb omakorda kaheks. Üks harudest ühendab kõige väiksema lausete arvuga esseesid ja on joonisel tähistatud C-ga. Maksimaalne lausete arv klastris C on 16, mis on sama, nagu vastav näitaja teksti T1 puhul. Kõrgemasse kategooriasse kuulusid ülejäänud esseed, mis sisaldasid vähemalt 17 lauset.

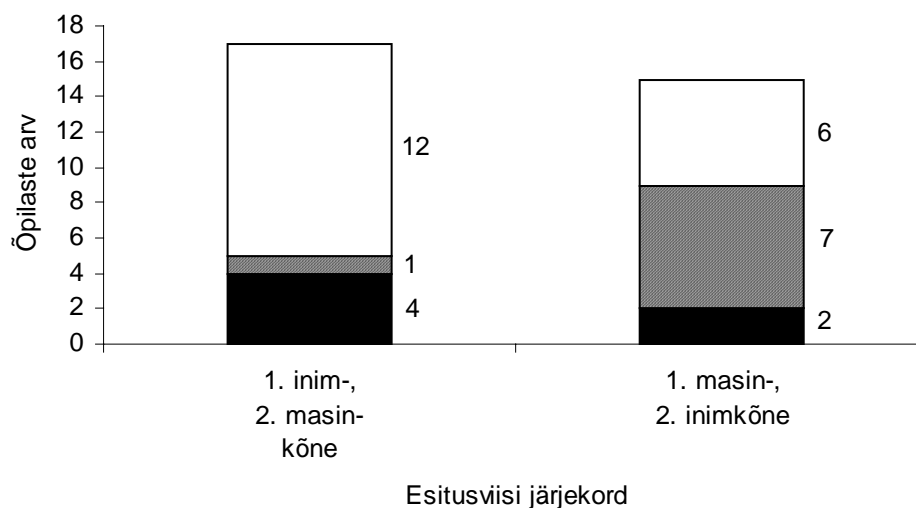


Joonis 6. Linnulaadateemaliste (teksti T1 põhjal kirjutatud) esseede dendrogramm, klasterdatuna lausete arvu ja vanuserühma alusel. Numbrid tähistavad esseesid, tähtedega A...B on märgitud klastrid.



Joonis 7. Kõrbeteemaliste (teksti T2 põhjal kirjutatud) esseede dendrogramm, klasterdatuna lausete arvu ja vanuserühma alusel. Numbrid tähistavad esseesid, tähtedega A...D on märgitud klastrid.

Kokkuvõttes jaotusid esseed kummagi teksti puhul kahte gruppi. Mõlema teksti tulemusi kombineerides saadi kolm varianti, kusjuures tekstide T1 ja T2 puhul meenutas vähemalt 17 lauset 73%, mõlema teksti puhul alla 17 lause 12% ning T1 korral üle ja T2 puhul alla 17 lause 15% kõigist kuulajatest. Viimaste – T1 korral üle ja T2 puhul alla 17 lause – meenutanute hulgas olid ainult õpilased. Selliseid õpilasi oli kokku kaheksa: ühele oli tekst T1 ette loetud inimese poolt ja seitsmel kõnesünteesiga (joon. 8).



Joonis 8. Õpilaste (n=32) arv, kes meenutasid alati palju (□), alati vähe (■) või teksti T1 korral palju ja teksti T2 korral vähe (▨) infot.

Üldjoontes langevad tulemused kokku eelpool kirjeldatutega: täiskasvanud meenutasid hästi mõlemat teksti, osa õpilastest aga ei suutnud T2 võrdselt T1-ga meelde jätta. Viimati nimetatud väikesearvulise õpilasarühma puhul võis tulemus sõltuda osaliselt kõnesünteesi iseärasustest. Ka kirjanduses leidub viiteid sellele, et lihtsamaid tekste mõistetakse kõnesünteesi esituses paremini kui keerukaid (Drager, Reichle, 2001).

Järgnevalt sooviti teada saada, mil määral edastasid kuulajad oma esseedes teksti üldistavat sisu ja kui palju ülejäänut - täpsustavat osa. Tekstide töötlusprotsessi teoreetilise mudeli koostamise käigus (vt. 3.2.) leiti tekstide üldistavad laused. Tekstis “Linnulaat” (T1) eristati 6 ja tekstis “Kellest oleneb kevad kõrbes” (T2) 7 sellist lauset (vt. tabel 4 ja tabel 5). Et esimeses tekstis oli kokku 72 ja teises 78 lauset, oli üldistavate lausete osa mõlemas 8%.

Loendanud teksti üldistavatele lausetele vastavad laused essees, arvutati nende keskmine protsent kõigist lausetest. Tabelis 8 on esitatud tulemused katsekorraldusest tulenenud rühmades (vt. 2.7.). Sulgudes on keskmine üldistavate lausete osa kõigist lausetest essees.

Tabel 8. Keskmine üldistavate lausete arv T1 ja T2 põhjal kirjutatud esseedes.

Vanuserühm	Esituse järjekord	Tekst T1 keskmine n=25,4		Tekst T2 keskmine n=19,6	
		Keskm. kogu arv	Üldistavaid lauseid	Keskm. kogu arv	Üldistavaid lauseid
Õpilased	1. inim-, 2. masinkõne	22,9	5,5 (24%)	16,2	5,5 (34%)
	1. masin-, 2. inimkõne	23,4	5,6 (24%)	17,9	5,8 (33%)
Täiskasvanud	1. inim-, 2. masinkõne	33	5,9 (18%)	24,1	6,1 (25%)
	1. masin-, 2. inimkõne	26,6	5,6 (21%)	25,3	6,6 (26%)

Õpilastel oli üldistavate lausete osa T1 puhul keskmiselt 24% nii inimesitust kui ka kõnesünteesi kuulates. Teise teksti puhul olid vastavad näitajad kõrgemad: kõnesünteesiga 34% ja inimkõne puhul 33%.

Täiskasvanutel, kes kuulasid T1 inimese poolt ettelotult, oli kokkuvõttelausete osa 18% ja nendel, kes kuulasid seda kõnesünteesiga – 21%. T2 korral oli kõnesünteesiga kuulanud täiskasvanutel üldistavate lausete osa 25% ja inimkõnes kuulanutel – 26%.

Tulemustest nähtus, et üldistavad laused esinesid esseedes sageli ning nende arv ei sõltunud lausete koguarvust. Seejuures oli aga üldistavate lausete osa kõigist lausetest teksti T1 korral väiksem kui teksti T2 puhul. Ühtlasi oli see näitaja õpilastel suurem kui täiskasvanutel, kuid ei sõltunud ettelugemisviisist.

Lühikestes esseedes olid mõnikord kõik laused kõrge üldistusastmega (vt. tabel 5), mida illustreerib ühe õpilase essee (kirjaviis muutmata):

“Kellest oleneb kevad kõrbes? Kevad kõrbes oleneb vihmapadudest. Kui on palju vihma siis tuleb kevad hea ja saabub varakult. Kui on vähe vett, siis kasvavad efemeerid väga väikesed ja kõrrelised. Kui vett ei saja üldse, siis taimed ei kasva ja kevad jääb ära. Tuleb ainult kuum ja pikk suvi.”

Kõik laused vastavad kuulatud teksti (T2) kokkuvõttelausetele (vt. tabel 5): m_1 , m_5 , m_7 , m_2 , m_6 . Siit järeldub, et erinevus üldistavate lausete osas esseedes sõltus kahe teksti meenutatud lausete koguarvust. Lihtsama teksti (T1) korral oli lausete koguarv suurem ning üldistavate lausete osa seega väiksem. Keerukama teksti (T2) korral oli lausete koguarv väiksem ja kuna üldistavate lausete arv ei vähenenud, oligi nende osa suurem. Samasugust seost näeme nende lausete sõltuvuse puhul vanuserühmast. Õpilased meenutasid keskmiselt vähem lauseid kui täiskasvanud, kuid üldistavate lausete arvult erinesid vähem – seega oli kokkuvõttelausete osa õpilastel suurem.

Järgnevalt sooviti hinnata, kas leitud erinevus on statistiliselt oluline. Selleks analüüsiti üldistavate lausete arvu esseedes t-testiga. Vastav t-statistiku väärtus, vabadusastmete arv df ja olulisuse nivoo p on esitatud tabelis 9. Ettelugemisviisi

alusel ei ületa statistiku absoluutväärtus t-jaotuse kriitilist väärtust olulisuse nivool $p=0,05$ ja kokkuvõtivate lausete arvu erinevust pole nende andmete põhjal võimalik tõestada. Vanuserühma alusel ei tõestatud erinevust teksti T1 korral, kuid üldistavate lausete arv T2 korral sõltus vanusrühmast. Seejuures rakendati olulisuse nivood $p=0,05$.

Tabel 9. Kokkuvõtivate lausete arvu erinevuse analüüs T1 ja T2 põhjal kirjutatud esseedes t-testi abil sõltuvalt esitusviisist (inim- ja masinkõne) ning vanuserühmast (õpilased ja täiskasvanud).

Tekst	Esitusviis					Vanuserühm				
	Inim- kõne	Masin- kõne	t	df	p	Õpi- lased	Täis- kasvanud	t	df	p
T1 max.=6	5,6	5,6	0,044	46	0,965	5,5	5,8	1,058	46	0,296
T2 max.=7	6,1	5,7	1,314	46	0,196	5,7	6,4	2,060	46	0,045

Kokkuvõttes võib öelda, et üldistavate lausete arv sõltus tekstist, kuid ei sõltunud ettelugemisviisist ning erines vanuserühmade vahel statistiliselt oluliselt ainult keerukama teksti korral. Sarnast tulemust võib leida ka teaduskirjandusest. Kirjeldava teksti puhul jäävad kokkuvõtavad laused meelde suurema tõenäosusega, ülejäänud laused ununevad aga sagedamini. Jutustava teksti puhul ei täheldata suurt erinevust lõikude sisukokkuvõtete ja ülejäänud lausete meenutamises – need jäävad meelde ühtlaselt hästi (van Dijk, Kintsch 1983).

Üldistavate lausete arv keerukama teksti korral erines vanuserühmiti samal põhjusel, miks lausete koguarvigi: täiskavanutel on välja kujunenud tekstitöötlemiseoskused ja suuremad teadmised paljudest ainevaldkondadest.

