

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Psühholoogia Instituut

Anette Kosenkranius

**Töömälu sooritus 2-tagasi ülesandes sõltuvalt tähtede fonoloogilisest ja visuaalsest
sarnasusest**

Uurimistöö

Juhendajad: Kairi Kreegipuu, PhD

Mai-Liis Liiser, MA

Läbiv pealkiri: Töömälu sõltuvalt tähtede sarnasusest

Tartu 2025

Töömälu sooritus 2-tagasi ülesandes sõltuvalt tähtede fonoloogilisest ja visuaalsest sarnasusest

Lühikokkuvõte

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli välja uurida, kas töömälusooritus erineb 2-tagasi ülesandes sõltuvalt tähtede omadustest ja järjekorrast. Valimi moodustas 114 isikut, keskmise vanusega 27,33 aastat. 2-tagasi ülesande sooritust analüüsiti hii-ruut testidega. Selgus, et sooritus erineb sõltuvalt stiimulite järjekorrast. Tabamuse esinemise tõenäosus oli kõrgem stiimulkolmikus, mis koosnes kolmest identsest stiimulist ning valehäire esinemise tõenäosus oli kõrgem stiimulkolmikus, kus paiknesid järjest erinev ning seejärel kaks identset stiimulit. Sarnasuse efektide uurimiseks viidi läbi küsitlus, mille põhjal kategoriseeriti n-tagasi ülesande stiimulid fonoloogiliselt, visuaalselt, samal ajal nii fonoloogiliselt kui ka visuaalselt sarnasteks ja muudeks tähtedeks. Selgus, et sooritus 2-tagasi ülesandes ei erine sõltuvalt stiimulite järjekorrast, kui stiimulkolmikud olid moodustatud sarnastest ja nendega mittesarnastest stiimulitest. Tulemustest võib järeldada, et eesti keelt kõnelevate inimeste sooritust mõjutab tähtede järjekord n-tagasi ülesandes, kuid sarnasuse efekte tuleb tulevikus täpsemalt uurida.

Märksõnad: töömälu, n-tagasi ülesanne, fonoloogiline sarnasus, visuaalne sarnasus

Working memory performance in a 2-back task depending on the phonological and visual similarity of letters

Abstract

The aim of this study was to investigate whether working memory performance in the 2-back task differs depending on the properties and order of the letters. The sample consisted of 114 individuals, with a mean age of 27.33 years. Performance in the 2-back task was analyzed using chi-square tests. It turned out that performance differs depending on the order of the letters. The probability of a hit was higher in a stimulus triplet consisting of three identical stimuli, and the probability of a false alarm was higher in a stimulus triplet where a different and two identical stimuli were presented in a sequence. To study the effects of similarity, a survey was conducted, based on which the stimuli in the n-back task were categorized into phonologically, visually, simultaneously phonologically and visually similar, and other letters. It turned out that performance in the 2-back task did not differ depending on the order of the stimuli when the stimulus triplet consisted of similar and dissimilar stimuli. The results suggest that the performance of Estonian speakers on the n-back task is affected by the order of letters, similarity effects, however, need to be investigated in more detail.

Keywords: working memory, n-back task, phonological similarity, visual similarity

Tänapäeval ümbritseb meid tohutu hulk informatsiooni, mille meeldejätmise võib osutada väljakutseks. Suure infohulgaga kaasneb see, et paljuski on info omavahel sarnane ja seetõttu võib selle meenutamisel informatsioon kergesti segi minna. Informatsiooni meeldejätmisel on tihti eesmärgiks, et suudaksime seda meenutada ka pika aja möödudes, seega püüame informatsiooni talletada pikaajalisse mälu. Pikaajalise mälu uuringutes kasutatakse tihti stiimulitena sõnu ning on näidatud, et varem õpitud sõnade meenutamine on raskendatud, kui sõnad on semantiliselt sarnased (Baddeley, 1966b; Baddeley & Dale, 1966). Samas igapäevasesmates situatsioonides tuleb informatsioon meelde jätta ning seejärel seda kohe kasutada, näiteks võrrelda mingi uue informatsiooniga. Seepärast uuritakse mälu omadusi ka töömäluülesannetega, milles kasutatakse stiimulitena näiteks tähti. Töömälu on piiratud tähelepanuvõime ja mahutavusega süsteem, mis salvestab informatsiooni ajutiselt ning võimaldab sellega taju ja pikaajalise mälu toel erinevaid manipulatsioone teostada (Baddeley, 2003). Mälu ülesannetes, kus uuritakse töö- ja lühimälu, on samuti näidatud, et stiimulite semantiline, aga ka fonoloogiline ja visuaalne sarnasus mõjutavad ülesande sooritust (Camos jt, 2013; Guitard & Cowan, 2020; Szmalec jt, 2011). Seepärast on oluline uurida sarnasuse mõjusid ka eesti keelt kõneleva valimi põhjal, sest varasemalt pole seda tehtud.

Töömälu mudel

Töömälumudel on raamistik, mis näitab, kuidas ajutiselt salvestatud info abil kognitiivseid ülesandeid täidetakse. Tuntuimate töömälumudelite hulka kuulub Baddeley ja Hitchi (1974) mitmekomponendiline (*multi-component*) töömälumudel, mida autorid on järjepidevalt uuendanud. Algselt koosnes mudel kolmest komponendist – kesksest täidesaatjast (*central executive*), fonoloogilisest ringist (*phonological loop*) ja visuaal-ruumilisest visandist (*visuospatial sketchpad*), hiljem lisati mudelisse episoodiline puhver (*episodic buffer*).

Keskne täidesaatja kujutab endast tähelepanulist kontrollsüsteemi, mis kontrollib kõiki teisi töömälu komponente (Baddeley, 2000). See saab teadvustatult ligi säilitatud infole ning selle ülesandeks on vastutada töömälu toimuvate protsesside üle, näiteks on see võimeline teavet manipuleerima või muutma (Baddeley, 2000; Hitch, 2012).

Kõige enam on töömälumodelis kirjeldatud fonoloogilist ringi, mis koosneb fonoloogilisest laost ja artikulaatorsest kordamissüsteemist (Baddeley, 2000). Mudeli järgi säilitab fonoloogiline ladu verbaalset ja akustilist infot mõni sekund. Mälujälje värskendamiseks

saab kasutada artikulaatorset kordamist, mis võib tähendada info kordamist nii valju häälega kui ka subvokaliseerides ehk ilma häält tegemata mõtetes (Baddeley, 2003).

Kolmas komponent, visuaal-ruumiline visand koosneb visuaalsest, ruumilisest ja kinesteetilisest komponendist ning selle eesmärk on säilitada visuaalset ja ruumilist infot (Baddeley, 2000). Visuaal-ruumiline visand on samuti piiratud mahutavusega, korraga mahutab see kolm kuni neli kujundit (Baddeley, 2003).

Neljanda komponendina lisati mudelisse episoodiline puhver, mis on samuti piiratud mahutavusega ajutine salvestussüsteem (Baddeley, 2000). Mudeli järgi seob episoodiline puhver omavahel erinevatest allikatest tulevat infot integreeritud episoodideks (Baddeley, 2003). Info, mida episoodilises puhvris seotakse, pärineb fonoloogilisest ringist, visuaal-ruumilisest visandist või pikaajalisest mälust ning seda vahendab keskne täidesaatja (Baddeley, 2000).

Mälu ülesannete sooritus sõltuvalt tähtede fonoloogilisest sarnasusest

Tähtedel esineb akustiline ehk fonoloogiline sarnasus. Fonoloogiliselt sarnaseks peetakse neid tähti, mis kõlavad sarnaselt, näiteks inglise keeles C, B, D, P ja V ning fonoloogiliselt erinevaks neid tähti, mis ei kõla sarnaselt, näiteks inglise keeles K, R, W, Y ja F (Conrad, 1964). Fonoloogilise sarnasuse uurimine sai alguse 1960. aastatel, kui Conrad ja Hull (1964) näitasid, et lühimälu ülesande sooritus halvenes, kui tähejaded koosnesid fonoloogiliselt sarnastest tähtedest, võrreldes erinevatest tähtedest koosnenud tähejadadega. Saadud tulemust nimetatakse fonoloogilise sarnasuse efektiks (Conrad & Hull, 1964). Erineva fonoloogilise sarnasusega tähejadade koostamisel kasutasid Conrad ja Hull (1964) Conradi (1964) loodud kuulmisvigade maatriksit, mis hõlmab endas kõiki tähestikutähti ning näitab, kui sageli aetakse omavahel kahte tähte segi – st kui suure tõenäosusega kirjutatakse ülesandes, kus tähejadasid esitatakse auditoorselt ja palutakse täht koheselt kirja panna, esitatud tähe asemel mingi teine täht. Tähtede asendamine toimub süstemaatiliselt, sest täht aetakse segi pigem sarnaselt kõlava tähega (Conrad, 1964). Fonoloogilise sarnasuse efekti on tuvastatud ka uuringutes, kus ülesandeks on olnud meenutada nii sõnu kui ka hääldatavaid mittesõnu (ingl *deek, treek, jeek, yeak, neak*) järjekorras, milles neid algselt esitati (Baddeley jt, 1984; Daly jt, 2005). Lisaks on fonoloogilise sarnasuse efekti ilmnemist tuvastanud mitmed teised uuringud (näiteks MacAndrew jt, 2002; Nimmo ja Roodenrys, 2005; Sweet jt, 2008). Efekti on näidatud ka uuringus, kus olid prantsuse keelt kõnelevad osalejad, mis näitab, et fonoloogilise sarnasuse efekt pole omane ainult inglise keelele (Camos jt, 2013).

Mälu ülesannetes esitatakse stiimuleid erineval viisil, näiteks visuaalselt või auditoorselt, mitme stiimuli kaupa korraga või eraldi. Fonoloogilise sarnasuse efekti ilmnemist on tõestatud nii tähejadade visuaalsel (Conrad ja Hull, 1964) ja sõnade (Baddeley, 1966a) puhul nii visuaalsel kui ka auditoorsel esitamisel. Conrad (1964) leidis, et vead, mida tehakse mäluks, kus tähejadade esitatakse visuaalselt, on olemuslikult sarnased vigadele, mida tehakse siis, kui tähti esitatakse auditoorselt ja palutakse need koheselt kirja panna. Selle põhjal on järeldatud, et tähtede meeldejätmiseks kasutatakse nende verbaliseerimist ehk fonoloogilist kodeerimissüsteemi, mitte ei proovita neid meelde jätta visuaalse väljanägemise põhjal (Baddeley, 1966a; Conrad, 1964). MacAndrew jt (2002) tuvastasid, et fonoloogiliselt sarnastest tähtedest moodustatud jadade äratundmine oli ebatäpsem, kui eelnevalt esitati tähti eraldi, mitte korraga koos. Autorid järeldasid, et ülesandes, kus fonoloogiliselt sarnaseid tähti esitatakse eraldi, kasutatakse enam fonoloogilist kodeerimisviisi, samas kui tähtede esitamisel korraga kasutatakse ka visuaalset kodeerimist.

Baddeley (2000) töömälumudelil vastutab fonoloogilise sarnasuse efekti vahendamise eest fonoloogiline ring, sest fonoloogilise sarnasuse efekti ilmnemine eeldab fonoloogilise kodeerimise kasutamist. Mudeli järgi peaks sel juhul artikulaatorne mahasurumine takistama visuaalse info pääsemist fonoloogilisse lattu ning fonoloogilise sarnasuse efekti ei saa sel juhul ilmneda. Siiski on näidatud, et fonoloogilise sarnasuse efekt ilmneb nii artikulaatorse kordamise kui ka artikulaatorse mahasurumise korral, kus katseisikud peavad valju häälega ütlema stiimulite õppimise ajal näiteks numbraid (Baddeley, 1984). Seevastu ülesannetes, kus tähelepanul on suurem roll, sest katseisik peab paralleelselt sooritama mitut ülesannet (näiteks *complex span task*), ei ilmne sõnade meenutamisel fonoloogilise sarnasuse efekti, kui õppimisperioodil on katseisik pidanud kasutama artikulaatorset mahasurumist (Camos jt, 2013).

Mälu ülesannete sooritus sõltuvalt tähtede visuaalsest sarnasusest

Lisaks fonoloogilisele sarnasusele on tähtedel tuvastatud väga erinevatele omadustele tuginedes visuaalne sarnasus (Boles & Clifford, 1989). Näiteks peetakse visuaalselt sarnaseks suurtähti E, F ja L, millel on nii horisontaalsed kui ka vertikaalsed jooned, aga ka suurtähti, T, J, ja I, mis on vertikaalse kujuga (Boles & Clifford, 1989). Tähtede visuaalse sarnasuse tuvastamiseks on koostatud ka tähtede sarnasuse maatrikseid selle põhjal, kui palju kattuvad protsentuaalselt omavahel samas fondis ja suuruses kirjutatud tähtede kujutised. Sellisel on

näidatud, et üle 50% kattuvad omavahel näiteks E ja F ning R ja P, kuid peaaegu üldse ei kattu näiteks X ja J ning L ja A (Pyatigorskaya jt, 2023).

Visuaalse sarnasuse uurimine sai alguse 1970. aastatel, kui Wolford ja Hollingsworth (1974) näitasid, et mälu ülesande sooritus oli ebatäpsem, kui samaaegselt mitme tähe esitamisel olid tähed visuaalselt sarnased, võrreldes mittesarnaste tähtedega, mis tähendab, et nad tuvastasid visuaalse sarnasuse efekti. Logie jt (2000) tuvastasid, et visuaalse sarnasuse efekt kehtib ka siis, kui stiimuliteks on visuaalselt sarnased suur- ja väiketähtedest moodustatud paarid (näiteks C ja c) ning visuaalselt mittesarnased suur- ja väiketähtedest moodustatud paarid (näiteks Q ja q). Logie jt (2000) tuvastasid efekti ilmnemist ka sõnade puhul (näiteks on visuaalselt sarnased sõnad *fly, cry, dry, hew, new, few*) ning Chubala jt (2020) kinnitasid seda. Visuaalse sarnasuse efekt on tuvastatud ka juhul, kui esitatakse visuaalselt sarnaseid pilte, mida tuleb hiljem ära tunda (Hitch jt, 1989; Poirier jt, 2007). Lisaks on näidatud, et efekt ilmneb ka siis, kui stiimuliteks on Jaapani tähemärgid *Kanjid* (Logie jt, 2015; Saito jt, 2008).

Sarnaselt fonoloogilise sarnasuse efekti uurimisele on ka visuaalse sarnasuse efekti puhul uuritud, kas seda mõjutab see, kui ülesande tegemise ajal peab kasutama artikulaatorset mahasurumist või mitte. Selline katsedisain on oluline, sest artikulaatorne mahasurumine halvendab fonoloogilise kodeerimise kasutamist ja võimendab visuaalse sarnasuse efekti ilmnemist (Logie jt, 2000). Sama tulemuseni on jõudnud ka Poirier jt (2007), kes leidsid, et visuaalselt sarnaseid pilte igapäeva esemetest meenutatakse õiges järjekorras kehvemini kui visuaalselt mittesarnaseid pilte. Efekt ilmneb Poirier jt (2007) järgi nii siis, kui õppimisperioodi ajal tuleb vaikida kui ka siis, kui tuleb valju häälega korrata sõnu (antud katses ingl *tea time*). Samas pole uuringute järgi artikulaatorne mahasurumine visuaalse sarnasuse efekti ilmnemiseks vajalik, mis viitab sellele, et visuaalset kodeerimist kasutatakse ka juhul, kui fonoloogiline kodeerimine pole pärsitud (Guitard & Cowan, 2020; Logie jt, 2000; Poirier jt, 2007).

Fonoloogilise ja visuaalse sarnasuse võrdlus

Visuaalset ja fonoloogilist sarnasust on ka omavahel võrreldud ning saadud mõnevõrra vastandlikke tulemusi. Tähtede puhul, mis on visuaalselt sarnased, tehakse mäluülesandes rohkem vigu kui tähtede puhul, mis on fonoloogiliselt sarnased (Wolford & Hollingsworth, 1974). Selle põhjal on järeldatud, et tähtede meeldejätmisel ei tugineda fonoloogilisele kodeerimisele (Wolford & Hollingsworth, 1974). Siiski on raske konstrueerida tähejadasid, mis näevad visuaalselt väga sarnased välja, kuid on lihtne konstrueerida fonoloogiliselt sarnaseid

tähejadasid (Manning, 1977). Seepärast leidub ka uuringuid, kus visuaalse sarnasuse mõju on tunduvalt väiksem fonoloogilise sarnasuse mõjust meenutamisele (Connor & Hoyer, 1976). Selle tulemuse järgi tuginetakse tähejadade meeldejätmisel rohkem fonoloogilisele kodeerimisele (Connor & Hoyer, 1976).

Wolford ja Hollingsworth (1974) pakkusid välja, et tähtede visuaalne ja fonoloogiline sarnasus ei pruugi olla üksteist välistavad. Mitmed tähed, näiteks M ja N ning G ja C on sarnased nii visuaalselt kui ka fonoloogiliselt (Wolford & Hollingsworth, 1974). Visuaalse sarnasuse efekti ilmnemisel võib suur roll olla sellel, et need tähed kipuvad olema ka fonoloogiliselt sarnased (Connor & Hoyer, 1976). Seepärast on kasutatud visuaalse sarnasuse uurimiseks sõnu, mis on fonoloogiliselt sarnased nii visuaalse sarnasuse kui ka mittesarnasuse korral (Chubala jt, 2020; Logie jt, 2000; Logie jt, 2015). Antud uuringud tuvastasid siiski, et visuaalselt sarnaseid sõnu meenutatakse sellisel juhul ebatäpsemalt kui visuaalselt mittesarnaseid sõnu. Logie jt (2015) said sellise tulemuse olukorras, kus sõnade õppimisperioodi käigus tuli osalejatel kasutada artikulaatorset mahasurumist (ingl *the, the, the*), et pärssida fonoloogilist kodeerimist. Samas leidsid Logie jt (2000), et artikulaatorne mahasurumine ja visuaalne sarnasus mõjutavad mäluülesande sooritust teineteisest sõltumatult, mistõttu nad järeldasid, et sõnade meenutamisel kasutatakse nii fonoloogilist kui ka visuaalset kodeerimist. Lisaks on Chubala jt (2020) tuvastanud, et visuaalse sarnasuse efekt ilmneb küll meenutamise katses (*serial recall test*), kui sõnad on samaaegselt fonoloogiliselt sarnased, kuid äratundmise katses (*serial recognition test*) peavad efekti ilmnemiseks sõnad siiski üksteisest fonoloogiliselt erinema.

Leitud artiklid näitavad, et nii fonoloogilise kui ka visuaalse sarnasuse efektid on küllaltki universaalsed. Neid on tuvastatud erinevaid keeli kõnelevatel inimestel ning nii siis, kui õppimisperioodil tuleb kasutada artikulaatorset mahasurumist kui ka siis, kui seda kasutama ei pea. Samuti on sarnasuse efekte tuvastatud, kui stiimuleid esitatakse auditoorselt ja visuaalselt ning ühekaupa või korraga.

Töömälu mõõtmine: n-tagasi ülesanne

N-tagasi ülesanne on väga levinud viis töömälu mõõtmiseks kognitiivses psühholoogias, sest see hõlmab endas mitmeid kognitiivseid protsesse, nagu näiteks stiimulite tuvastamine, kodeerimine ja salvestamine, monitoorimine, harjutamine, info uuendamine, info sobitamine, otsustamine, valiku tegemine ja inhibeerimine (Jaeggi jt, 2010; Jonides jt, 1997). Ülesande jooksul esitatakse visuaalselt näiteks tähti või pilte ning vastajal tuleb näiteks klahvivajutusega

märku anda, kas esitatud stiimul on sama või erinev stiimulist, mis esitati kindel arv kordi tagasi, mis on tähistatud n -ga (Coulacoglou & Saklofske, 2017). See tähendab, et n -i asemel võib olla näiteks 2, mis tähendab, et tuleb otsustada, kas praegu esitatav stiimul on sama või erinev stiimulist, mis esitati 2 stiimulit tagasi (ehk positsioonis $n-2$).

N -tagasi ülesande raames registreeritakse mitmeid erinevaid täpsuse näitajaid sõltuvalt sellest, kas vastaja tegi õige otsuse või mitte. Olukorda, kus praegu esitatav stiimul on sama, mis n -tagasi ja vastaja annab sellest märku, nimetatakse tabamuseks (*hit*), kui vastaja annab samas olukorras märku, et stiimul ei ole sama, mis n -tagasi esitatud stiimul, siis nimetatakse seda mittetabamuseks (*miss*). Seevastu olukorda, kus praegu esitatav stiimul ei ole sama, mis n -tagasi, aga vastaja annab märku, et see on sama, nimetatakse valehäireks (*false alarm*), kui vastaja annab samas olukorras märku, et stiimul ei ole sama, mis n -tagasi esitatud, siis nimetatakse seda korrektseks keeldumiseks (*correct rejection*). Lisaks mõõdetakse vastamiseks kulunud aega ehk reaktsiooniaega. Mida suurem on n , seda enam tehakse vigu ning seda kauem kulub vastamiseks aega, sest n -i suurendamine suurendab ülesande lahendamiseks vajaminevat kognitiivset ressursi (Jaeggi jt, 2010).

N -tagasi ülesanne ja stiimulite sarnasus

N -tagasi ülesandega on fonoloogilise sarnasuse efekti pigem vähe uuritud. Sarnaselt varasematele uuringutele on ka n -tagasi ülesannetega leitud, et soorituse täpsus langeb, kui esitatakse fonoloogiliselt sarnaseid kaashäälikuid, võrreldes fonoloogiliselt mittesarnaste kaashäälikute esitamisega (Sweet jt, 2008). Kuigi MacAndrew jt (2002) ei kasutanud fonoloogilise sarnasuse uurimiseks n -tagasi ülesannet, näitasid nad siiski, et fonoloogiliselt sarnaste tähejadade äratundmiseks kulus hiljem rohkem aega, võrreldes jadadega, milles olid fonoloogiliselt erinevad tähed. Seevastu visuaalse sarnasuse efekti polegi minu andmetel n -tagasi ülesandega uuritud. Siiski on näidatud, et visuaalselt sarnaste sõnade meenutamine on ebatäpsem isegi siis, kui nendega samas stiimuljadas asuvad visuaalselt erinevad sõnad (Logie jt, 2015).