3.4. Lausete järjestus

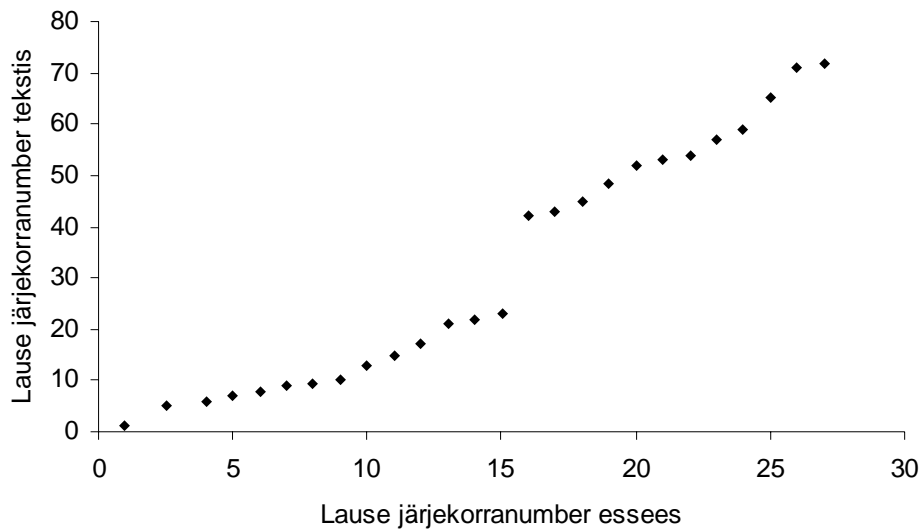
Lausete järjestuse reprodutseerimine peegeldab tekstitöötlusprotsesse ja selle uurimine kuulus töö eesmärkide hulka. Metoodika aluseks võeti van Dijki ja Kintschi (1983) ja Vaurase (1991) toodud näited. Esmalt analüüsiti katsealuste esseesid vastavalt eelpool kirjeldatule (vt. 2.6.). Seejärel võrreldi lausete järjestust essees ja tekstis ning arvutati lineaarse korrelatsioonikordaja r ning kasutati ka hajuvusdiagramme. Tugeva seose puhul loeti lausete järjestus tekstiga sarnaseks, nõrga seose puhul – muudetuks. Korrelatsioonikordaja r väärtust ei mõjuta lüngad (puuduvad laused). Tugeva kasvava seose näiteks valiti ühe täiskasvanu essee (kirjaviis muutamata):

“Linnulaat. Linnulaadal on palju purke, mis on üksteisega kõrvuti, need purgid on tigid. Tigid on mere põliselanikud. Põhiliselt elavad tigid vees kuid pesitsema minnakse kaljudele. Nende pesas on ainult üks muna, sest muidu ei jätku neil lihtsalt pesas ruumi. Muna soojendatakse jalgadel. Hiljem vajutatakse sinna kõhuga peale ja soojendatakse juba kehatemperatuuriga. Muna veeretamisel jalalt jalale peavad tigid olema ettevaatlikud, sest muna võib veerema minna. Hiljem võib katki minna või ära kaduda. Tihti võib muna veereda pesa servalt alla ja siis peavad tigid uuesti munema. Kui pojad kooruvad, siis vanemad toidavad neid. Ühel momendil aga ei tooda neile enam toitu, vaid kutsutakse hoopis kaasa vette. Pojad on ehmunud, kuid lõpuks nad võtavad julguse kokku ja lendavad. Ning kui ollakse koos vanematega koos vees, siis on nii ruumi kui ka toitu.”

Hajuvusdiagramm on esitatud joonisel 9 ($r=1$). Sellel asuvad punktid on paigutatud vastavalt lause järjekorranumbrile tekstis T1 ja õpilase essees.

Nõrga seose näiteks valiti ühe õpilase essee (kirjaviis muutamata):

“Millest oleneb kevad kõrbes? Kevadet pole mitte alati kõrbes. Kui on vähe sademeid talvel, siis tuleb kohe lõõskav suvi ja suvi ei jää tulemata.

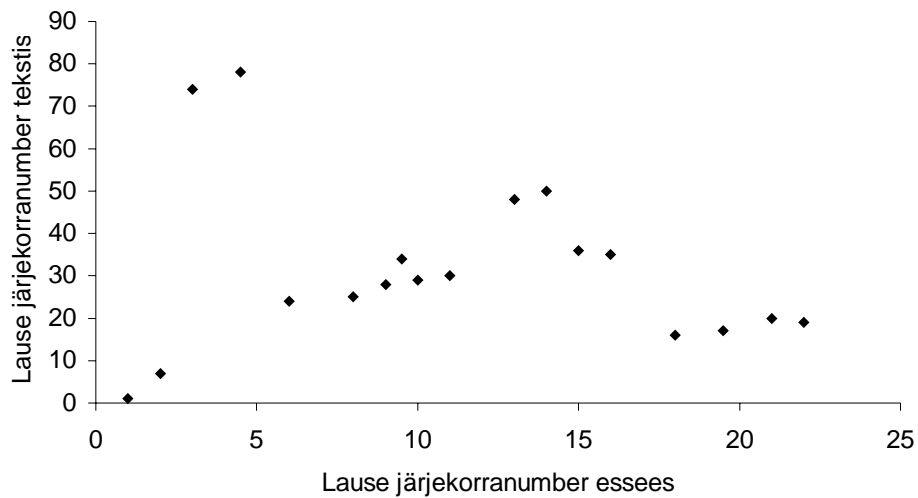


Joonis 9. Õpilase linnulaadateemalise essee põhjal koostatud lausete hajuvusdiagramm. ($r=1$).

Kõrbetaimedel on vaid 2 võimalust: kas kasvada lühikesel sajuperioodil või harjuda vähese veega. Mõlemaid taimi on olemas. Kaktused hoiavad endas suurt kogust vett ja teised elavad vaid lühikese sajuperioodi ning siis kärbuvad ja jätavad sibula pinnasesse. Kui sajab talvel väga palju, siis rändajat ei üllata üldse tulipunased lilled ja muu ilus loodus. Ka Eestis leidub taimi, mis suudavad kasvada vaid lühikesi perioode kevadel, kui on palju lumesulamisvett ning mida enam lõuna poole, seda iseloomulikum see on.”

Selle põhjal koostatud hajuvusdiagramm on kujutatud joonisel 10 ($r=-0,18$).

Et hinnata lausete järjestamispehmitte sõltuvust tekstist, hinnati tekstiga sarnase ja muudetud lausejärjestuse osa mõlema teksti puhul. T1 korral oli järjestus kõigil (100%) isikutel tekstiga sarnane. T2 puhul oli lausete järjestus tekstiga sarnane 58% isikutel ja erinev 42% isikutel.

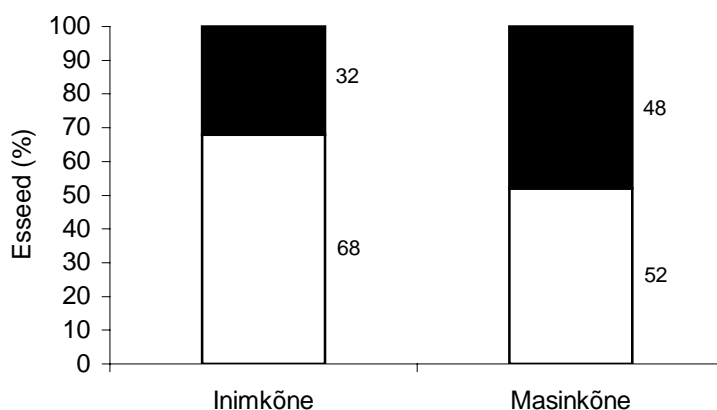


Joonis 10. Õpilase kõrbeteemalise esse e põhjal koostatud lausete hajuvusdiagramm ($r=-0,18$).

T1 oli lihtsam (vt. 3.2.), seetõttu meenutati selle puhul rohkem lauseid ning järgiti sama järjestust. Teksti laused olid tingimuslikus seoses, mis hõlbustas nende salvestamist mällu ja hilisemat meenutamist (vt. nt. van Dijk, Kintsch, 1983). Teise, keeruka teksti korral meenutati keskmiselt vähem lauseid kui esimese puhul ning kuna laused olid funktsionaalses seoses, muudeti sageli nende järjekorda.

Selleks, et uurida kõnesünteesi mõju lausejärjestuse reprodutseerimisele, leiti teksti T2 korral muudetud lausejärjestusega esseede jaotus kuulajate vahel, kellele teksti luges ette inimene ja kellele arvuti programm. Lausete järjestust olid muutnud rohkem need esseekirjutajad, kes olid kuulanud kõnesünteesi (52%) ja vähem need, kellele luges inimene (32%) (joon. 11).

Järgneva analüüsiga sooviti teada, kas erineva järjestamispehimõttega esseed jaotuvad erinevalt sõltuvalt ettelugemisviisist. Selleks analüüsiti muudetud ja sarnase lausejärjestusega esseede arvu jaotust χ^2 -testiga. Vastav χ^2 -statistiku väärtus, vabadusastmete arv df ja olulisuse nivoo p on esitatud tabelis 10, sagedustabelid lisas 4 ja 5.



Joonis 11. Teksti “Kellest oleneb kevad kõrbes” põhjal kirjutatud erineva järjestamispõhimõttega: tekstiga sarnase (□) ja muudetud (■) järjestuse, esseede osa sõltuvalt ettelugemisviisist.

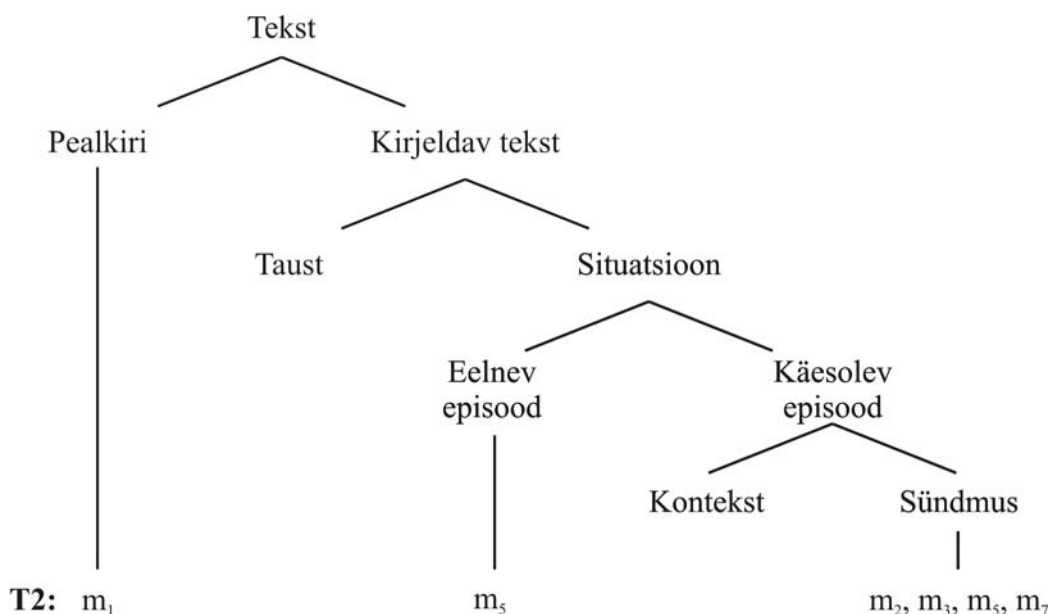
Tabel 10. Erineva järjestamispõhimõttega (tekstiga sarnane ja muudetud) esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil teksti T2 korral sõltuvalt esitusviisist (inim- ja masinkõne) ja vanuserühmast (õpilased ja täiskasvanud).

Tekst	Esitusviis			Vanuserühm		
	χ^2	df	p	χ^2	df	p
T2	2,006	1	0,157	0,171	1	0,679

Statistiku absoluutväärtus ei ületa χ^2 -jaotuse kriitilist väärtust olulisuse nivool $p=0,05$ ja erineva lausejärjestusega esseede erinevat jaotumist sõltuvalt ettelugemisviisist pole nende andmete põhjal võimalik tõestada. Samuti ei saa kinnitada vanuserühma mõju sellele, millise lausejärjestusega esseed olid. Kokkuvõttes ei erinenud järjestamispõhimõte oluliselt sõltuvalt ettelugemisviisist ega kuulajate vanusest. Seejuures oli aga märkimisväärne tekstidevaheline erinevus. Saadud tulemus viitab sellele, et katses rakendatud kõnesüntees oli inimkõnega võrreldava kvaliteediga.

Muudetud lausejärjestusega esseed erinesid kuulatavast tekstist sündmuste paigutuse poolest. Näiteks 90% neist algasid või lõppesid taimestikurikka kevade kirjeldusega (m_5), samas kui kuulatud tekstis paiknes see kirjeldus loo keskosas (vt. tabel 5). Vaatleme lähemalt järgmist lõiku ühe õpilase esseest (kirjaviis muutamata):

“Kevad kõrbes. Kevad on kõrbes igal aastal erinev. Mõnel kevadel meenutab kõrb niitu. Vahel on kevad tavaline ja mõnikord jääb kevad tulemata. Kui talvel on küllalt lund ja kevadel sajab rohkem vihma, siis puhkevad õitsele paljud taimed. Kõrbes elavad lühieataimed. Kevad on seal ainult kaks kuud. Mõnikord vähem ja mõnikord rohkem. Kevadel õitsevad kõrbes tulbid, kollased või punased ja sinised pisihüatsindid...”

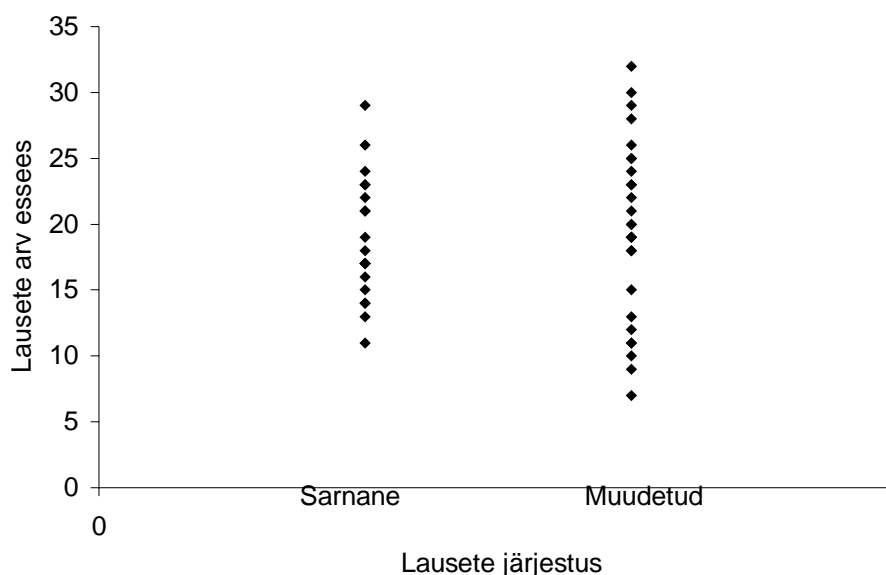


Joonis 12. Õpilase kõrbeteemalise (T2) esse struktuuriskeem, kus m_1 - m_7 tähistavad üldistavaid lauseid.

Võttes aluseks kuulatava teksti kokkuvõtavad laused, on nende järjekorda muudetud: $m_1, m_5, m_7, m_2, m_5, m_3, m_5$... Kuigi skeemi ei reprodutseeritud, vaid alustati sündmustest (joon. 12), näitab nende meeldejäamine siiski teksti

struktuuriskeemi mõistmist (vt. joon. 4). Õpilane on alustanud sündmustega, mida peab tähtsaimateks.

Seda, et lausejärjestuse muutmine võrreldes kuulatud tekstiga ei too kaasa lausete paremat või halvemat meenutamist, illustreerib joonis 13. Sellel on punktidenä kujutatud esseed vastavalt lausete arvule ja järjestusele. Jooniselt ilmneb, et lausejärjestust võisid muuta nii väga vähe, keskmiselt kui ka väga palju lauseid meenutanud inimesed.



Joonis 13. Esseede jaotus vastavalt kuulatava tekstiga (T2) sarnasele ja sellega võrreldes muudetud lausejärjestusele ning lausete arvule.

Muudetud järjestusega terviklik essee viitab sellele, et meelde jäeti sisu abstraktne kirjeldus. Tugeva korrelatsiooni puhul essee ja teksti lausete vahel jäeti meelde ka teksti üldine skeem. Kuna suur osa T1 lauseid seostus omavahel ajalis-põhjuslikult (vt. tabel 2) ja lõikude sisukokkuvõtted olid selgelt sõnastatud, jäi lausete järjekord samaks ka esseedes. Keerukama teksti laused T2 seostusid

omavahel nõrgemalt ja osa sisukokkuvõtteid tuli ise konstrueerida (vt. tabel 3). Selle tagajärjel polnud lausete järjestus tekstiga eriti tugevalt seotud.

3.5. Vigade arv esseedes

Tekstist arusaamist uuriti ka meenutamisel tehtud vigade arvu alusel. Seejuures eristati kuulmisvigu (häälikute segistamist) ja sisulisi ebatäpsusi (väidete vastuolulisust tekstiga). Tabelis 11 on esitatud tulemused katsekorraldusest tulenenud rühmades (vt. 2.7.). Õpilastel, kes kuulasid teksti T1 inimkõnes, oli keskmine vigade koguarv essee kohta 0,5, neist oli kuulmisvigu 0,4 ja sisulisi 0,1. Sama teksti kõnesünteesiga kuulanud õpilased tegid keskmiselt 1,2 viga essee

Tabel 11. Keskmine vigade arv essees sõltuvalt tekstist (T1 ja T2), vanuserühmast (õpilased ja täiskasvanud) ja esitusviisist (inim- ja masinkõne).

Vanuserühm	Esituse järjekord	Näitaja	Tekst T1	Tekst T2
Õpilased	1. inim-, 2. masinkõne	Kuulmisvead	0,4	0,1
		Sisulised vead	0,1	0,2
		Kokku viga	0,5	0,3
	1. masin-, 2. inimkõne	Kuulmisvead	0,8	0,1
		Sisulised vead	0,4	0,1
		Kokku viga	1,2	0,2
Täiskasvanud	1. inim-, 2. masinkõne	Kuulmisvead	0,3	0
		Sisulised vead	0,1	0,3
		Kokku viga	0,4	0,3
	1. masin-, 2. inimkõne	Kuulmisvead	0,1	0
		Sisulised vead	0,1	0,1
		Kokku viga	0,2	0,1

kohta. Seejuures oli kuulmisvigu 0,8 ja sisulisi 0,4. Teksti T2 kõnesünteesiga kuulanud õpilaste vigade arv essee kohta oli keskmiselt 0,3. Neist oli kuulmisvigu 0,1 ja sisulisi 0,2. Õpilastel, kes kuulasid T2 inimkõnes, oli keskmiselt 0,2 viga essee kohta, sealhulgas kuulmisvigu võrdselt sisuliste vigadega.

Täiskasvanutel, kes kuulasid teksti T1 inimese poolt etteloevalt, oli keskmiselt 0,4 viga essee kohta, neist kuulmisvigu 0,3 ja sisulisi 0,1. T1 kõnesünteesiga kuulanud täiskasvanud tegid keskmiselt 0,2 viga essee kohta, sealhulgas oli kuulmisvigu võrdselt sisuliste vigadega. Teksti T2 kõnesünteesiga kuulanud täiskasvanutel oli keskmiselt 0,3 viga essee kohta, kusjuures kõik olid sisulised vead. Sama teksti inimkõnes kuulanud täiskasvanud tegid 0,1 viga essee kohta, kusjuures kõik olid samuti sisulised vead.

Kuulmisvigade arv ületas enamikus rühmades sisuliste vigade arvu ning vigade koguarv T1 korral oli suurem kui T2 puhul. Kuulmisvigade arv aga oli suurem neil, kes kuulasid seda teksti kõnesünteesiga. Vigade suhteliselt väike arv ei võimaldanud aga siinkohal teha kaugemale ulatuvaid järeldusi.

Selleks et hinnata, kas vigadega esseed jaotuvad erinevalt sõltuvalt ettelugemisviisist, analüüsiti andmeid χ^2 -testiga. Vastav χ^2 -statistiku väärtus, vabadusastmete arv df ja olulisuse nivoo p on esitatud tabelis 12, sagedustabelid aga lisades 6-9. Statistiku absoluutväärtus ületab χ^2 -jaotuse kriitilist väärtust olulisuse nivool $p=0,05$ vaid esimese teksti (T1) osas sõltuvalt ettelugemisviisist. Vigadega esseede jaotuse erinevus sõltuvust vanuserühmast pole nende andmete põhjal võimalik tõestada.

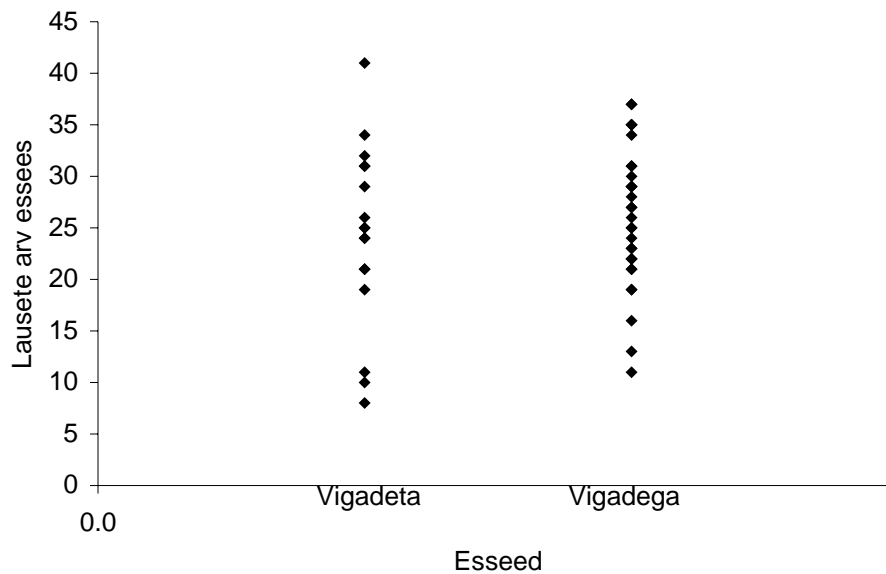
Tabel 12. Vigadega esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil kahe teksti (T1 ja T2) korral, sõltuvalt esitusviisist (inim- ja masinkõne) ning vanuserühmast (õpilased ja täiskasvanud).