N -tagasi ülesannetes on uuritud, kuidas stiimulite järjekord mõjutab ülesande sooritust. Selleks on võetud kasutusele termin peibutaja (*lure*), mis kujutab endast praegu esitatava stiimuliga identset stiimulit. Kane jt (2007) leidsid, et kui 2-tagasi ülesandes asub positsioonis $n-1$ peibutaja ja positsioonis $n-2$ on n -st erinev stiimul (näiteks R-B-B), siis on valehäirete oht suurem, kui siis, kui positsioonides $n-2$ ja $n-1$ asuvad n -st erinevad stiimulid (näiteks R-Q-B). Sama tulemuseni on jõudnud ka Szmalec jt (2011). See tähendab, et vastamistäpsus (d') (vt Kane

jt (2007) valemit) on kõrgem, kui stiimuljadas asuvad järjest erinevad tähed, võrreldes sellega, kui jadas asub peibutaja. Lisaks leidsid Kane jt (2007), et 2-tagasi ülesandes ei erinenud tabamuste esinemise tõenäosus, kui positsioonides n-2, n-1 ja n olid identsed tähed (näiteks B-B-B), võrreldes olukorraga, kus positsioonides n-2 ja n olid identsed tähed, kuid positsioonis n-1 oli neist erinev täht (näiteks B-R-B). Siiski tõid nad välja, et vastamiskriteerium (c) (vt Kane jt, 2007) valemit) on negatiivne, kui stiimuljadas asub peibutaja, mis tähendab, et vastaja kipub enam nõustuma, kui positsioonis n-1 asub peibutaja, võrreldes sellega, kui seal peibutajat ei asu.

Leidub ka uuringuid, kus fookuses on peibutajate sarnasus praegu esitatavate stiimulitega. Szmalec jt (2011) uurisid, kuidas mõjutab peibutaja semantiline sarnasus n-tagasi ülesande sooritust. Selgus, et semantiliselt sarnase peibutaja asetsemine 2-tagasi ülesandes positsioonis n-3 halvendas sooritust ehk tõi kaasa enam valehäireid võrreldes olukorraga, kui peibutajat stiimuljadas ei asunud. Kuigi stiimul positsioonis n-3 ei ole 2-tagasi ülesande seisukohast vastamisel enam vajalik, viitab see tulemus sellele, et sarnaste peibutajate asumine stiimuljadas toob kaasa valehäirete sagenemise. Siiski leidsid nad, et identsete peibutajate korral on sooritus kehvem kui sarnaste peibutajate korral (Szmalec jt, 2011). Samas Chooi ja Logie (2020) on leidnud, et fonoloogiliselt sarnaste peibutajatega stiimuljadas tekib esialgu küll rohkem valehäireid, kuid mida enam on ülesannet harjutatud, seda vähemaks valehäireid jääb. Ka nemad tuvastasid, et ülesannet esmakordselt sooritades on vastajatel suurem kalduvus nõustuda ning seepärast valehäireid rohkem tekibki, kuid hiljem nõustutakse järjest vähem ja seepärast sooritus paraneb. See viitab sellele, et ülesande käigus võivad katseisikud omandada strateegia, kuidas sarnasusest tulenevaid vigu vältida. Samas ei tuvastanud Chooi ja Logie (2020), et ükski vastajate enda poolt välja toodud strateegia oleks soorituse paranemisele kaasa aidanud. Need tulemused viitavad sellele, et stiimulite asetsemise järjekord stiimuljadas on oluline ning stiimulite omavaheline sarnasus stiimuljadas halvendab, vähemalt esmakordselt n-tagasi ülesandega kokku puutudes, sooritust.

Käesoleva uurimistöö eesmärk ja hüpoteesid

Uurimistöö eesmärgiks on uurida, kas töömälusooritus erineb 2-tagasi ülesandes sõltuvalt tähtede omadustest ja järjekorrast. Kõigepealt uurin, kas sooritus erineb, kui võrdlen ükskõik millistest stiimulkomplektis olevatest identsetest konsonantidest ja neist erinevatest konsonantidest moodustatud stiimulkolmikute kombinatsioone. Seejärel uurin, kas sooritus erineb, kui võrdlen sarnastest ja nendega mittesarnastest konsonantidest moodustatud

stiimulkolmikute kombinatsioone. Kuna valdavalt on sarnasuse efekti uuritud erinevates lühimälu ülesannetes (nt *serial recall test*), siis antud uurimistöö aitab täita lünka tabamuse esinemise tõenäosuse (*hit rate*) ja valehäire esinemise tõenäosuse (*false alarm rate*) erinevuste uurimisega töömälu ülesandes 2-tagasi. Lisaks on uurimistöö esimene, kus fonoloogilise ja visuaalse sarnasuse mõju töömälule uuritakse eesti keelt kõnelevate inimeste hulgas.

Võttes arvesse varasemate tööde tulemusi fonoloogilise ja visuaalse sarnasuse kohta ning eelkõige Kane jt (2007) ja Szmalec jt (2011) tulemusi stiimulite järjekorra kohta n-tagasi ülesandes, sõnastan neli hüpoteesi:

H1. Tabamuse esinemise tõenäosus on kõrgem, kui stiimulid n, n-1 ja n-2 on identsed (AAA), võrreldes sellega, kui n ja n-2 on identsed, kuid n-1 on neist erinev (AXA).

H2. Valehäire esinemise tõenäosus on kõrgem, kui stiimulid n ja n-1 on identsed, kuid n-2 on neist erinev (XAA), võrreldes sellega, et n, n-1 ja n-2 on kõik üksteisest erinevad (XXA).

H3. Tabamuse esinemise tõenäosus on kõrgem, kui stiimulid n ja n-2 on identsed ning n-1 on nendega sarnane ($A_f X_f A_f$; $A_v X_v A_v$; $A_{fv} X_{fv} A_{fv}$), võrreldes sellega, kui n ja n-2 on identsed ning n-1 on nendega mittesarnane ($A_f X_m A_f$; $A_v X_m A_v$; $A_{fv} X_m A_{fv}$).

H4. Valehäire esinemise tõenäosus on kõrgem, kui stiimulid n-1 ja n-2 on sarnased stiimuliga n ($X_f X_f A_f$; $X_v X_v A_v$; $X_{fv} X_{fv} A_{fv}$), võrreldes sellega, kui n ja n-2 on sarnased, kuid n-1 on nendega mittesarnane ($X_f X_m A_f$; $X_v X_m A_v$; $X_{fv} X_m A_{fv}$).

Stiimulite tähistused on toodud Tabelis 1 ja stiimulkolmikute täpsed kombinatsioonid Lisas A.

Meetod

Valim

Käesoleva uurimistöö valim moodustati projekti „Seosed tähelepanueelse ja tähelepanulise infotöötamise vahel“ kahe erineva uuringu põhjal, nendeks olid „Eeltähelepanulise informatsiooni töötlus“ ehk PAIP ja „Nutiseadmed ja kognitiivne töötlus“ ehk NUTI uuring. PAIP uuringus osales 66 täisealist katseisikut ja NUTI uuringus 82 täisealist katseisikut. Käesoleva uurimistöö analüüsides jäeti välja 14 PAIP uuringus osalenud isiku tulemused ning 20 NUTI uuringus osalenud isiku tulemused. Mõlema uuringu puhul jäeti uurimistöö lõplikult valimist välja isikud, kes ei vajutanud vähemalt 75% kordadest klahvi ehk olid 2-tagasi ülesandes vastamata jätnud. PAIP uuringu valimist jäeti seetõttu välja 8 ja NUTI uuringust 16 isikut. Teiseks kriteeriumiks uurimistöö lõpliku valimi moodustamisel oli õigete vastuste osakaal

kõikidest vastustest, mis valimist välja jäetud isikute puhul oli 66% või madalam. PAIP uuringust jäeti seetõttu välja 6 isikut ja NUTI uuringust 4 isikut. Lisaks oli alust arvata, et osad katseisikud, kelle õigete vastuste protsent oli madal (20–40%), olid ülesande tegemise ajal segamini ajanud, kumba klahvi vajutada nõustumise ja kumba keeldumise korral. Seepärast pöörati klahvivahetus ümber lõplikus valimis 1 isiku tulemusel PAIP uuringus ja 3 isiku tulemustel NUTI uuringus. Need isikud jäid lõplikusse valimisse, sest nõustumise ja keeldumise vahetamisel oli nende õigete vastuste osakaal kõikidest vastustest üle 66%. Viimasena kodeeriti ümber 3 isiku tulemused PAIP uuringus ja 6 isiku tulemused NUTI uuringus, sest oli alust arvata, et keeldumisotsuse korral need isikud süsteemselt klahvi ei vajutanud. Need isikud jäeti analüüsidesse alles, sest muutes nende vastamata jätmise keeldumisotsuseks, paranes nende isikute keskmine õigete vastuste osakaal kõikidest vastustest sedavõrd, et see oli suurem kui ülejäänud vastajate keskmine õigete vastuste osakaal kõikidest vastustest – PAIP uuringu korral üle 87,36% ja NUTI uuringus üle 88,32%.

Käesoleva uurimistöö lõpliku valimi moodustasid 52 isikut PAIP uuringust ja 62 isikut NUTI uuringust, seega kuulus lõplikusse valimisse 114 isikut. Uuringutes osalejatest 67,54% ($N = 77$) olid naised ja 32,46% ($N = 37$) mehed. Katseisikud olid vanuses 18-54 aastat ($M = 27,33$; $SD = 7,24$ aastat).

Uuringute valimid moodustati mugavusvalimi põhimõttel. Osalejaid kutsuti osalema sotsiaalmeedia ning meililistide kaudu. PAIP uuringusse kutsuti osalejaid ka Tartu Ülikooli erinevatesse hoonetesse paigutatud katset tutvustavate plakatite abil ning jagati kutset suusõnaliselt psühholoogiakursustel ja teadusmessidel. Mõlemasse uuringusse kutsuti osalema nii füüsiliselt kui ka psüühiliselt terveid inimesi, kellel polnud diagnoositud migreeni, epilepsiat, krampe, insulti või ajuverejooksu ning kes ei tarvitanud retseptiravimeid. Lisaks olid uuringutes osalemise tingimusteks, et katseisikutel peab olema normaalne või normaalseks korrigeeritud nägemis- ja kuulmisteravus. NUTI uuringus osalemiseks pidi katseisik ühtlasi olema vanuses 18-45 aastat ja omama nutiseadet. Katseisikud võtsid osalemissoovi korral ise uuringute läbiviijatega ühendust ning enne katses osalemist pidid nad täitma ja allkirjastama informeeritud nõusoleku lehe. Uuringutes osalemiseks sai iga katseisik endale unikaalse koodi.

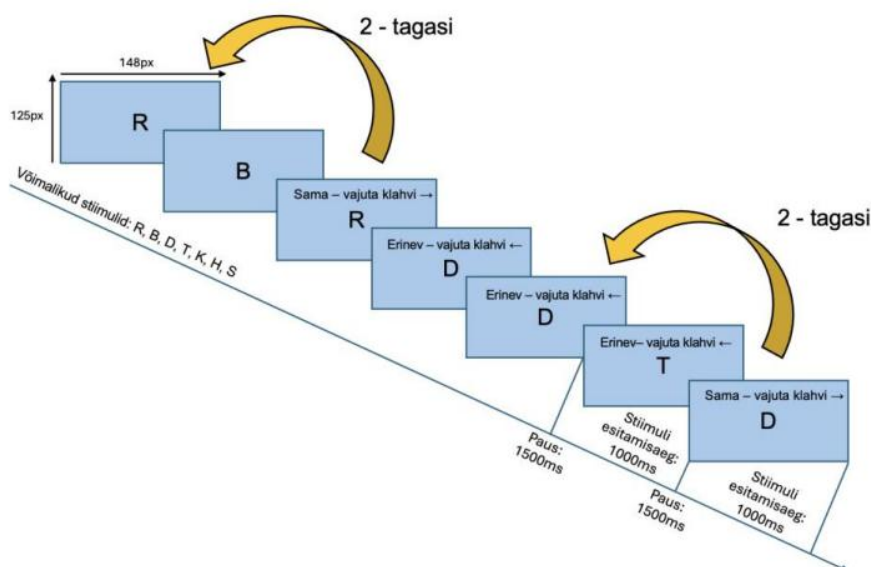
Uuringute üldine protseduur

PAIP uuring viidi läbi 2020.–2021. aastal ning NUTI uuring 2023. aasta detsembrist 2024. aasta märtsini. Mõlemad uuringud koosnesid mitmest sarnasest osast, seepärast

käsitletakse nende protseduure koos. Esmalt pidid katseisikud täitma veebipõhiseid küsimustikke, PAIP uuringus täitsid katseisikud küsimustikke veebikeskkonnas Kaemus (kaemus.psych.ut.ee) ning NUTI uuringus LimeSurvey keskkonnas. Mõlemas uuringus koguti veebipõhises küsimustikus infot katseisikute demograafilise tausta kohta. Lisaks täitsid osalejad mõlema uuringu raames veebis lühendatud nutitelefonisõltuvuse hindamise küsimustiku E-SAPS18 (Rozgonjuk jt, 2016), isiksuseküsimustiku EE.PIP-NEO lühendatud versiooni (Möttus jt, 2006) ning emotsionaalse enesetunde küsimustiku EEK-2 (EST-Q2, Aluoja jt, 1999). PAIP uuringus küsiti lisaks ka tervisekäitumise, käitumisharjumuste, käelisuse ja musikaalsuse kohta ning osalejad täitsid positiivse ja negatiivse afekti hindamise küsimustiku PANAS (Watson jt, 1988). Käesolevas uurimistöös ma veebiküsimustikest saadud andmeid peale valimi kirjeldamise täpsemalt ei käsitle.

Veebiküsimustike täitmisele järgnesid laborikülastused. PAIP uuringus külastati laborit kahel korral umbes kahe nädalase vahega, kumbki laborikülastus kestis umbes kolm tundi. NUTI uuringus külastati laborit ühel korral ning ühele katsele kulus keskmiselt viis tundi. Mõlemas uuringus küsiti laboris kõigepealt katseisikult sama päeva kofeiini ja nikotiini tarbimise kohta ning mõõdeti osalejate kuulmisläved ja kriitilise vilkumise sulandumise lävi nii laborikülastuse alguses kui ka lõpus. PAIP uuringus viidi läbi ka dihhootilise kuulamise katse ning küsiti katseisikute meeleolu ja näljatunde kohta. Seejärel sooritasid katseisikud pseudojuhuslikus järjekorras katseplokkides järgmisi kognitiivseid ülesandeid: segajateta, visuaalsete segajatega ja auditiivsete segajatega n-tagasi ülesanded, edaspidi ja tagurpidi spänid, valikreaktsioonitaja, stopp-signaali ja arvukuse hindamise ülesanded. Ülesannete tegemise ajal mõõdeti mõlemas uuringus elektroentsefalograafia (EEG) abil aju elektrilist aktiivsust. Pärast iga katseplokki küsiti katseisikutelt mõlemas uuringus subjektiivset hinnangut enda väsimuse kohta ning uuringu alguses ja lõpus ka seisundiärevuse kohta. NUTI uuringus järgnes kognitiivsetele ülesannetele sekkumisfaas, mille ajal pidi katseisik kasutama oma nutitelefoni või sooritama uuringu läbiviija ettevalmistatud tegevusi. Pärast sekkumisfaasi täitis katses osaleja sekkumise järgse küsimustiku ja taas eelnevalt sooritatud kognitiivsed testid. Täpsemalt saab PAIP uuringu meetodist ja uuringu raames sooritatud ülesannetest lugeda Kaisa Schifferi (2021) ja Aneth Poki (2021) uurimistöödest ning Mai-Liis Liiseri (2023) magistritööst ning NUTI uuringust Lisett Pavelsoni (2024) ja Jakob Saare (2024) magistritöödest.

Käesolevas uurimistöös käsitletakse ainult PAIP uuringu esimese laborikülastuse ajal sooritatud ilma segajateta 2-tagasi ülesannet ning NUTI uuringus enne sekkumisfaasi sooritatud ilma segajateta 2-tagasi ülesannet, mille skeem on esitatud Joonisel 1. PAIP uuringus koosnes käsitletav n-tagasi ülesanne 181 trialist, mis kestis kokku umbes 7,5 minutit ning NUTI uuringus 108 trialist, mis kestis kokku umbes 6,76 minutit. Antud ülesandes pidid katseisikud klahvivajutusega otsustama, kas ekraanile ilmunud konsonant on sama või erinev, mis oli kaks tähte tagasi ekraanile ilmunud konsonant. Näiteks konsonantide D-S-R-S jadas tuleks nõustuda, et 2-tagasi esitatud konsonant on sama, mis viimasena esitatud konsonant, kuid konsonantide D-R-S-S jadas ei ole 2-tagasi esitatud konsonant sama, mis viimasena esitatud konsonant, st tuleb vastusega mitte nõustuda. Mõlemas uuringus ilmus ekraanile fiksatsioonirist kestusega 500 ms, seejärel ilmus konsonant kestusega 1000 ms, pärast mida oli katseisikul aega klahvivajutuseks 1500 ms. Järgmine esitus algas fiksatsiooniristiga siis, kui katseisik oli vajutanud vastamiseks klahvile või kui stiimuli esitamise algusest oli möödunud 2500 ms. Enne mõõtmisi said uuringutes osalejad ülesande sisu ja vastamisega prooviseeria käigus tutvuda. Prooviseeria koosnes mõlemas uuringus 30 trialist. Sama konsonant, mis oli üle-eelmine, esitati PAIP uuringus juhuslikult 30% kordadest. Ülesande raames registreeriti mõlemas uuringus õigete ja valede vastuste arv ning vastamiseks kulunud aeg ehk reaktsioonikiirus. Mõlemas uuringus arvestati vaid neid tulemusi, mille vastamiskiirus jäi vahemikku 300-2200 ms alates stiimuli esitamisest.



Joonis 1. 2-tagasi ülesande skeem (Pavelson, 2024)

Stiimulid ja aparatuur

2-tagasi ülesannetes kasutati järgmist seitset stiimulit ehk konsonanti: R, B, D, T, K, H, S (sarnaselt kasutatud Sultson jt, 2019). Stiimuleid (125×148 pikslit) ja instruksioone esitati mõlemas uuringus arvutiekraanil (LCD monitor $37,9 \times 30,4$ cm; resolutsioon 1024×768 pikslit), millest katseisikud istusid umbes 0,8 meetri kaugusel nii, et nende silmad olid ekraani keskele kuvatud fiksatsiooniristi (15-piksli suurune) kõrgusel. Vastuse andmiseks kasutasid katseisikud arvuti klaviatuuri, mis oli katse ajal osalejatel süles. Klaviatuuril olid märgitud vastamiseks vajalikud nooleklahvid: vasaku (märkega „E“) nooleklahvi vajutamine tähendas, et 2-tagasi ülesandes parasjagu esitatud täht oli üle-eelmisest erinev ning parema (märkega „S“) nooleklahvi vajutus tähendas, et parasjagu esitatud täht oli sama, mis üle-eelmisena esitatud täht. Katseprogrammide koostamiseks ja katse esitamiseks kasutati mõlemas uuringus MATLAB-i (MathWorks) programmeerimiskeskonda koos Psychtoolbox funktsioonidega. PAIP uuringus kasutati lisaks E-Prime tarkvarapaketti (Psychology Software Tools, Sharpsburg, USA).

Stiimulite liigitamine sarnasteks ja mittesarnasteks***Stiimulite sarnasuse hindamise küsimustik***

Laboriuuringus osalejatelt ei küsitud katse ajal kasutatud strateegia kohta – st pole andmeid selle kohta, kas nad võisid kasutada 2-tagasi ülesande lahendamiseks tähtede hääldamist, püüdsid neid meelde jätta visuaalse väljanägemise põhjal või kasutasid mõlemat strateegiat. Seepärast viisin 2024. aasta 26. augustist kuni 15. septembrini Tartu Ülikooli LimeSurvey keskkonnas läbi tähtede sarnasuse hindamiseks küsitluse „Stiimulite sarnasuse hindamine töömälu katse jaoks“ (Lisa D). Küsitluse kutset (Lisa B) jagasin oma uurimisrühma osalejatega, Tartu Ülikooli tudengite ja õppejõududega. Samuti on võimalik, et katsekutset jagati edasi ning osalesid ka inimesed väljastpoolt Tartu Ülikooli. Küsitluses osalemiseks pidi vastaja olema vähemalt 18-aastane ja andma informeeritud nõusoleku (Lisa C).

Veebiküsitlusele vastas mugavusvalim ($N = 75$). Analüüsides eemaldati 31 isiku tulemused. 29 inimest olid alustanud küsimustikule vastamist, kuid polnud seda lõpetanud, mistõttu ei olnud teada, millise strateegia põhjal nad sarnasust hindasid. Ühe vastaja tulemused eemaldati vene emakeele tõttu põhjusel, et ta oli ainus, kes polnud märkinud emakeeleks eesti keelt. Ühe inimese tulemused eemaldati, sest oli alust arvata, et ta polnud vastamisse piisavalt pühendunud, valides üle 90% stiimulpaaride sarnasuseks 0 või 100. Lõplik valim koosnes 44 isikust, kellest 86,36% ($N = 38$) olid naised ja 13,64% ($N = 6$) olid mehed. Vastajad olid vanuses

19-62 aastat ($M = 30,71$; $SD = 12,83$ aastat). Vastajatest 20,45% ($N = 9$) olid keskharidusega, 27,27% ($N = 12$) omandasid kõrgharidust, 20,45% ($N = 9$) olid kõrgharidusega ning 31,82% ($N = 14$) olid magistri- või doktorikraadiga.

Küsitluse sisu on esitatud Lisas D. Küsitluses palusin osalejatel vastata enda demograafilise tausta (sugu, vanus, haridustase) kohta, et valimit kirjeldada, ning hinnata PAIP ja NUTI uuringutes kasutatud stiimulite omavahelist sarnasust skaalal 0-100, kus 0 tähendas, et stiimulid ei ole omavahel üldse sarnased ja 100 tähendas, et stiimulid on omavahel täiesti sarnased. Stiimulite sarnasust palusin hinnata stiimulpaaride mõlemapidiisel asetsemisel (st nii BS kui ka SB). Küsitluse lõpus palusin valida, millist strateegiat vastaja sarnasuse hindamiseks enda arvates kõige rohkem kasutas. Küsitluse ajal salvestus vastamiseks kulunud aega, kuid käesolevas uurimistöös ma seda ei käsitle.

Küsitluse tulemusena koostas stiimulpaaride keskmise sarnasuse tabelid (Lisa E). Tabelite põhjal tegin otsuse, millised stiimulid on omavahel sarnased ja millised ei ole sarnased. Sarnasuse kriteeriumiks valisin, et stiimulite mõlemapidiisel asetsemisel on nende sarnasuse aritmeetiline keskmine üle 50,00. Nende vastajate, kes hindasid stiimulite sarnasust peamiselt häälduse põhjal, tulemuste põhjal otsustasin, et fonoloogiliselt on omavahel sarnased stiimulid B ja D, T ja D ning K ja T, olenemata sellest, kumb stiimul asub enne teist. Sarnaselt hindasin visuaalse väljanägemise põhjal sarnasust hinnanud vastajate tulemuste alusel visuaalselt sarnasteks stiimulid B ja R, B ja D ning K ja R. Mõlema strateegia kasutajate tulemuste põhjal hindasin nii fonoloogiliselt kui ka visuaalselt sarnasteks stiimulid B ja D.