Tekst	Esitusviis			Vanus		
	χ^2	df	p	χ^2	df	p
T1	5,408	1	0,020*	0,167	1	0,683
T2	0,739	1	0,390	0,063	1	0,802

Enamik T1 kuulmisvigu tulenes kahest sõnast: nii näiteks andis 50% teksti peategelase tirgu nimetus, mida kuuldi tirbu, kirbu või tiuguna ja 40% langes sõna "juuli" arvele, mida kuuldi juunina. Teksti töötluses on sõnade ja lausete tähenduse kõrval tähtis ka nende kõla. Näiteks mugulate sage esinemine esseedes oli osaliselt tingitud magunate nimetamisega tekstis ja väiteid "kõrb meeldib meile..." põhjustas teksti lause "miks kõrb neile meeldib". Sisulisteks vigadeks loeti väited, mis olid vastuolus tekstiga, näiteks järgmised ühe õpilase essees esinenud laused: *"Miks meile kõrb meeldib? Sellepärast, et seal ei ole kolmandat võimalust. Seal kas suudad vastu pidada vähese veega või sured ära."*

Siit järeldub, et tundmatuid või lähedase kõlaga sõnu võidakse valesti kuulda, seda eriti kõnesünteesi kasutades. Eesti keele kõnesünteesi kvaliteet sõnadest arusaamise osas on küll sama hea, kui teiste keelte kõnesünteesil (Mihkla, Meister, 2002 a, b), kuid ka parimatel kõnesüntesaatoritel täheldatakse kirjanduse andmetel võrreldes inimkõnega suuremat vigade hulka (vt. Hustad *et al.*, 1998; Lai *et al.*, 2001; Reynolds *et al.*, 2002).

Et leida seost esseedes esinenud vigade ja meenutatud lausete arvu vahel, koostati vastav diagramm (joon. 14). Jooniselt on näha, et vigu esines erineva lausete arvuga esseedes ja nad ei olnud seega otseses seoses tekstist arusaamisega.



Joonis 14. Linnulaadateemaliste (T1) esseede jaotus vastavalt vigade esinemisele ning lausete arvule.

Kuna töö eesmärgiks oli kõnesünteesi kui tekstiedastusvahendi võrdlus inimesitusega, siis uuriti, kuidas meenutatakse nimetatud kahel viisil esitatud tekste. Seejuures kasutati uurimisvahendina kuulajate poolt teksti kuulamise põhjal kirjutatud esseesid. Kuigi sagedamini uuritakse kõnesünteesi arusaadavust üksikute sõnade, lausete või lühikeste lõikude põhjal (vt. nt. Humes, Nelson, 1993; Hustad *et al.*, 1998; O'Bryan, 2000; Drager, Reichle, 2001) ning tekstidest arusaamist küsimustike abil (vt. nt. Cohen *et al.*, 2000; Lehto, 2001), annab esseede analüüs täiendavaid võimalusi. Käesolevas töös analüüsiti lausete arvu, järjestust ja vigade arvu esseedes. Kuna laused on tekstitötlusprotsessi ühikuteks (vt. 2.7.), võib neid kasutada meenutamise mõõtmiseks (van Dijk, Kintsch, 1983). Seejuures saab eristada eristuvad üldistavaid, suuremate tekstiosade sisu kokkuvõtvaid laused. Nende meenutamine näitab arusaamist teksti üldisest sisust, samas kui lausete järjestuse reprodutseerimine kirjeldab kogu teksti hõlmava struktuuriskeemi rakendamist (vt. nt. Vauras, 1991).

Käesolevas uuringus esitati õpilastele ja täiskasvanutele kaks teksti - vastavalt kõnesünteesiga ja inimkõnes Järgnenud esseede analüüsi tulemusel ei leitud märkimisväärseid erinevusi meenutatud lausete koguarvus ega üldistavate lausete arvus, samuti ka lausete järjestuse reprodutseerimises. See näitab, et eesti keele kõnesüntees ei halvenda tekstitöötlusprotsesse ega teksti järgnevat meenutamist.

Kahel viisil ettelugemise erinevused ei mõjutanud statistiliselt olulisel määral ei õpilaste ega täiskasvanute tulemusi. Seega saavad masinkõnet kasutada nii suuremate teadmiste ja kogemustega täiskasvanud kui ka need, kellel tekstitöötluseoskused on alles kujunemisjärgus. Sarnaseid järeldusi on tehtud ka mujal (vt. nt. Hustad *et al.*, 1998).

Kuigi katsetulemused erinesid suurel määral sõltuvalt tekstide keerukusest, ei ilmnenud kummagi teksti puhul kõnesünteesi negatiivset mõju võrreldes inimkõnega. Seega võib järeldada, et katses kasutatud eestikeelset sünteeskõnet võib kasutada nii lihtsamate kui ka keerukamate tekstide puhul.

Uuringu tulemuste analüüs näitas, et vaid kuulmisvigade arv oli üht teksti kõnesünteesiga esitades mõnevõrra suurem kui inimesituse puhul. See tulenes ilmselt asjaolust, et tundmatuid või lähedase kõlaga sõnu võidakse kõnesünteesiga valesi kuulda. Samasuguseid tulemusi on saadud kirjanduse andmetel mujalgi (vt. nt. Hensil, Whittaker, 2000). Kuigi suurte keelte puhul on kõnetehnoloogia kaugemale arenenud, viitavad töös saadud tulemused sellele, et ka eestikeelne kõnesüntees on oma kvaliteedi poolest teistega võrreldaval tasemel. Kuna katsealuste rühmaks olid nägemispuuetega õpilased, näitas tekstitöötluse hea tulemus, et seda infotehnoloogiavahendit võib nende hariduses laialdasemalt kasutada.

Kokkuvõte

Käesoleva töö eesmärgiks oli hinnata eestikeelse kõnesünteesi kasutatavust bioloogiaalaste tekstide edastamisel nägemispuuetega õpilastele. Kirjanduse ülevaates tutvustatakse lühidalt nägemispuuetega laste abivahendeid ja õppematerjale, sh helimaterjale ning nende vajadust bioloogiaõppes. Perspektiivseimad nende seas on infokommunikatsioonitehnoloogia rakendused. Tekstitöötlust ja seda mõjutavaid tegureid käsitletakse eelkõige van Dijki ja Kintschi (1983) teoreetilise mudeli valguses. Lähemalt vaadeldakse sünteeskõne arusaadavust ja erinevusi võrreldes inimkõnega.

Katses osales rühm 14-18 aastasi õpilasi ja täiskasvanuid. Töö käigus uuriti kahe bioloogiaalase teksti mõistmist, kusjuures kasutati kirjeldavaid tekste, millest on raskem aru saada kui jutustavatest. Tekstid olid erineva keerukusastmega. Mõlema teksti jaoks valmistati ette kaht tüüpi helisalvestis: ühel juhul oli see esitatud inimese poolt, teisel juhul eestikeelse kõnesünteesiga.

Tekstitöötlus toimub üldjoontes ühtemoodi nii lugedes kui ka kuulates. See on mitmetasandiline protsess, mille käigus koostatakse sisemine tekstirepresentatsioon, mis koondab infot sõnade, lausete, tähenduste ja eesmärkide tasandilt ning on hierarhiline, st madalamat järku ühikud seostuvad omavahel ja moodustavad kõrgemat järku ühikuid (nt. lähedase sisuga laused ühendatakse kokkuvõttelauseteks). Teksti meenutamine peegeldab töötluse kvaliteeti. Et hinnata arusaamist tervikuna, uuriti kõrgema taseme töötlusprotsesse. Seetõttu paluti katses osalenud õpilastel ja täiskasvanutel kirjutada kuuldu põhjal essee ning analüüsiti kirjutisi nii kvalitatiivselt kui kvantitatiivselt.

Eestikeelse kõnesünteesi kasutamine arvutis oleva teksti ettelugemiseks on lihtne, kiire ja odav, kuid kõne kvaliteet jääb inimkõnele alla (Meister, 2002). Enne kui

hakata seda kasutama keerukate tekstide esitamiseks õpilastele, tuli teha kindlaks, et see ei mõjuta arusaamist.

Katse tulemused on perspektiivsed, sest märkimisväärset erinevust tekstide meenutamises ei leitud, sõltumata sellest, kas see esitati kõnesünteesiga või inimese poolt. Vaid vigade arv oli ühe teksti korral kõnesünteesiga ettelootult suurem. Samas tingisid nii tekstide sisulised omadused kui ka kuulajate vanus märgatavaid erinevusi meenutatud lausete arvus ja järjestuses. Kokkuvõttes võib öelda, et eestikeelne kõnesüntees ei takista teksti mõistmist õpilastel ega täiskasvanutel, samuti ei häiri see tekstitöötlust lihtsamate ega keerukamate tekstide korral. Tundmatuid või lähedase kõlaga sõnu võidakse kõnesünteesiga siiski valesti kuulda. Tulemuste tähtsus ei piirdu bioloogiaõppega, vaid laieneb paljude ainevaldkondade tekstidele ja mitmetele täiskasvanute kasutusalaadele.

Eestikeelset kõnesünteesi rakendatakse praegu eelkõige arvutiga suhtlemisel, kuid käesoleva töö käigus kuulati sellega ka keerukaid tekste. Arvestades tekstide suurt tähtsust infoallikatena, võivad nägemispuuetega õpilastega töötavad pedagoogid seda edaspidi oma töös rohkem kasutada ja õpilastele iseseisvas töös soovitada.

Summary

The aim of the present study was to evaluate the usability of Estonian speech synthesis as a tool for reading biology texts to visually impaired students. The main barrier to these students in their studies is the difficulty of accessing information. The information and communication technology provides them with a great help. In the current work, the understandability of the Estonian speech synthesis and human voice was compared. Text comprehension process and factors affecting it were considered in the framework of a theoretical model of van Dijk & Kintsch (1983).

32 students of the age 14-18, and 16 adults participated in this study. Two biological descriptive texts were used: one of them was more difficult than the other. For both texts, two types of audio materials were prepared. One version was read by a computer and the other one by a human. The participants were asked to follow the texts and, after that, write an essay on the the content of texts. The comprehension of the texts in case of different listening modes – synthetic and human speech – was studied both quantitatively and qualitatively by the following analysis of essays.

The main results of the study were the following:

- A number of recalled clauses in the essays depended on the level of difficulty of the presented text.
- The number of recalled clauses in the essays was different in students and adults.
- There were no remarkable differences in the results of the groups as far as either synthetic speech or human speech were studied.

It is possible to conclude that Estonian speech synthesis did not affect text comprehension and it can be used for presenting relatively difficult texts. That

provides visually impaired students with a new effective opportunity in their studies at school.

Viidatud kirjandus

Cohen, L., Manion, L., Morrison, K. 2000. *Research Methods in education*. London, NY: Routledge Falmer.

Cole, R., Mariani, J., Uszkoreit, H., Varile, N., Zaenen, A., Zampolli, A., Zue, V. 1998. *Survey of the state of the art in human language technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Corn, A. L., Koenig, A. J. 2002. Literacy for students with low vision: A framework for delivering instruction. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 5, 305-321.

Corn, A. L., Wall, R., S. 2002. Access to multimedia presentations for students with visual impairment. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 4, 197-211.

Corn, A., Wall, R., Jose, R., Bell, J., Wilcox, K., Perez, A. 2002. An initial study of reading and comprehension rates for students who received optical devices. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 5, 322-333.

Cox, P. R., Dykes, M. K. 2001. Effective classroom adaptations for students with visual impairments. *Teaching Exceptional Children*, 6, 68-74.

deLeeuw, N., Chi, M. T. H. 2002. Self-Explanation: Enriching a Situation model or replacing a domain model? In G. M. Sinatra, P. R. Pintrich (Eds.). *Intentional Conceptual Change*, 55-78. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

den Ouden, H., Noordman, L., Terken, J. 2002. The prosodic realization of organizational features of texts. [WWW document]. URL <http://www.lpl.univ-aix.fr/sp2002/pdf/ouden-noordman-terken.pdf>.

Dole, J. A. 2000. Readers, texts and conceptual change learning. *Reading & Writing Quarterly*, 2, 99-119.

Douglas, G. 2001. ICT, education, and visual impairment. *British Journal of Educational Technology*, 3, 353-364.

Drager, K. D. R., Reichle, J. E. 2001. Effects of discourse context on the intelligibility of synthesized speech for young adult and older adult listeners: Applications for AAC. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 5, 1092-4388.

Dutoit, T. 1997. High-quality text-to-speech synthesis: an overview. *Journal of Electrical & Electronics Engineering, Australia: Special Issue on Speech Recognition and Synthesis*, 1, 25-37.

Eesti Põhilised Sotsiaal- ja Majandusnäitajad, 2. 2005. Tallinn: Statistikaamet.

Erelt, M., Kasik, R., Metslang, H., Rajandi, H., Ross, K., Saari, H., Tael, K., Vare, S. 1993. *Eesti keele grammatika. 2., Süntaks*. Tallinn: Eesti Teaduste Akadeemia Eesti Keele Instituut.

Ericsson, K. A., Kintsch, W. 1995. Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211-245.

Erwin, E. J., Perkins, T. S., Ayala, J., Fine, M., Rubin, E. 2001. You don't have to be sighted to be a scientist, do you? Issues and outcomes in science education. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 6, 338-351.

Eysenck, M. W., Keane, M. T. 2000. *Cognitive psychology. A student's handbook*. Hove: Psychology Press.

Gall, M. D., Borg, W. R., Gall, J. P. 1996. *Educational research: an introduction*. New York, London: Longman.

George, D., Mallery, P. 2001. *SPSS for Windows. Step by step. A simple guide and reference 10.0 update*. Boston: Allyn and Bacon.

Graesser, A. C., León, J. A., Otero, J. 2002. Preface. In J. Otero, J. A. León, A. C. Graesser (Eds.). *The Psychology of Science Text Comprehension*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Griffin, H. C., Williams, S. C., Davis, M. L., Engleman, M. 2002. Using technology to enhance cues for children with low vision. *Teaching Exceptional Children*, 2, 36-42.

- Gompel, M., van Bon, W. H. J., Schreuder, R. 2004. Reading by children with low vision. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 2, 77-89.
- Hansen, E. G., Lee, M. J., Forer, D. C. 2002. A 'self-voicing' test for individuals with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 4, 273-275.
- Hawkins, S., Heid, S., House, J., Huckvale, M. 2000. Assessment of naturalness in the ProSynth speech synthesis project. *IEE Colloquium on Speech Synthesis*, London.
- Hensil, J., Whittaker, S. G. 2000. Visual reading versus auditory reading by sighted persons and persons with low vision. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 12, 762-771.
- Howitt, D., Cramer, D. 2003. *Introduction to statistics in psychology*. Harlow: Pearson.
- Howitt, D., Cramer, D. 2005. *A guide to computing statistics with spss 11 for windows*. Harlow: Pearson.
- Hoz, R., Alon, A. 2001. The tactics and knowledge representations used by blind students in learning from texts. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 5, 304-306.
- Humes, L. E., Nelson, K. J. 1993. Effects of age on serial recall of natural and synthetic speech. *Journal of Speech & Hearing Research*, 3, 634-640.
- Hustad, K. C., Kent, R. D., Beukelman, D. R. 1998. DECTalk and MacinTalk speech synthesizers: Intelligibility differences for three listener groups. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 4, 744-753.
- Janse, E. 2002. Time-compressing natural and synthetic speech. *Proceedings of 7th International Conference on Spoken Language Processing*, Denver (USA), September 645-1648.
- Janse, E. 2003. Word perception in natural-fast and artificially time-compressed speech. *Proceedings 15th International Congress of the Phonetic Sciences*, Barcelona.

- Johnson, B., Christensen, L. 2000. *Educational research. Quantitative and qualitative approaches*. Boston: Allyn and Bacon.
- Karlsson, F. 2002. *Üldkeeleteadus*. Tallinn: Eesti Keele Sihtasutus.
- Kintsch, E. 1990. Macroprocesses and microprocesses in the development of summarization skill. *Cognition and Instruction*, 3, 161-195.
- Kintsch, W. 1986. Learning from text. *Cognition and Instruction*, 2, 87-108.
- Koroghlanian, C. M., Sullivan, H. J. 1999. The use of audio in computerbased instruction. *Proceedings of Selected Research and Development Papers Presented at the National Convention of the Association for Educational Communications and Technology (AECT)*, Houston, 241-247.
- Koul, R. 2003. Synthetic Speech Perception in Individuals With and Without Disabilities. *AAC: Augmentative & Alternative Communication*, 1, 49-59.
- Lai, J., Cheng, K., Green, P., Tsimhoni, O. 2001. On the Road and on the Web? Comprehension of synthetic and human speech while driving. [WWW document] URL <http://www.umich.edu/~driving/publications/CHI-Lai2001.pdf>
- Lehto, J. E., Scheinin, P., Kupiainen, S., Hautamäki, J. 2001. National survey of reading comprehension in Finland. *Journal of Research in Reading*, 1, 99-110.
- Mannes, S. M., Kintsch, W. 1987. Knowledge organization and text organization. *Cognition and Instruction*, 2, 91-115.
- Masing, V., Poots, L. 1977. *Tuhat tutvust tundrast kõrbeni*. Tallinn: Valgus.
- Meister, E. 2002. Kõnetehnoloogia olemusest. *A&A elektrooniline väljaanne*, 5.
- Mihkla, M., Meister, E. 2002a. Eesti keele tekst-kõnesüntees. 1. *Keel ja Kirjandus*, 2, 88-97.
- Mihkla, M., Meister, E. 2002b. Eesti keele tekst-kõnesüntees. 2. *Keel ja Kirjandus*, 3, 173-182.
- Miller, G. A. 1956. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.

- O'Bryan, E. 2000. Processing Differences in Synthetic versus Natural Speech: Evidence from Garden Path Sentences. Proceedings of the Twelfth Student Conference in Linguistics (SCIL 12). *MIT Working Papers in Linguistics*, 38, 169-177.
- Ojamo, M. 2004. *Näkövammarekisterin vuosikirja 2003*. Helsinki: Stakes, Näkövammaisten Keskusliitto ry.
- Reynolds, M. E., Isaacs-Duvall, C., Haddox, M. L. 2002. A comparison of learning curves in natural and synthesized speech comprehension. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 4, 1092-4388.
- Richgels, D. J. 1982. Schema theory, linguistic theory, and representations of reading comprehension. *Journal of Educational Research*, 1, 54-62.
- Röder, B., Demuth, L., Streb, J., Rösler, F. 2003. Semantic and morpho-syntactic priming in auditory word recognition in congenitally blind adults. *Language and Cognitive Processes*, 1, 1-20.
- Sanderman, A. A., Collier, R. 1997. Prosodic Phrasing and Comprehension. *Language and Speech*, 4, 391-409.
- Sonntag, G. P., Portele, T., Haas, F. 1998. Comparing the comprehensibility of different synthetic voices in a dual task experiment. SSW3-1998, 5-10.
- The prevention of blindness*. 1973. Wld Hlth Org. Techn. Rep. Ser., 518. Geneva, WHO.
- Tooding, L-M. 2001. *Andmeanalüüs sotsiaalteadustes*. Tartu: Tartu Ülikool.
- Truillet, P, Oriola, B, Nespoulous, J, Vigouroux, N. 2000. Effect of "Sound Fonts" in an Aural Presentation. *6th ERCIM Workshop "User Interfaces for All"*.
- Tulving, E. 1990. Memory. In: Grusec, J. E., Lockhart, R. S., Walters, G. C. (Eds.). *Foundations of psychology*. Toronto: Copp Clark Pitman Ltd.
- van Dijk, T. A., Kintsch, W. 1983. *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.

Van Petten, C., Bloom, P. 1999. Speech boundaries, syntax and the brain. *Nature Neuroscience*, 2, 103-104.

Vauras, M. 1991. Text learning strategies in school-aged students. *Annales Academiae scientiarum Fennica. Dissertationes Humanarum Litterarum*, 59. Helsinki: Academiae scientiarum Fennica.

Wattenberg, T. 2004. AT&T Natural Voices used with screen readers for students with learning disabilities. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, 79, 10-20.

Whittaker, S. 2003. Things to talk about when talking about things. *Human-Computer Interaction*, 149-170.

Wolfe, M. B. W., Schreiner, M. E., Rehder, B., Laham, D., Foltz, P. W., Kintsch, W., Landauer, T. K. 1998. Learning from text: Matching readers and texts by latent semantic analysis. *Discourse Processes*, 2-3, 309-36.

Yore, L. D., Bisanz, G. L., Hand, B. M. 2003. Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 6, 689-725.

Zwaan, R. A., Graesser, A. C. 1993. Reading Goals and Situation Models. *Psychology*, 4, 3-5.

Lisad

Lisa 1. Linnulaat

Lisa 2. Kellest oleneb kevad kõrbes?

Lisa 3. Hinnanguleht

Lisa 4. Esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil lausejärjestuse alusel (tekstiga sarnane ja muudetud) teksti T2 korral, sõltuvalt esitusviisist (inim- ja masinkõne).

Lisa 5. Esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil lausejärjestuse alusel (tekstiga sarnane ja muudetud) teksti T2 korral, sõltuvalt vanuserühmast (õpilased ja täiskasvanud).

Lisa 6. Esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil vigade alusel (vigadeta ja vigadega) teksti T1 korral, sõltuvalt esitusviisist (inim- ja masinkõne).

Lisa 7. Esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil vigade alusel (vigadeta ja vigadega) teksti T2 korral, sõltuvalt esitusviisist (inim- ja masinkõne).

Lisa 8. Esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil vigade alusel (vigadeta ja vigadega) teksti T1 korral, sõltuvalt vanuserühmast (õpilased ja täiskasvanud).

Lisa 9. Esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil vigade alusel (vigadeta ja vigadega) teksti T2 korral, sõltuvalt vanuserühmast (õpilased ja täiskasvanud).

Lisa 1.

Linnulaat

See siis ongi kuulus linnulaat, millest muistsed meresõitjad kõnelesid kui põhjamerede suurimast loodusimest.

Kaugemalt vaadatuna meenutab karniisiline kaljusein apteegikappi, kus riiulitel on tihedalt üksteise kõrvale lükitud ühesugused mustad ja valged pudelid. Need pudelid on siinsed elanikud tirgud, valge kõhupoole ning mustade tiibade ja seljaga linnud.