Stiimulite sarnasuse hindamine kirjanduse põhjal

Konsonantide liigitamisel fonoloogiliselt sarnasteks, lähtusin lisaks küsimustikust saadud andmetele eripedagoogika spetsialistide koostatud materjalidest. Käesoleva uurimistöö kontekstis on kõige märgilisemad andmed häälikute segistamisest, mis viitab fonoloogilise funktsiooni puudulikkusele ja tähendab, et häälikuid asendatakse omavahel sõnades mõlemat pidi (Karlep, 1998; Raudik, 2013). Eesti laste kohta on välja toodud, et selliste häälikute hulka, mida enam segistatakse, kuuluvad N ja M, R ja L ning K ja T (Karlep, 1998; Raudik, 2013). Teiste häälikute segistamine ei ole eesti keeles levinud, sest puuduvad sisi- ja susihäälikute rühmad, helilised ja helitud paarid (Karlep, 1998). Logopeedide andmete põhjal leidis kinnitust see, et on sobilik paigutada K ja T fonoloogiliselt sarnaste konsonantide kategooriasse.

Konsonantide liigitamisel visuaalselt sarnasteks, uurisin lisaks küsimustikust saadud andmetele kirjandust. Tähtede sarnasuse hindamiseks on loodud mitmeid maatrikseid, millest hiljutine on loodud Pyatigorskaya jt (2023) poolt. Maatriksi loomisel on võetud aluseks Arial fondis suurtähed ning uuritud nende omavahelist kattuvust pikslites. Loodud maatriksi põhjal saan liigitada uurimistöös kasutatud konsonantidest visuaalselt sarnasteks B ja D, B ja R, R ja K, sest nende kirja piltide kattuvus on üle 50%. Tingimuse, kust alates maatriksi põhjal konsonante visuaalselt sarnasteks kategoriseerida, seadsin koostöös juhendajatega, sest artikli autorid seda eraldi välja ei toonud.

Võttes arvesse sarnasuse hindamise küsimustikust, logopeedide materjalidest ning varasematest artiklitest saadud infot, moodustasin sarnasuse väljendamiseks neli eraldi kategooriat: fonoloogiliselt sarnaste tähtede paarid (T ja D ning T ja K), visuaalselt sarnaste tähtede paarid (R ja B ning R ja K), nii fonoloogiliselt kui ka visuaalselt sarnaste tähtede paar (B ja D) ning muud tähed (S ja H).

Uurimistöö eetika

PAIP ja NUTI uuringu andmed pärinevad Eesti Teadusagentuuri grandist PRG1151 „Tähelepanueelne informatsioonitöötlus ajus: seosed seisundite, püsitunnuste ja käitumisega“. PAIP uuringu läbiviimiseks saadi luba Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteelt (nr 319/T-22). NUTI uuringu läbiviimine kooskõlastati samuti Tartu Ülikooli inimuuringute eetikakomiteega (nr 379/T-10). Uuringutes osalemine oli vabatahtlik ning katseisikutele anti teada, et neil on võimalik igal ajahetkel katses osalemisest loobuda. Andmete salvestamiseks kasutati nii veebikeskkonnas täidetud küsimustike kui ka laboritestide puhul anonüümseid tunnuskode. Enne uuringutes osalemist pidi iga katseisik tutvuma ja allkirjastama informeeritud nõusoleku, kus tutvustati katse protseduuri ning sisu. Laborikatse alguses kirjeldas läbiviija täiendavalt katse käiku ja selgitas, mida katseisik peab katse käigus tegema. Juhul, kui katseisikud osalesid terves uuringus, jagati neile panustatud aja eest PAIP uuringus hüvitisena 20-eurone ja NUTI uuringus 25-eurone kinkekaart. Lisaks oli võimalik NUTI uuringus osalenud psühholoogiatudengitel saada panustatud aja eest kuus katsetundi. Kõik osalejad said NUTI uuringus tagasisidet ka oma isiksuse kohta võrreldes rahvastiku keskmisega.

Stiimulite sarnasuse hindamise küsimustiku täitmine oli vastajatele vabatahtlik ning neil oli vastamisest võimalik igal hetkel loobuda. Andmeid koguti, töödeldi ja säilitatakse võimalike

järgmiste uurimuste tarbeks anonüümsel kujul, mis tähendab, et vastuseid ei ole võimalik seostada vastaja isikuga.

Andmeanalüüs

Antud uurimistöös olid sõltumatuks muutujaks 3-tähelised tähekombinatsioonid, mis koosnesid omavahel identsetest, erinevatest ning fonoloogiliselt või visuaalselt või samal ajal nii fonoloogiliselt kui ka visuaalselt sarnastest konsonantidest. Sõltuvaks muutujaks oli tabamuste (*hit n*) ja valehäire (*false alarm n*) esinemise sagedus. Andmete analüüsimiseks kasutasin hii-ruut teste (2×2 *Contingency Table Chi-Square Test*), mis sobib binaarsel skaalal sõltuvate muutujate võrdlemiseks. Esimese ja kolmanda hüpoteesi kontrollimiseks panin võrreldavate stiimulkolmikute kohta kirja tabamuse esinemise arvu (*hit n*) ning mittetabamuse esinemise arvu (*miss n*). Teise ja neljanda hüpoteesi kontrollimiseks panin võrreldavate stiimulkolmikute kohta kirja valehäire esinemise arvu (*false alarm n*) ning korrektse keeldumise arvu (*correct rejection n*). Hii-ruut testide läbiviimiseks koostas andmete põhjal kahemõõtmelised sagedustabelid ja sisestasin neis olevad arvud veebilehele <https://www.socscistatistics.com/tests/chisquare/> (Social Science Statistics, 2025). Valimite kirjeldamiseks vajalike analüüside tegemiseks kasutasin vabavaralist statistikaprogrammi JASP (versioon 0.17.3.0).

Stiimulite tähistamiseks andmeanalüüsis võeti kasutusele spetsiifiline tähistus, mis on esitatud Tabelis 1. Tähistusi kasutati stiimulkolmikute loomisel. Kõikide stiimulkolmikute loomisel võeti arvesse seda, milliste stiimulpaaride vahel on sarnasus ja milliste vahel mitte. Stiimulkolmikutes tähistab kõige vasakpoolne tähis stiimulit positsioonis n-2 (ehk üle-eelmist esitust), keskmine tähis stiimulit positsioonis n-1 ja kõige parempoolne tähis stiimulit positsioonis n. Kõikide uurimistöös kasutatavate stiimulkolmikute loetelu on toodud LISAs A.

Tabel 1

Stiimulite tähistused koos kirjeldusega

Stiimuli tähistus	Stiimuli kirjeldus
A	Hetkel esitatav konsonant stiimulkomplektist; positsioonis n või temaga identne konsonant positsioonis n-1 või n-2
X	Suvaline konsonant stiimulkomplektist, mis pole identne A-ga ega teise X-ga
A _f	Konsonant, mis kuulub fonoloogiliselt sarnaste tähtede kategooriasse (T, D või K)

Tabel 1 jätk

Stiimulite tähistused koos kirjeldusega

Stiimuli tähistus	Stiimuli kirjeldus
A_v	Konsonant, mis kuulub visuaalselt sarnaste tähtede kategooriasse (B, R või K)
A_{fv}	Konsonant, mis kuulub nii fonoloogiliselt kui ka visuaalselt sarnaste tähtede kategooriasse (B või D)
X_f	Konsonant stiimulkomplektist, mis on fonoloogiliselt sarnane A_f -ga (T, D või K)
X_v	Konsonant stiimulkomplektist, mis on visuaalselt sarnane A_v -ga (B, R või K)
X_{fv}	Konsonant stiimulkomplektist, mis on nii fonoloogiliselt kui ka visuaalselt sarnane A_{fv} -ga (B või D)
X_m	Konsonant stiimulkomplektist, mis ei ole fonoloogiliselt ega visuaalselt sarnane A-ga, kuulub kategooriasse muu (H või S)

Autori panus

Autori panuseks oli koostada töös kasutatud stiimulite sarnasuse hindamiseks küsimustik, et uurida kuidas tajuvad eesti emakeelega inimesed tööd kasutatavate stiimulite sarnasust. Lisaks sellele otsis uurimistöö autor kirjanduse, püstitas selle põhjal hüpoteesid, analüüsis Mai-Liis Liiseri poolt eelnevalt puhastatud andmeid ja kirjutas uurimistöö.

Tulemused**Uuringute valimite sarnasus**

PAIP ja NUTI uuringute valimite sarnasuse näitamiseks viisin läbi 3 t-testi, kus sõltuvateks muutujateks olid katseisikute vanus, vastamistäpsus (d') ja valikukriteerium (c) ning sõltumatuks muutujaks uuring, millel oli kaks taset (PAIP ja NUTI). Võrdlesin valimite sarnasuse hindamiseks valimite valikukriteeriumit ja vastamistäpsust, sest nende võrdlemist pidasid oluliseks Kane jt (2007), kelle esitatud valemite põhjal arvutati mõlema uuringu andmete vastavad näitajad. Katseisikute vanus ja vastamistäpsus olid uuringute lõikes normaaljaotusega (asümmeetriakordaja ja järsakusastme näitaja olid vahemikus $[-2; 2]$), seega tegin parameetrilised sõltumatute gruppidega t-testid. Levene'i testi alusel olid dispersioonid sarnased ($p > 0,05$). Analüüside tulemusena selgus, et PAIP uuringu katseisikute keskmine vanus ($M = 27,288$, $SD = 8,187$) ei erine statistiliselt oluliselt NUTI uuringu katseisikute vanusest ($M = 27,371$, $SD = 6,400$), $t(112) = 0,060$, $p = 0,952$, [Coheni d] = 0,011 ning PAIP uuringu keskmine vastamistäpsus ($M = 2,110$, $SD = 0,788$) ei erine statistiliselt oluliselt NUTI uuringu keskmisest

vastamistäpsusest ($M = 2,115$, $SD = 0,796$), $t(112) = 0,039$, $p = 0,969$, [Coheni d] = 0,007.

Valikukriteerium ei olnud uuringute lõikes normaaljaotusega (asümmeetriakordaja ja järsakusastme näitaja ei olnud vahemikus $[-2; 2]$), seega tegin sõltumatute gruppidega t-testi mitteparameetrilise analoogi. Mann Whitney U test näitas, et PAIP uuringu (mediaan = 0,247) ja NUTI uuringu (mediaan = 0,180) valikukriteeriumid ei erinenud statistiliselt olulisel määral, $U = 1507,000$, $p = 0,552$. T-testide põhjal järeldan, et uurimistöösse alles jäänud uuringute valimid on omavahel sarnased ning seepärast võib neid hüpoteeside kontrollimiseks käsitleda ühtse valimina.

Uurimistöö hüpoteeside kontrollimine

Analüüside läbiviimiseks koostasın enne hii-ruut testide tegemist kahemõõtmelised sagedustabelid, mille koostamiseks kasutasın andmeid Tabelist 2. Hii-ruut testide efektiivsuse arvutamiseks kasutasın valemit $\phi = \sqrt{\frac{\chi^2}{N}}$.

Tabel 2

Stiimulkolmikute kirjeldavad statistikud

Stiimulkolmik	Hit (n)	Miss (n)	FA (n)	CR (n)	Kokku (n)
AAA	653	73	-	-	726
AXA	2946	914	-	-	3860
XAA	-	-	438	1145	1583
XXA	-	-	993	6393	7386
A _f X _f A _f	277	87	-	-	364
A _v X _v A _v	273	94	-	-	367
A _f vX _f vA _f v	121	34	-	-	155
A _f X _m A _f	416	136	-	-	552
A _v X _m A _v	417	140	-	-	557
A _f vX _m A _f v	262	101	-	-	363
X _f X _f A _f	-	-	23	139	162
X _v X _v A _v	-	-	26	130	156
X _f vX _f vA _f v	-	-	7	69	76
X _f X _m A _f	-	-	51	209	260
X _v X _m A _v	-	-	41	262	303
X _f vX _m A _f v	-	-	20	146	166

Märkus. Hit (n) = tabamuste esinemise arv; Miss (n) = mittetabamuste esinemise arv; FA (n) = valehäire esinemiste arv; CR (n) = õige keeldumise esinemiste arv

Esimese hüpoteesi kontrollimiseks võrdlesin hii-ruut testiga omavahel stiimulkolmikuid AAA ja AXA. Stiimulkolmikute võrdlemisel leidsin, et tabamuse esinemise tõenäosus erineb statistiliselt oluliselt sõltuvalt stiimulkolmikus olevatest konsonantidest ($\chi^2(1) = 67,150, p < 0,00001; \phi = 0,121$).