Tirgud on tõelised mereelanikud, kes suurema osa elust veedavad lainetel õõtsudes ja sinirohelisse allveeilma sukeldudes. Ainult pesitsusinstinkt sunnib neid kevaditi ilmuma järsakrannikuile ja otsima jalatäit (sõnasõnalises tähenduses!) horisontaalset pinda, kuhu ema saaks muneda oma ainsa muna. Rohkemate munadega oleks suuri raskusi, sest tirgul pole tõelist pesa. Muna ei hoita mitte külmal maapinnal, vaid jalgade laiadel ujulestadel, nagu teevad seda jääelavad pingviinidki. Muna surutakse vastu kõhuvolte, millelt haudumise ajaks udusuled kaovad: nii pääseb ihusoojus paremini munade juurde. Ülemised pikemad suled varjavad muna väljastpoolt.

Et muna ei jahtuks, hauvad vanemad vaheldumisi. Muna üleandmine toimub käest kätte, õigemini jalalt jalale, kuid seejuures võib see siiski kõrvale veereda ja siis on tegemist, et seda mitte kaotada.

Munad võivad veereda üle serva iga ettevaatamatu liigutuse puhul, mis veel rääkida ootamatust häirest mõne röövli ilmumisel! Võib kujutleda, kui oluline oleks siin mõni kaitsekohastumus, mis päästaks tuhandeid tirgutibusid enne koorumist. Munad ei saa aga kujuneda kandilisteks või konarlikeks. Siin on looduslik valik läinud teist teed. Võrreldes muna traditsioonilise kujuga on tirkude

tibuhäll märksa piklikum ja koonilisem. On arvatud, et puudutamisel selline muna ei hakka veerema, vaid tiirleb vurrina paigal. See ei ole siiski nii. Haudumise vältel kandub muna raskuskese teravama otsa poole: puudutamisel hakkab muna veerema seda väiksema kaarega, mida teravama otsaga ta on. Seega on sellisel munal väiksem võimalus eemale rulluda ja üle kaljuserva alla potsatada. Kui aga karniis on väga kitsas, ei ole sellestki kasu. Nii on muna häving tirkudel päris tavaline nähtus ja tihti tuleb neil alustada munemist uuesti.

Juuli lõpul läheb rannakarniisidel ruumipuudus veelgi suuremaks: pojad tulevad vanemate kõhu alt nähtavale. Nad on kaetud pruunide karvataoliste udusulgedega. Vilistavalt piiksudes tammuvad nad vaaruval kõnnakul ümber vanemate. Rikkalikul kalatoidul kasvavad pojad kiiresti, peagi tekivad tumedad tiivasuled ja kutsuv vile muutub tugevamaks.

Ja siis saabub nende noore elu kõige pinevam päev. Millegipärast ei too vanemad enam toitu, vaid teevad kutsuvaid häälotsusi: aeg on merele minna, et ise hakata kala püüdma. Kuidas aga lahkuda kindlalt kaljult, kui tiivadki veel ei kanna? Julgust on kah vähevõitu. Pojad sõeluvad rahutult edasi-tagasi nagu ohutumad teed otsides. Kuid teha pole midagi, nälg kihutab tagant. Räägitakse, et mõnikord on siiski vaja ka vanalinnu tiivamüksu, et laps teeks mis vaja: hüppaks kõrgelt kaljunukilt alla, teadmatusse. Esimene lend! Tiivajupid teevad mis suudavad, et kanda lindu eemale pangajalami teravatest kividest, et viia eemale, vette. Ja juba potsatabki vastne ookeanivallutaja märga keskkonda. Instinktiivselt hakkab ta ujuma ja sedamaid tunneb end vees päris kindlalt. Nüüd on vaja vaid kiiresti eemalduda rannakaridest. Koos vanematega ujutakse piiritule avamerele, kus jätkub kõigile ruumi ja toitu.

Lisa 2.

Kellest oleneb kevad kõrbes?

Kõrb muutub aastaajati. Põhimõtteliselt pole selles meile midagi üllatavat: ka mets on talvel ja suvel erinev. Kuid kõrb muutub ka aastati. On aastaid, mil kevadet pole olemaski. Muidugi on mõeldud mitte astronoomilist aastaaega, vaid fenoloogilist kevadet kui looduse üldilmelt erinevat perioodi.

Nii aastaegade kui ka aastate erinevused torkavad silma eeskätt taimestiku erinevuse tõttu. Mitte kogu taimestik, vaid ainult üks osa on selle eest vastutav. Kuid see väga silmatorkav ja küllaltki arvukas osa taimi esineb ainult kevaditi ja mõned sedagi vaid soodsail aastail. Need on lühieataimed efemeerid ja mitmeaastased taimed, mis vegeteerivad ainult kevadel. Ülejäänud osa aastast veedavad nad mullas seemne, sibula või juurika kujul.

Ka Eestis on taimi, mille elutegevus piirdub ainult paari kevadkuuga, näiteks kevadikud ja kuldtähed. Kuid mitte need taimed ei anna ilmet meie kevadele. Mida kaugemale lõuna poole liikuda, seda rohkem selliseid taimi on. Steps annavad punased või kollased tulbid ja sinised pisihüatsindid märtsis-aprillis juba üldise värvi. Kõrbetes võivad aga lühieataimed muutuda kohati isegi valdavaiks.

Miks kõrb neile meeldib? Vaid seepärast, et kõrbes pole kolmandat valikut: kas kohastu pideva veevähesusega või tule toime selle lühikese ajaga, millal muld on niiske. Evolutsioonis on taimed läinud mõlemat teed. Esimest suunda illustreerivad niisugused kõrbetaimed nagu kaktused ja agaavid, mille veevarumisvõime on üldtuntud. Teised, nagu magunad või kilbirohud, ei reeda väliselt millegagi, et nad on kõrbetaimed. Neil pole vaja varuda vett, sest nad elavad ainult lühikesel sajujärgsel perioodil.

Kui talvel on lund ja kevadsajud saabuvad õigeaegselt, ootab rändajat kevadel üllatav pilt. Tumepunased tulbid piiravad pärgadena põõsaid. Sinilillad malkolmiad ja kollased ristirohud ulatuvad põlvini. Hiirehersed ja lusted loovad lohkava rohustu. Botaanikki on kahevahel: on see niit või kõrb? Kiiresti kasvavad, kiiresti küpsevad need taimed. Varsti on viljad valmis, lehed kuivanud. Vett pole enam. Juba juunis on kõik kõrbenud, palav leitsak võimust võtnud. Seemned ja sibulad ootavad mullas järgmist kevadet, järgmist sajuperioodi.

Kui aga talv on lumevaene ja kevadel sajud hilinevad, ei jõua kõik efemeerid kasvama hakata. Ja needki, mis idanesid aegsasti, kasvavad vaid vaksapikkusteks. Vett enam juurde ei tule. Nii nad õitsevad ja viljuvad kasvus kängunud päkapikkudena.

Sel aastal me ei leidnud tulbivälju tuhandete õitega: neid näeb keskmiselt korra kümne aasta kestel. Aasta oli sademetelt alla keskmise. Leidsime umbes pooled kevadefemeeridest, peamiselt väikesed kõrrelised, ristõielised, karelehelised. Siinseal kirendasid veretilkadena madalad magunad, pudenevad, kui puudutad. Kopetdagi nõlvadel, kus vesi säilib kaljude vahel paremini, korjasime mõne kohaliku tulbi. Enamikku neist liikidest ei esine kusagil mujal maailmas. Palju kasvas lühikesi lusteid ja orasheina ohtelisi kõrbesugulasi. Ka peamine söödataim: kõrbetarn, kummalised pruunid kerapõisikud otsas, oli olemas ja seega peeti kevadist sööta lammastele-kitsedele küllaldaseks.

On viletsamaidki aastaid. Sadusid ei tule üldse. Lumeveest ei piisa kolmekseneljaks otsustavaks nädalaks ja efemeerid ei jõua õitsemiseni. Siis öeldaksegi, et kevad jäi ära. Suvi ja palavus aga ei jää kunagi tulemata.

Lisa 3.

Hinnanguleht

Nimi:.....

Palun märkige ringikesega oma hinnang kuulnud tekstile.

1) Kui huvitavaks Te hindate kuulnud teksti?

1-väga igav

2-üsna igav

3-mingil määral huvitav

4-huvitav

5-väga huvitav

2) Kui tuttavaks Te hindate kuulnud teksti valdkonna?

1-täiesti võõras

2-üsna võõras

3-mingil määral tuttav

4-tuttav

5-väga tuttav

Lisa 4.

Esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil lausejärjestuse alusel (tekstiga sarnane ja muudetud) teksti T2 korral, sõltuvalt esitusviisist (inim- ja masinkõne).

Tunnus		Sagedus	ESITUSVIIS		Kokku
			Inimkõne	Masinkõne	
LAUSEJÄRJESTUS	Sarnane	Tegelik	12	8	20
		Oodatud	9,6	10,4	20,0
		Stand. jääk	0,8	-0,7	
	Muudetud	Tegelik	11	17	28
		Oodatud	13,4	14,6	28,0
		Stand. jääk	-0,7	0,6	
Kokku		Tegelik	23	25	48
		Oodatud	23,0	25,0	48,0

$$\chi^2=2,006, df=1, p=0,157$$

Lisa 5.

Esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil lausejärjestuse alusel (tekstiga sarnane ja muudetud) teksti T2 korral, sõltuvalt vanuserühmast (õpilased ja täiskasvanud).

Tunnus		Sagedus	VANUSERÜHM		Kokku
			Õpilased	Täis- kasvanud	
LAUSEJÄRJESTUS	Sarnane	Tegelik	14	6	20
		Oodatud	13,3	6,7	20,0
		Stand. jääk	0,2	-0,3	
	Muudetud	Tegelik	18	10	28
		Oodatud	18,7	9,3	28,0
		Stand. jääk	-0,2	0,2	
Kokku		Tegelik	32	16	48
		Oodatud	32,0	16,0	48,0

$$\chi^2=0,171, df=1, p=0,679$$

Lisa 6.

Esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil vigade alusel (vigadeta ja vigadega) teksti T1 korral, sõltuvalt esitusviisist (inim- ja masinkõne).

Tunnus		Sagedus	ESITUSVIIS		Kokku
			Inimkõne	Masinkõne	
T1 VEAD	Vigadeta	Tegelik	12	5	17
		Oodatud	8,1	8,9	17,0
		Stand. jääk	-1,3	1,4	
	Vigadega	Tegelik	11	20	31
		Oodatud	14,9	16,1	31,0
		Stand. jääk	-1,0	1,0	
Kokku		Tegelik	23	25	48
		Oodatud	23,0	25,0	48,0

$$\chi^2=5,421, df=1, p=0,020$$

Lisa 7.

Esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil vigade alusel (vigadeta ja vigadega) teksti T2 korral, sõltuvalt esitusviisist (inim- ja masinkõne).