Teise hüpoteesi kontrollimiseks võrdlesin omavahel stiimulkolmikuid XAA ja XXA. Stiimulkolmikute võrdlemisel leidsin, et vale hääre esinemise tõenäosus erineb statistiliselt oluliselt sõltuvalt stiimulkolmikus olevatest konsonantidest ($\chi^2(1) = 196,707, p < 0,00001; \phi = 0,148$).

Kolmanda hüpoteesi kontrollimiseks viisin läbi kolm hii-ruut testi. Võrdlesin omavahel stiimulkolmikuid $A_f X_f A_f$ ja $A_f X_m A_f$, $A_v X_v A_v$ ja $A_v X_m A_v$ ning $A_{fv} X_{fv} A_{fv}$ ja $A_{fv} X_m A_{fv}$. Leidsin, et tabamuse esinemise tõenäosus ei erine statistiliselt oluliselt sõltuvalt stiimulkolmikus olevatest konsonantidest ühelgi juhul – vastavalt $\chi^2(1) = 0,065, p = 0,799$; $\chi^2(1) = 0,027, p < 0,870$; $\chi^2(1) = 1,954, p = 0,162$.

Neljanda hüpoteesi kontrollimiseks viisin samuti läbi kolm hii-ruut testi. Võrdlesin omavahel stiimulkolmikuid $X_f X_f A_f$ ja $X_f X_m A_f$, $X_v X_v A_v$ ja $X_v X_m A_v$ ning $X_{fv} X_{fv} A_{fv}$ ja $X_{fv} X_m A_{fv}$. Leidsin, et vale hääre esinemise tõenäosus ei erine statistiliselt oluliselt sõltuvalt stiimulkolmikus olevatest konsonantidest ühelgi juhul – vastavalt $\chi^2(1) = 2,026, p = 0,155$; $\chi^2(1) = 0,812, p = 0,368$; $\chi^2(1) = 0,424, p < 0,515$.

Eksploratiivsed analüüsid

Selleks, et uurida mustrite potentsiaalseid sarnasuse efekte, viisin läbi eksploratiivsed analüüsid. Võrdlesin omavahel stiimulkolmikuid $A_f X_m A_f$ ($n = 552$) ja $A_v X_m A_v$ ($n = 363$), $A_f X_m A_f$ ($n = 552$) ja $A_{fv} X_m A_{fv}$ ($n = 557$) ning $A_v X_m A_v$ ($n = 363$) ja $A_{fv} X_m A_{fv}$ ($n = 557$). Leidsin, et tabamuse esinemise tõenäosus ei erine statistiliselt oluliselt sõltuvalt stiimulkolmikus olevatest konsonantidest ühelgi juhul – vastavalt $\chi^2(1) = 0,037, p = 0,848$; $\chi^2(1) = 1,158, p = 0,282$; $\chi^2(1) = 0,822, p = 0,365$.

Arutelu

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada, kas töömälusooritus erineb 2-tagasi ülesandes sõltuvalt tähtede omadustest ja järjekorrast. Selleks võrdlesin esmalt omavahel stiimulkolmikuid, mis olid moodustatud ükskõik millistest stiimulkomplektis olevatest identsetest konsonantidest ja neist erinevatest konsonantidest. Tähtede omaduste hindamiseks koostasın veebiküsitluse ning tuginesin varasemale kirjandusele, mille põhjal koostasın neli

kategooriat: fonoloogiliselt, visuaalselt, samal ajal nii fonoloogiliselt kui ka visuaalselt sarnased tähed ning muud tähed. Seejärel võrdlesin stiimulkolmikuid, mis olid moodustatud sarnastest ja nendega mittersarnastest konsonantidest.

Esimeseks hüpoteesiks (H1) püstitasin, et tabamuse esinemise tõenäosus on kõrgem, kui stiimulid n , $n-1$ ja $n-2$ on identsed (AAA), võrreldes sellega, kui n ja $n-2$ on identsed, kuid $n-1$ on neist erinev (AXA). Hii-ruut testi tulemuse põhjal leidis hüpotees kinnitust, sest tabamuse esinemise tõenäosus erines statistiliselt oluliselt sõltuvalt stiimulkolmikus olevatest konsonantidest. See tähendab, et tabamuse esinemise tõenäosus on kõrgem, kui stiimulkolmiku moodustavad ükskõik millised identsed stiimulid, võrreldes sellega, kui positsioonis $n-1$ asub neist erinev stiimul. Varasemates uuringutes pole täpselt sellist tulemust leitud. Kane jt (2007) leidsid, et 2-tagasi ülesandes ei erine tabamuste esinemise tõenäosus, kui järjestikku asuvad identsed tähed (näiteks B-B-B), võrreldes olukorraga, kus positsioonides $n-2$ ja n asuvad identsed tähed, kuid positsioonis $n-1$ on neist erinev täht (näiteks B-R-B). Siiski toodi samas uuringus välja, et vastajatel on kalduvus 2-tagasi ülesandes enam nõustuda, kui positsioonis $n-1$ asub n -ga identne stiimul, võrreldes olukorraga, kus positsioonis $n-1$ asub n -st erinev stiimul. See omakorda peaks viima selleni, et kolme järjestikuse identse stiimuli korral on 2-tagasi ülesandes tabamuste esinemine kõrgem ning seepärast oli uurimistöös leitud tulemus pigem ootuspärane. Saadud tulemus viitab sellele, et samasuguste stiimulite hoidmine töömälu on lihtsam ülesanne ning nõuab vähem ressursi, kui mitme erineva stiimuli hoidmine töömälu. See on kooskõlas töömälu definitsiooniga, mille kohaselt töömälu on piiratud ressursiga (Baddeley, 2000).

Teiseks hüpoteesiks (H2) püstitasin, et valehäire esinemise tõenäosus on kõrgem, kui stiimulid n ja $n-1$ on identsed, kuid $n-2$ on neist erinev (XAA), võrreldes sellega, et n , $n-1$ ja $n-2$ on kõik üksteisest erinevad (XXA). Hii-ruut testi tulemuse põhjal leidis ka see hüpotees kinnitust. Täpselt sama tulemuseni on jõutud ka varasemates uuringutes, kus on leitud, et kui 2-tagasi ülesandes asub positsioonis $n-1$ peibutaja ja positsioonis $n-2$ on n -st erinev stiimul (näiteks R-B-B), siis on suurem valehäirete oht, kui siis, kui positsioonides $n-2$ ja $n-1$ asuvad n -st erinevad stiimulid (näiteks R-Q-B) (Kane jt, 2007; Szmalec jt, 2011). Samad autorid arvavad, et peamiseks põhjuseks, miks valehäireid tekib rohkem, on see, et peibutaja positsioonis $n-1$ on ülesande seisukohast jätkuvalt oluline. See on endiselt töömälu aktiveeritud ning kuna see on

identne stiimuliga n , siis tekitab see tuttavuse efekti. See tähendab, et vastaja ei ole oma vastuse andmisel analüütiline, vaid toetub pigem sellele, et stiimul on talle tuttav.

Varasemad leiud viitavad sellele, et oli alust oletada, et n -tagasi ülesandes mõjutab sooritust ka sarnaste stiimulite paiknemine stiimuljadas (Chooi ja Logie, 2020; Kane jt, 2007; MacAndrew jt, 2002; Sweet jt, 2008; Szmalec jt, 2011). Seepärast püstitasin kolmandaks hüpoteesiks (H3), et tabamuse esinemise tõenäosus on kõrgem, kui stiimulid n ja $n-2$ on identsed ning $n-1$ on nendega sarnane ($A_f X_f A_f$; $A_v X_v A_v$; $A_{fv} X_{fv} A_{fv}$), võrreldes sellega, kui n ja $n-2$ on identsed ning $n-1$ on nendega mittesarnane ($A_f X_m A_f$; $A_v X_m A_v$; $A_{fv} X_m A_{fv}$). Neljandaks hüpoteesiks (H4) püstitasin, et valehäire esinemise tõenäosus on kõrgem, kui stiimulid $n-1$ ja $n-2$ on sarnased stiimuliga n ($X_f X_f A_f$; $X_v X_v A_v$; $X_{fv} X_{fv} A_{fv}$), võrreldes sellega, kui n ja $n-2$ on sarnased, kuid $n-1$ on nendega mittesarnane ($X_f X_m A_f$; $X_v X_m A_v$; $X_{fv} X_m A_{fv}$). Mõlema hüpoteesi kontrollimiseks viisin läbi kolm hii-ruut testi. Selgus, et ühegi hii-ruut testi tulemus ei osutunud statistiliselt oluliseks. See tähendab, et kolmas ja neljas hüpotees kinnitust ei leidnud.

Üheks põhjuseks, miks kolmas ja neljas hüpotees kinnitust ei leidnud, võib pidada seda, et varasemates uuringutes on n -tagasi ülesandes kasutatud stiimulmaterjalina ainult fonoloogiliselt sarnaseid või mittesarnaseid stiimuleid (Sweet jt, 2008). Sama katsedisain on valdavalt olnud ka lühimäluülesannetes, kus on palutud sarnaseid sõnu või tähti pärast õppimisperioodi meenutada (näiteks Chubala jt, 2020; Daly jt, 2005, MacAndrew jt, 2002). PAIP ja NUTI uuringus aga asetsevad kogu 2-tagasi ülesande jooksul erinevad stiimulkolmikud läbisegi. Samas on Logie jt (2015) siiski uurinud ka stiimuljadasid, kus visuaalselt sarnased ja mittesarnased stiimulid asetsevad läbisegi ning tuvastanud vaatamata sellele visuaalse sarnasuse efekti. Siiski viitasid nad, et leitud sarnasuse efekt on pigem väike. See võis autorite arvates viidata sellele, et kui sarnased ja mittesarnased stiimulid asetsevad läbisegi, kasutatakse mäluülesande sooritamise ajal erinevaid strateegiaid. Sellest tulenevalt ei pruugi stiimulite sarnasus katseisikute sooritust märkimisväärselt häirida.

Teisalt võib põhjuseks, miks viimased kaks hüpoteesi kinnitust ei leidnud, pidada seda, et PAIP ja NUTI uuringutes läbi viidud 2-tagasi ülesanded võisid olla piisavalt pikad, et katseisik jõuaks ülesande sisuga harjuda. See on tavapärane, et harjutamise käigus muutub erinevate ülesannete sooritus paremaks. N -tagasi ülesande puhul on seda näidanud Chooi ja Logie (2020), kes tuvastasid, et n -tagasi ülesannet harjutades jääb vähemaks nii fonoloogilise sarnasuse põhjustatud valehäireid kui ka üldiselt mittetabamusi. Siiski oli antud treeningseeria võrreldes

PAIP ja NUTI uuringus läbi viidud 2-tagasi ülesandega palju pikem, ulatudes mitme nädalani. Seepärast oleks katsedisaini mõttes sobivam kõrvutada uurimistöö tulemusi uuringutega, kus harjutamisperiood oli võrdlemisi lühike ja sarnaseid stiimuleid tuli meenutada kohe pärast õppimisperioodi (näiteks Chubala jt, 2020; Daly jt, 2005, Logie jt, 2000). Neis uuringutes on aga tuvastatud nii fonoloogilise kui ka visuaalse sarnasuse efekte. See muudab ebatõenäoliseks selle, et PAIP ja NUTI uuringus osalejad suutsid katse sisuga niivõrd kiiresti harjuda, et seepärast sarnasuse efekte ei ilmnenu. Kui oleks toimunud harjumine, siis poleks ilmselt kinnitust saanud ka esimesed kaks hüpoteesi. Sellegipoolest on võimalik, et katseisikud töötasid katse käigus enda jaoks välja strateegia, mille tõttu sooritus võis paraneda ja seepärast sarnasus mõju ei avaldanud, kuigi Chooi ja Logie (2020) uuring ei tuvastanud, et katseisikute enda raporteeritud strateegiatel oleks olnud olulist panust soorituse paranemisel.