Tunnus		Sagedus	ESITUSVIIS		Kokkul
			Inimkõne	Masinkõne	
T2 VEAD	Vigadeta	Tegelik	21	17	38
		Oodatud	19,8	18,2	38,0
		Stand. jääk	0,3	-0,3	
	Vigadega	Tegelik	4	6	10
		Oodatud	5,2	4,8	10,0
		Stand. jääk	-0,5	0,6	
Kokku		Tegelik	25	23	48
		Oodatud	25,0	23,0	48,0

$$\chi^2=0,7395, df=1, p=0,390$$

Lisa 8

Esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil vigade alusel (vigadeta ja vigadega) teksti T1 korral, sõltuvalt vanuserühmast (õpilased ja täiskasvanud).

Tunnus		Sagedus	VANUSERÜHM		Kokku
			Õpilased	Täis- kasvanud	
T1 VEAD	Vigadeta	Tegelik	12	5	17
		Oodatud	11,3	5,7	17,0
		Stand. jääk	0,2	-0,3	
	Vigadega	Tegelik	20	11	31
		Oodatud	20,7	10,3	31,0
		Stand. jääk	-0,1	0,2	
Kokku		Tegelik	32	16	48
		Oodatud	32,0	16,0	48,0

$$\chi^2=0,182, df=1, p=0,670$$

Lisa 9

Esseede jaotuse analüüs χ^2 -testi abil vigade alusel (vigadeta ja vigadega) teksti T2 korral, sõltuvalt vanuserühmast (õpilased ja täiskasvanud).

Tunnus		Sagedus	VANUS		Kokku
			Õpilased	Täis- kasvanud	
T2 VEAD	Vigadeta	Tegelik	25	13	38
		Oodatud	25,3	12,7	38,0
		Stand. jääk	-0,1	0,1	
	Vigadega	Tegelik	7	3	10
		Oodatud	6,7	3,3	10,0
		Stand. jääk	0,1	-0,2	
Kokku		Tegelik	32	16	48
		Oodatud	32,0	16,0	48,0

$$\chi^2=0,063, df=1, p=0,802$$

EESTIKEELNE KÖNESÜNTEES KUI PERSPEKTIIVNE INFOEDASTUSVAHEND NÄGEMISPUUETEGA LASTE AINEÕPPES.

Küllli Kübar, Tago Sarapuu

Tartu Ülikooli MRI Loodusteaduste didaktika lektoraat

Eestis antakse nägemispuuetega lastele haridust Tartu Emajõe Koolis, kus tavaliste õppimisviiside kõrval kasutatakse ka mitmeid spetsiaalseid lahendusi. Töötades selles koolis bioloogiaõpetajana, olen püüdnud oma tundides kasutada vahendeid, mis süvendaksid ainetundmist ja mida õpilased saaksid edaspidi erinevatel eesmärkidel iseseisvalt kasutada. Üks perspektiivne infoedastusvahend nägemispuuetega lastele on kahtlemata eestikeelne kõnesüntees, mida võiks ka aineõppes laialdasemalt kasutada.

Nägemispuuetega laste õppimisviisid

Nägemisteravuse ja vaatevälja alusel jagunevad inimesed normaalselt nägevateks, vaegnägevateks ja pimedateks. Nägemisteravuse langus tähendab seda, et ei suudeta eristada esemete piirjooni. See, mida meie eristame 60 cm kauguselt, on vaegnägevale lapsele sõltuvalt puudeastmest nähtav vahemikus 3-18 cm. Pimedal lapsel nägemine puudub või on väga vähene, võimaldades eristada sõrmelaiusi esemeid lähemalt kui 3 m. Vaatevälja kitsenemine toob kaasa selle, et korruga hoomatakse väga väikest piirkonda. Mida lähemalt eset vaadatakse, seda väiksemat fragmenti sellest nähakse. Nii ei näe laps enam tervet lehekülje laiust lähemalt kui 50 cm. Kui samalt kauguselt ei nähta enam kämblalaiust piirkonda, on tegu pimesusega.

Inimese tegelikud nägemispuuded täpsustuvad aga igapäevase toimetuleku alusel erinevates eluvaldkondades. Näiteks võib keegi kasutada kodustes toimetustes ning suhtlemisel vaegnägeva inimese vahendeid ja võtteid, lugemisel aga pimedate tehnikaid. Mõni teine inimene võib küll liikumisel vajada kõrvalist abi, kuid kitsas piirkonnas näha nagu normaalselt nägev inimene.

Pimedad inimesed loevad ja kirjutavad punktkirja, mida loetakse sõrmedega vasakult paremale ja ülalt alla - sarnaselt trükitud tekstile. Vaegnägevad inimesed loevad trükitud tekste, kuid need peavad olema tavapärasest kirjas, kontrastsed ja hea kvaliteediga. Lisaks kasutavad nad suurendavaid abivahendeid nagu luupe ja lugemistelereid. Punktkirjaraamatute valmistamine on väga kulukas ja aeganõudev. Ka suurendavad abivahendid on kallid ja neid ei saa igale poole kaasa võtta. Seepärast on raamatute kõrval perspektiivne osaliselt helimaterjalide kasutamine - nii inimese poolt kui ka kõnesünteesiga ettelõetult.

Suuline kõne

Inimkõnet võib käsitleda lähtuvalt hääleorganite tööst, helilainete omadustest või tajust. Valdkonnas, mis tegeleb sünteeskõne loomise ja kirjeldamisega, kasutatakse eelkõige helilainete omadusi. Kõne kujutab endast ajas pidevalt muutuvaid helilaineid, kus kõige väiksemateks omaette eristuvateks kõnesegmentideks on häälikud.

Kuulamise ajal toimub keerukas, mitmetasandiline vaimne tegevus, mis algab häälikute ja sõnade töötlusega ning jätkub lauseanalüüsiga ja sisu tõlgendamisega, olles samal ajal vastastikusel toimes paljude teiste kuulajast tingitud teguritega. Erinevate tasandite vahel toimub pidev infovahetus. Näiteks ei alga lause sisu tõlgendamine kohe, kui lauseanalüüs on lõpule viidud, vaid juba esimeste sõnade sisendiga. Edasine lauseanalüüs võib juba kasutada infot tähenduse tasandilt (1, lk 333-334). Näiteks kui lause algab sõnaga "tumepunased", kitseneb oodatavate sõnade hulk, mis sobiksid järgmiseks sõnaks, ning see hõlbustab edasist arusaamist.

Töötluses olev lause peab seostuma eelmiste lausetega. Jutustavates tekstides seostuvad paljud laused omavahel ajalis-põhjuslikult, kujutades üksteise järel asetleidvaid fakte. Kirjeldavates tekstides seostuvad laused valdavalt funktsionaalselt: täpsustades, üldistades, vastandades või muul viisil seostades ühte lauset teisega. Esimest seostumistüüpi illustreerib lausepaar "nii on muna häving tirkudel päris tavaline nähtus ja

tihti tuleb neil alustada munemist uuesti”, teist seostumistüüpi illustreerivad järgmised kaks lauset: “On viletsamaidki aastaid. Sadusid ei tule üldse.”

Olulisena eristuvad teiste hulgast laused, mis sisaldavad lõigu sisukokkuvõtet ning kontrollivad ja hõlbustavad töötlust kogu lõigu piires. Need laused moodustavad kokku teksti sisu abstraktse kirjelduse ja jäävad meelde suurema tõenäosusega (1, lk 191-196). Vahel see lause tekstis puudub ja kuulaja peab selle ise juurde konstrueerima. Illustreerigu seda järgmine näide: “Kui talvel on lund ja kevadsajud saabuavad õigeaegselt, ootab rändajat kevadel üllatav pilt. Tumepunased tulbid piiravad pärgadena põõsaid. [...] Botaanikki on kahevahel: on see niit või kõrb?” Kuulaja konstrueerib juurde sisukokkuvõtte: “Kõrbes võib olla roheline”. Näide pärineb ühest katses kasutatud tekstist (2, lk 123), juurde konstrueeritud lause aga õpilase esseest.

Mahukate protsesside läbiviimisel võib piiravaks “pudelikaelaks” osutada töömälu maht 7 ± 2 ühikut (4). See puudutab eelkõige tahtelist mõtetegevust. Aeglustumise vältimiseks kasutatakse töömälu mahtu võimalikult ökonoomselt ja korduvalt kasutatud operatsioonid muutuvad automaatseteks. Sellised on näiteks häälikute ja sõnade äratundmine ning lauseanalüüs. Keerukamad tekstitöötluseoskused on koolieas alles kujunemisejärgus, täiskasvanutel võivad aga kulgeda juba automaatselt - näiteks oluliste lausete leidmine teiste hulgast ja teksti sisu abstraktse kirjelduse tuletamine ning teksti jaotus taustinfoks, sündmusteks jne. Kirjeldavaid tekste on raskem jälgida kui jutustavaid tekste ning need ei jää nii hästi meelde (1, lk 251-253).

Isegi kui kuulaja suudab põhimõtteliselt läbi viia keeruka teksti töötlust, võib ta sellega mitte hakkama saada, kui töömälu on hetkel üle koormatud. Teoreetiliselt võib sellise olukorra põhjustada ka monotoonne masinkõne.

Eestikeelne kõnesüntees

Kõnesüntees lähtub arvutis olevast tekstist. Esmalt teisendatakse kirjalik tekst hääldustekstiks ja luuakse lausetüübile (jutustavale või küsilausele) vastav

meloodiakontuur. Kõnesignaali genereerimine põhineb inimkõnest väljalõigatud kahehäälikuliste lõikude sobival ühendamisel. Kahehäälikulisi segmente kasutatakse seetõttu, et hääliku omadused sõltuvad naaberhäälikust. Tekstis esinevate häälikute saamiseks pöördatakse arvutiandmebaasi, mis sisaldab kõiki eesti keelele iseloomulikke häälikuid, ja need ühendatakse teatud reeglite alusel lõpuks ühtseks lauseks.

Loomuliku kõlaga kõne saamiseks on vaja modelleerida lause meloodiakontuur või teised suuremate kõnesegmentide tunnused. Praegu loeb süntesaator teksti lausete kaupa, mille kaks tüüpi (jutustav või küsilause) määratakse vastavalt lause kirjavahemärkidele. Seni puudub veel programm, mis leiaks lauses fraasid, ning seetõttu ei saa määrata ülejäänud lausetüüpide meloodiakontuuri ega lisada sõnadele rõhkusid või jätta pidevasse kõnesse pause (3). Kuulaja peab fraasid eristama sõnavormide, järjekorra jms alusel, olles mõnikord sunnitud "vastu võitlema" masina valele kõnetempole, rütmile ja intonatsioonile. Praegused tehnoloogilised piirangud on ületatavad ja eestikeelne kõnesüntees muutub tulevikus kvaliteetsemaks. Kõnesünteesi tarkvara on vabalt saadav Internetist (<http://www.phon.ioc.ee/synt>), veebidemo saab kuulata aadressil <http://kiisu.eki.ee>.

Käesolevas töös seati järgmised uurimisküsimused:

1. Mil määral erinevad meenutatud info hulk ja järjestus sõltuvalt teksti ettelugemise viisist?
2. Kuidas sõltuvad need näitajad teksti keerukusest ja kuulajate vanusest?

Materjal ja meetodika

Katses osales 28 õpilast vanuses 15-20 aastat ja 16 täiskasvanut, kokku 44 isikut. Õpilastest oli 9 naissoost ja 19 meessoost, täiskasvanud olid naissoost. 4 õpilast olid pimedad, 19 vaegnägevad ja 5 normaalselt nägevad, täiskasvanud nägid normaalselt.