Tuginedes teoreetilistele teadmistele töömälust ning varasematele uuringutele, mis on peamiselt tehtud lühimälu ülesannetega, võib öelda, et eeldused fonoloogilise ja visuaalse sarnasuse efekti ilmnemiseks olid täidetud. Uurimistöös käsitletud 2-tagasi ülesannet sooritades ei olnud katseisikutel kohustust artikulaatorset mahasurumist kasutada ning seepärast on mõistlik arvata, et nad seda ka ei teinud. See omakorda tähendab, et 2-tagasi ülesande sooritamise ajal oli katseisikutel samaaegselt juurdepääs nii fonoloogilisele kodeerimisele kui ka visuaalsele kodeerimisele. Töömälu mudelile tuginedes võib öelda, et sel juhul saab tekkida fonoloogilise sarnasuse efekt, sest tagatud on juurdepääs fonoloogilisse lattu ja mälu järgi saab värskendada nii artikulaatorse kordamise kui ka subvokaliseerimise abil (Baddeley, 2000; Baddeley, 2003). Lisaks on varasemates uuringutes järeldatud, et tähejadade esitamisel visuaalselt kasutatakse siiski enam fonoloogilist kodeerimist, mitte visuaalset kodeerimist (Baddeley, 1966a; Conrad, 1964). Seevastu tuginedes sellele, et visuaalse sarnasuse efekti ilmnemiseks ei pea olema fonoloogiline kodeerimine pärsitud, on leitud, et samaaegselt kasutatakse nii fonoloogilist kui ka visuaalset kodeerimisviisi (Logie jt, 2000). Põhjus, miks uurimistöös ei leidnud hüpoteesid fonoloogilise ja visuaalse sarnasuse kohta kinnitust, võib olla selles, et katseisikutel ei olnud 2-tagasi ülesannet sooritades kumbki kodeerimisviisi teisest enam aktiveeritud. Töömälu mudeli järgi võib see viidata sellele, et episoodiline puhver sidus fonoloogilisest ringist ja visuaalruumilisest visandist tulnud info ühtseks episoodiks, mistõttu sarnasuse efekte ei ilmnenu (Baddeley, 2000).

Antud töö tugevuseks võib pidada seda, et töömälu sooritust sõltuvalt tähtede omadustest on uuritud katseisikutel, kes kõnelevad eesti keelt. Kui varem on valdavalt sarnasuse efekte uuritud inglise keele põhjal (näiteks Chubala jt, 2020; Daly jt, 2005; Logie jt, 2000), siis üha enam näidatakse, et efektid esinevad ka teistes keeltes – näiteks prantsuse keeles (Camos jt, 2013) ning jaapani keeles (Logie jt, 2015). Lisaks võib töö tugevuseks pidada seda, et stiimulite hindamisel sarnasteks ja mittesarnasteks on võetud arvesse eesti keelt kõnelevate inimeste enda arvamust. Varasemates uuringutes on uurijad valdavalt ise otsustanud, millised stiimulid on sarnased ja millised mittesarnased või usaldanud varasemates uuringutes kasutatud stiimuleid. Veel võib uurimistöö tugevuseks pidada seda, et on uuritud nii fonoloogilise kui ka visuaalse sarnasuse efekte korraga, mis võib aidata neid omavahel paremini lahus hoida ja täpsemaid järeldusi teha.

Piirangud ja jätkusuunad

Käesoleva uurimistöö piiranguks võib pidada seda, et PAIP ja NUTI uuringute 2-tagasi ülesandeid ei viidud läbi otsese eesmärgiga uurida fonoloogilise ja visuaalse sarnasuse efekte. See omakorda võib tähendada seda, et stiimulite hulgas polnud piisavalt stiimuleid, mis oleks olnud omavahel fonoloogiliselt ja visuaalselt sarnased või erinevad. Sweet jt (2008) kasutasid oma uuringus fonoloogilise sarnasuse uurimiseks n-tagasi ülesandes kaheksat paari fonoloogiliselt sarnaseid sõnu, kuid käesolevas uurimistöös olid fonoloogiliselt sarnased vaid kolm paari konsonante ning visuaalselt sarnased samuti vaid kolm paari konsonante. See ongi võimalik põhjus, miks ei pruukinud fonoloogilise ja visuaalse sarnasuse efekt antud uurimistöös ilmnedagi. Tulevikus tasuks stiimulkomplekti loomisel arvestada, et stiimulite hulgas oleks piisavalt neid stiimuleid, mis oleksid omavahel fonoloogiliselt või visuaalselt sarnased.

Samuti pole teada, milliseid stiimuleid pidasid omavahel sarnaseks PAIP ja NUTI uuringus osalejad ning millist strateegiat nad 2-tagasi ülesande sooritamise ajal kasutasid. Võimalik, et need andmed oleks aidanud selgitada, miks sarnasuse efekti antud töös ei leitud. Seepärast tasub tulevikus pärast n-tagasi ülesande sooritust viia läbi lühike intervjuu või küsimustik, kus osalejad saavad täpselt kirjeldada, kuidas nad ülesande soorituse ajal stiimuleid mälus hoida püüdsid. Fonoloogilise sarnasuse efekti uurimiseks on ühtlasi väga oluline uurida, kuidas täpselt katseisikud tähti hääldavad, sest konsonandi T hääldus võib olla osade katseisikute jaoks *tõhh* ja osade katseisikute jaoks *tee*. See võib muuta seda, milliseid konsonante ja laiemalt tähti peavad erinevad katseisikud fonoloogiliselt sarnasteks.

Veel üheks piiranguks võib pidada kolmanda sarnasuse kategooria tekitamist, mille kohaselt konsonandid B ja D olid omavahel samal ajal nii fonoloogiliselt kui ka visuaalselt sarnased. Kuigi varasemalt on näidatud, et sellisel juhul peaks ilmnema visuaalse sarnasuse efekt (Logie jt, 2000), siis kuna antud kategooria moodustas vaid üks konsonantide paar, siis on alust arvata, et väheste stiimulkolmikute arvu tõttu, efekti ei esinenud. Seepärast tasub tulevikus antud kategooriast loobuda või kategoorias olevate tähepaaride arvu suurendada.

Lisaks võib tulemuste piiranguks pidada seda, et PAIP ja NUTI uuringus osalejad olid valdavalt kõrgharidust omandavad tudengid või juba kõrgharidusega inimesed. See võib tähendada, et nende kognitiivne ressurss oli keskmisest kõrgem ning seepärast konsonantide sarnasus nende sooritust ei mõjutanud. Sellest tulenevalt võiks tulevikus sarnasuse efekte uurida ka madalama haridustasemega inimestest ning lastest ja vanuritest koosneva valimi põhjal.

Kokkuvõte

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli uurida, kas töömälusooritus erineb 2-tagasi ülesandes sõltuvalt tähtede omadustest ja järjekorrast. Leiti, et kui stiimulkolmikud olid moodustatud stiimulkomplektist pärinevatest identsetest ning nendega erinevatest stiimulitest, erines sooritus sõltuvalt stiimulite järjestusest stiimulkolmikus. See tulemus oli kooskõlas varasemate uuringutega. Seevastu uurimistöös leitud tulemus, et sarnastest ja mittesarnastest stiimulitest moodustatud stiimulkolmikute puhul sooritus ei erine, ei olnud kooskõlas varasemate uuringutega, kus on nii n-tagasi kui ka lühimäluülesannetes sarnasuse efekte tuvastatud. Antud uurimistöö andis panuse sarnasuse efektide uurimiseks eesti keelt kõnelevatest inimestest koosneva valimi põhjal. Saadud tulemuste põhjal võib väita, et eesti keelt kõnelevate inimeste sooritust mõjutab tähtede järjekord n-tagasi ülesandes, kuid täpsemalt tuleb sarnasuse efekte uurida tulevikus.

Tänu sõnad

Tänan oma juhendajaid, Kairi Kreegipuud ja Mai-Liis Liiserit, kes olid mulle kogu uurimistöö valmimise ajal suureks toeks ning kes andsid mulle mõtteid ja soovitusi, mis igati kasuks tulid. Lisaks tänan kõiki inimesi, kes vastasid minu koostatud sarnasuse hindamise küsimustikule ja ka neid, kes varasemalt laborikatsetes osalesid.

Kasutatud kirjandus

- Aluoja, A., Shlik, J., Vasar, V., Luuk, K., & Leinsalu, M. (1999). Development and psychometric properties of the Emotional State Questionnaire, a self-report questionnaire for depression and anxiety. *Nordic Journal of Psychiatry*, 53(6), 443–449.
doi:10.1080/080394899427692
- Baddeley, A. D. (1966a). Short-term Memory for Word Sequences as a Function of Acoustic, Semantic and Formal Similarity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18(4), 362–365. doi:10.1080/14640746608400055
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. D. (1966b). The Influence of Acoustic and Semantic Similarity on Long-term Memory for Word Sequences. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18(4), 302–309. <https://doi.org/10.1080/14640746608400047>
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature reviews. Neuroscience*, 4(10), 829–839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Baddeley, A. D. & Dale, H. C. A. (1966). The effect of semantic similarity on retroactive interference in long- and short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5(5), 417–420. doi:10.1016/S0022-5371(66)80054-3
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. G. H. Bower (Toim), *Psychology of Learning and Motivation* (Kd 8, lk 47–89). Academic Press.
- Baddeley, A., Lewis, V. & Vallar, G. (1984). Exploring the Articulatory Loop. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 36(2), 233–252.
doi:10.1080/14640748408402157
- Boles, D. B., & Clifford, J. E. (1989). An upper- and lowercase alphabetic similarity matrix, with derived generation similarity values. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 21(6), 579–586. doi:10.3758/bf03210580
- Camos, V., Mora, G., & Barrouillet, P. (2013). Phonological similarity effect in complex span task. *Quarterly journal of experimental psychology*, 66(10), 1927–1950.
<https://doi.org/10.1080/17470218.2013.768275>
- Chooi, W. T., & Logie, R. (2020). Changes in Error Patterns during N-back Training Indicate Reliance on Subvocal Rehearsal. *Memory & cognition*, 48(8), 1484–1503.