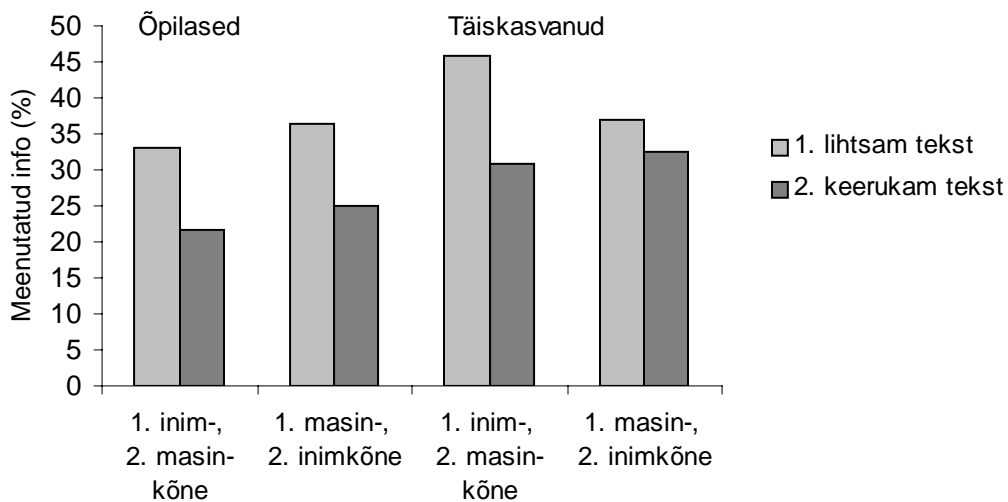
Kuulamiseks anti kaks bioloogiaalast teksti - kumbki umbes 450 sõna. Tekstid pärinesid V. Masingu ja L. Pootsi raamatust "Tuhat tutvust tundrast kõrbeni" (2, lk 12 lühendatult,

lk 123). Nii inimese poolt kui ka kõnesünteesiga ette loetud tekstid kestsid pisut alla 4 minuti. Esimene tekst sisaldas 72, teine aga 78 lihtlauset ja liitlauset. Tekstid erinesid omavahel selle poolest, milline oli lausete valdav seostumistüüp ja kui palju oli puuduvaid lõikude sisukokkuvõtteid, mis tuli kuulajal juurde konstrueerida. Kuigi mõlemad olid kirjeldavad tekstid, leidis esimesel tekstil mõningaid jutustava teksti jooni, näiteks seostusid paljud laused omavahel ajalis-põhjuslikult. Teises tekstis seostusid laused valdavalt funktsionaalselt ja kokkuvõtvad laused puudusid mitmes lõigus. Seega on esimene tekst lihtsam, teine aga keerukam.

Iga osaleja kuulas mõlemat teksti, millest ühe luges ette inimene ja teise arvuti. Osalejad kuulasid teksti vastavalt soovile järjest 2-3 korda ning kirjutasid seejärel samal teemal essee. Selle kirjutamiseks oli aega 20 minutit. Teist teksti kuulati 1-7 päeva hiljem. Katse korraldus oli teise teksti kuulamise ajal sama, mis esimesel korral.

Tulemused ja arutelu

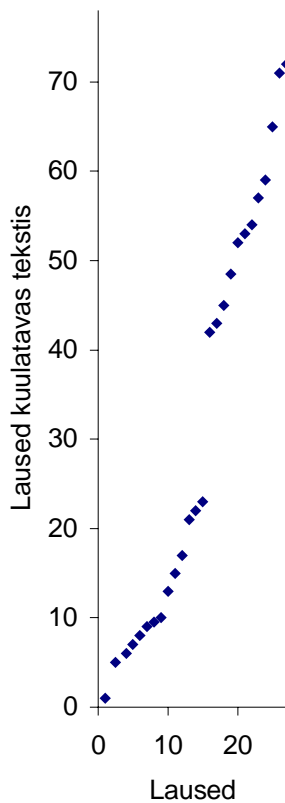
Selleks, et määrata meeldejäänud info hulk, leiti esmalt tekstis esinenud lihtlaused ja liitlausetate osalaused. Seejärel loendati vastavate lausete arv igas essees. Joonisel 1 on esitatud keskmine selliste lausete protsent essees kõigi võimalike lausete kohta kuulatavas tekstis. Esimese rühma õpilased, kes kuulasid lihtsamat teksti inimkõnes, said keskmiselt pisut madalama tulemuse kui teise rühma õpilased, kes kuulasid sama teksti kõnesünteesiga. Seda mitteolulist erinevust võib seletada kuulajate tasemega. Keerukama teksti tulemus jäi neil samuti alla teise rühma tulemusele, kuid kõnesünteesi mõju pole siit võimalik välja lugeda. Kolmanda rühma moodustasid täiskasvanud, kes kuulasid lihtsamat teksti inimese poolt etteloevalt ning said keskmiselt kõige parema tulemuse. Neljas, lihtsamat teksti kõnesünteesiga ja keerukamat teksti inimkõnes kuulanud täiskasvanute rühm sai keskmiselt kõige parema tulemuse keerukama teksti osas. Täiskasvanute keskmised tulemused olid paremad kui õpilastel. Kokkuvõttes ei sõltunud tulemused oluliselt ettelugemisviisist, küll aga tekstist.



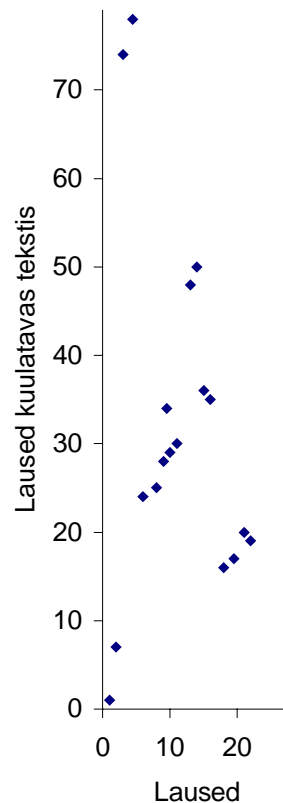
Joonis 1. Keskmine meenutatud info hulk (%) sõltuvalt teksti keerukusest, ettelugemisviisist ja kuulajate vanusest.

Tulemuste rühmitamisel eristus kummagi teksti puhul kaks kategooriat: palju ja vähe meenutatud infot. Seejuures oli kuulajaid, kes meenutasid alati palju infot, neid, kes meenutasid alati vähe infot, ning isikuid, kes meenutasid lihtsama teksti korral palju ja keerukama teksti puhul vähe infot. Viimaste hulgas olid peamiselt õpilased. Neid oli kokku 10: seitsmel oli keerukam tekst ette loetud kõnesünteesiga ja kolmel vastupidi. Kokkuvõttes ei suutnud osa õpilastest sõltumata ettelugemisviisist keerukat teksti samas ulatuses meenutada kui lihtsat teksti. Täiskasvanud meenutasid hästi ka keerukat teksti.

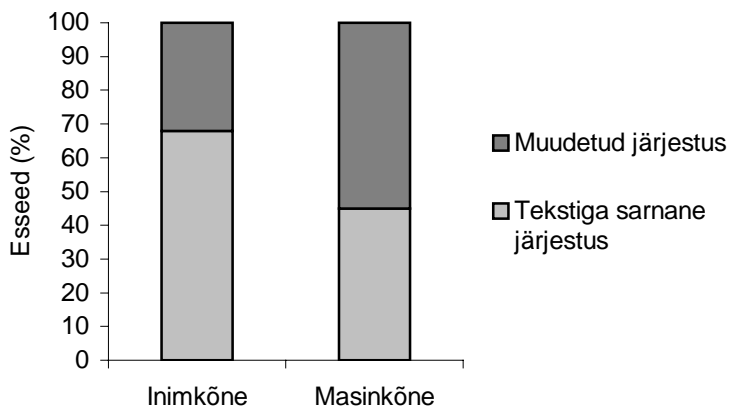
Lausete järjestamispehmõtte uurimiseks jaotati esseed esmalt kahte kategooriasse: tekstiga sarnane või muudetud järjestus. Seejuures kasutati jooniseid, millele kanti punktadena laused, lähtuvalt nende järjenumbrist essees ja kuulatavas tekstis. Tugeva kasvava seose puhul on lausete järjestus tekstiga sarnane (joonis 2), nõrga seose puhul on seda muudetud (joonis 3). Seejärel analüüsiti lausete järjestust sõltuvalt tekstist ja ettelugemisviisist. Lihtsama teksti korral oli see kõigil isikutel (100%) tekstiga sarnane. Keerukama teksti korral oli lausete järjestus tekstiga sarnane 57% isikutel ja erinev 43%



Joonis 2. Tekstiga sarnase järjestuse näide: lausete järjenumbriid essees ja kuulatavas tekstis on tugevas kasvavas seoses.



Joonis 3. Muudetud järjestuse näide: seos lausete järjenumbrite vahel essees ja kuulatavas tekstis puudub.



Joonis 4. Keerukama teksti põhjal kirjutatud esseede järjestamispõhimõtte (%) sõltuvalt ettelugemisviisist.

isikutel. Lausete järjestust olid muutnud rohkem need, kellele teksti luges ette arvuti (55%) ja vähem need, kellele luges inimene (32%) (joonis 4).

Kuna suur osa esimese teksti lauseid seostus omavahel ajalis-põhjuslikult ja lõikude sisukokkuvõtted olid selgelt sõnastatud, jäi lausete järjekord samaks ka esseedes. Keerukama teksti laused seostusid omavahel nõrgemalt ja osa sisukokkuvõtteid tuli ise konstrueerida. Selle tagajärjel polnud lausete järjestus tekstiga eriti tugevalt seotud. Kõnesünteesi mõju tulemustest järeldada ei saa. Kokkuvõttes ei erinenud tulemused lihtsama teksti korral kahe ettelugemisviisi alusel üldse, keerukama teksti korral erinesid aga vähe. Seejuures kujunes määravaks tekstidevaheline erinevus.

Järeldused

Eestikeelset kõnesünteesi rakendatakse eelkõige arvutiga suhtlemisel, kuid käesoleva töö käigus kuulati sellega ka erineva keerukusastmega tekste. Tulemused näitasid, et info meenutamine seejuures oluliselt ei halvenenud. See võimaldab nägemispuuetega õpilastega töötavatel pedagoogidel kõnesünteesi edaspidi oma töös laialdasemalt kasutada ja soovitada õpilastel seda ka iseseisvas töös rakendada.

Viidatud kirjandus

1. van Dijk, T. A., Kintsch, W. Strategies of discourse comprehension. New York: Academic Press, 1983.
2. Masing, V., Poots, L.. Tuhat tutvust tundrast kõrbeni. Tallinn: Valgus, 1977.
3. Mihkla, M., Meister, E. Eesti keele tekst-kõnesüntees. Keel ja Kirjandus, 2002, 2, 88-97, 3, 173–182.
4. Miller, G. A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. Psychological Review, 1956, 63, 81-97.