- <https://doi.org/10.3758/s13421-020-01066-w>
- Chubala, C. M., Guitard, D., Neath, I., Saint-Aubin, J., & Surprenant, A. M. (2020). Visual similarity effects in immediate serial recall and (sometimes) in immediate serial recognition. *Memory & Cognition*, 48(3), 411–425. doi:10.3758/s13421-019-00979-5
- Connor, J. M. & Hoyer, R. G. (1976). Auditory and visual similarity effects in recognition and recall. *Memory & Cognition*, 4(3), 261–264. doi:10.3758/bf03213173
- Conrad, R. (1964). Acoustic Confusions in Immediate Memory. *British Journal of Psychology*, 55(1), 75–84. doi:10.1111/j.2044-8295.1964.tb00899.x
- Conrad, R. & Hull, A. J. (1964). Information, Acoustic Confusion and Memory Span. *British Journal of Psychology*, 55(4), 429–432. doi:10.1111/j.2044-8295.1964.tb00928.x
- Coulacoglou, C., & Saklofske, D. H. (2017). *Psychometrics and Psychological Assessment: Principles and Applications*. Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802219-1.00005-5>
- Daly, C., Fallon, A. B., Mak, E. & Tehan, G. (2005). Lexicality and phonological similarity: A challenge for the retrieval-based account of serial recall? *Memory*, 13(3–4), 349–356. doi:10.1080/09658210344000215
- Guitard, D., & Cowan, N. (2020). Do we use visual codes when information is not presented visually? *Memory & Cognition*, 48(8), 1522–1536. <https://doi.org/10.3758/s13421-020-01054-0>
- Hitch, G. J. (2012). Working memory. N. Braisby & A. Gellatly (Toim.), *Cognitive psychology* (Kd 2, lk 266–295). Oxford University Press.
- Hitch, G. J., Woodin, M. E., & Baker, S. (1989). Visual and phonological components of working memory in children. *Memory & Cognition*, 17(2), 175–185. doi:10.3758/BF03197067
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J. & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory*, 18(4), 394–412. doi:10.1080/09658211003702171
- Jonides, J., Schumacher, E. H., Smith, E. E., Lauber, E. J., Awh, E., Minoshima, S. & Koeppel, R. A. (1997). Verbal Working Memory Load Affects Regional Brain Activation as Measured by PET. *Journal of Cognitive Neuroscience* 9(4), 462–475. doi:10.1162/jocn.1997.9.4.462

- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Miura, T. K., & Colflesh, G. J. H. (2007). Working memory, attention control, and the N-back task: a question of construct validity. *Journal of experimental psychology. Learning, memory, and cognition*, 33(3), 615–622.
<https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.3.615>
- Karlep, K. (1998). *Psühholingvistika ja emakeeleõpetus*. Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Liiser, M.-L. (2023). *Relationships between preattentive information processing and behavioural tasks*. Magistritöö: Tartu Ülikool. Psühholoogia instituut.
- Logie, R. H., Del Sala, S., Wynn, V. & Baddeley, A. D. (2000). Visual Similarity Effects in Immediate Verbal Serial Recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 53(3), 626–646. doi:10.1080/713755916
- Logie, R. H., Saito, S., Morita, A., Varma, S. & Norris, D. (2015). Recalling visual serial order for verbal sequences. *Memory & Cognition*, 44(4), 590–607.
doi:10.3758/s13421-015-0580-9
- MacAndrew, D. K., Klatzky, R. L., Fiez, J. A., McClelland, J. L. & Becker, J. T. (2002). The Phonological-Similarity Effect Differentiates Between Two Working Memory Tasks. *Psychological Science*, 13(5), 465–468. doi:10.1111/1467-9280.00482
- Manning, S. K. (1977). Ratings of the auditory and visual similarity of consonants: Implications for research. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 9(6), 495–498.
doi:10.3758/BF03213982
- Möttus, R., Pullmann, H., & Allik, J. (2006). Toward more readable Big Five personality inventories. *European Journal of Psychological Assessment*, 22(3), 149–157.
doi:10.1027/1015-5759.22.3.149
- Nimmo, L. & Roodenrys, S. (2005). The phonological similarity effect in serial recognition. *Memory*, 13(7), 773–784. doi:10.1080/09658210444000386
- Pavelson, L. (2024). *Nutitehnoloogia kasutamise mõjud kurnatusele ning selle seosed töömälu sooritusega*. Magistritöö: Tartu Ülikool. Psühholoogia instituut.
- Pokk, A. (2021). *Töömälu mahu seosed reaktsioonikiiruse ja reaktsiooni pidurduskiirusega valikreaktsiooni ja stopp-signaali ülesannete näitel*. Uurimistöö: Tartu Ülikool. Psühholoogia instituut.
- Pyatigorskaya, E., Maran, M. & Zaccarella, E. (2023). Testing the automaticity of syntax using masked visual priming. *Language, Cognition and Neuroscience*, 38(7), 925–949.

doi:10.1080/23273798.2023.2173790

- Raudik, S. (2013). Häälduspuuded. M. Padrik & M. Hallap (Toim), *Kõne ja keelepuuded lastel ja täiskasvanutel* (lk 11–44). Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Rozgonjuk, D., Rosenvald, V., Janno, S., & Täht, K. (2016). Developing a shorter version of the Estonian Smartphone Addiction Proneness Scale (E-SAPS18). *Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace*, 10(4), Article 4. doi:10.5817/CP2016-4-4
- Saare, J. (2024). *Nutiseadme kasutuse mõju eeltähelepanulisele infotöötlusele*. Magistritöö: Tartu Ülikool. Psühholoogia instituut.
- Saito, S., Logie, R. H., Morita, A., & Law, A. (2008). Visual and phonological similarity effects in verbal immediate serial recall: A test with kanji materials. *Journal of Memory and Language*, 59(1), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2008.01.004>
- Schiffer, K. (2021). *Visuaalsete ja auditiivsete segajate mõju 2-tagasi ülesande lahendamisele*. Urimistöö: Tartu Ülikool. Psühholoogia instituut.
- Social Science Statistics. (2025). <https://www.socscistatistics.com/tests/chisquare/>
- Sultson, H., Vainik, U., & Kreegipuu, K. (2019). Hunger enhances automatic processing of food and non-food stimuli: A visual mismatch negativity study. *Appetite*, 133, 324–336. doi:10.1016/j.appet.2018.11.031
- Sweet, L. H., Paskavitz, J. F., Haley, A. P., Gunstad, J. J., Mulligan, R. C., Nyalakanti, P. K. & Cohen, R. A. (2008). Imaging phonological similarity effects on verbal working memory. *Neuropsychologia*, 46, 1114–1123. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.10.022
- Szmales, A., Verbruggen, F., Vandierendonck, A., & Kemps, E. (2011). Control of interference during working memory updating. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, 37(1), 137–151. <https://doi.org/10.1037/a0020365>
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063–1070. doi:10.1037/0022-3514.54.6.1063
- Wolford, G. & Hollingsworth, S. (1974). Evidence that short-term memory is not the limiting factor in the tachistoscopic full-report procedure. *Memory & Cognition*, 2(4), 796–800. doi:10.3758/BF03198158

LISA A. Uurimistöös kasutatavate stiimulkolmikute võimalikud kombinatsioonid

Stiimulkolmik	Stiimulkolmiku kõik võimalikud kombinatsioonid
AAA	RRR, BBB, DDD, TTT, KKK, HHH, SSS
AXA	RBR, RDR, RTR, RKR, RHR, RSR, BRB, BDB, BTB, BKB, BHB, BSB, DRD, DBD, DTD, DKD, DHD, DSD, TRT, TBT, TDT, TKT, THT, TST, KRK, KBK, KDK, KTK, KHK, KSK, HRH, HBH, HDH, HTH, HKH, HSH, SRS, SBS, SDS, STS, SKS, SHS
XAA	BRR, DRR, TRR, KRR, HRR, SRR, RBB, DBB, TBB, KBB, HBB, SBB, RDD, BDD, TDD, KDD, HDD, SDD, RTT, BTT, DTT, KTT, HTT, STT, RKK, BKK, DKK, TKK, HKK, SKK, RHH, BHH, DHH, THH, KHH, SHH, RSS, BSS, DSS, TSS, KSS, HSS
XXA	Kõik stiimulkolmikus olevad konsonandid on üksteisest erinevad; kõik konsonandid asuvad kõikidel positsioonidel, mis tähendab, et näiteks stiimulkolmikut RBD loetakse erinevaks stiimulkolmikust BRD; võimalikke kombinatsioone on 210
A _f X _m A _f	THT, TST, DHD, DSD, KHK, KSK
A _v X _m A _v	BHB, BSB, RHR, RSR, KHK, KSK
A _{fv} X _m A _{fv}	BHB, BSB, DHD, DSD
A _f X _f A _f	TDT, TKT, DTD, DKD, KTK, KDK
A _v X _v A _v	BRB, BKB, RBR, RKR, KBK, KRK
A _{fv} X _{fv} A _{fv}	BDB, DBD
X _f X _f A _f	DDT, KKT, TTD, KKD, TTK, DDK
X _v X _v A _v	RRB, KKB, BBR, KKR, BBK, RRK
X _{fv} X _{fv} A _{fv}	BBD, DDB
X _f X _m A _f	THD, TSD, THK, TSK, DHT, DST, DHK, DSK, KHT, KST, KHD, KSD
X _v X _m A _v	BHR, BSR, BHK, BSK, RHB, RSB, RHK, RSK, KHB, KSB, KHR, KSR
X _{fv} X _m A _{fv}	BHD, BSD, DHB, DSB

LISA B. Kutse veebiküsimustiku „Stiimulite sarnasuse hindamine töömälu katse jaoks“ täitmiseks

Tere!

Kutsun Teid täitma veebiküsimustikku „**Stiimulite sarnasuse hindamine töömälu katse jaoks**“, mis uurib töömälu toimimise seost stiimulite sarnasusega. Küsimustikku täites aitate kaasa minu uurimistöö valmimisele. Uurimistöö valmib ETAgil grandil PRG1151 „Seosed tähelepanueelse ja tähelepanulise infotöötamise vahel“ raames (vastutav uurija Tartu Ülikooli eksperimentaalpsühholoogia professor Kairi Kreegipuu).

Küsimustikus palun Teil vastata mõnele Teie kohta käivale küsimusele ning seejärel hinnata, kui sarnased on Teie arvates esitatud stiimulid. Neid stiimuleid on kasutatud mälukses, mille tulemusi analüüsin oma uurimistöös. Kuna elus tuleb tihti ette olukordi, kus otsuseid tuleb langetada kiiresti, siis palun, ärge ka seda küsimustikku täites väga pikalt mõelge. Küsimustiku täitmine võtab aega 15–20 minutit.

Küsimustiku täitmiseks peate olema täisealine ning nõustuma küsimustiku alguses esitatud informatsiooniga. Küsimustiku täitmine on anonüümne ja vabatahtlik ning sellest on võimalik igal ajahetkel loobuda.

Küsimustiku täitmist saate alustada siin: <https://survey.ut.ee/sarnasus>

Olen väga tänulik Teie panuse eest! Kui Teil tekib küsimusi, pöörduge minu poole meili teel: anette.kosenkranius@ut.ee

Kaunist suve lõppu

Anette Kosenkranius

LISA C. Uuritava informeerimise ja teadliku nõusoleku vorm veebiküsimustikule vastamiseks

Hea küsimustiku täitja!

Palun aidake kaasa minu psühholoogiaalase uurimistöö, mis uurib töömälu toimimise seost stiimulite sarnasusega, valmimisele. Uurimistöö valmib ETAgil grandil PRG1151 "Seosed tähelepanueelse ja tähelepanulise infotöötamise vahel" raames (vastutav uurija Tartu Ülikooli eksperimentaalpsühholoogia professor Kairi Kreegipuu). Uurimistöö saab valmis 2025. aasta jaanuaris ning selle juhendajateks on Tartu Ülikooli eksperimentaalpsühholoogia professor Kairi Kreegipuu ja psühholoogia doktorant Mai-Liis Liiser.

Küsimustikus palun Teil vastata mõnele Teie kohta käivale küsimusele ning seejärel hinnata, kui sarnased on Teie arvates esitatud stiimulid. Neid stiimuleid on kasutatud mälukses, mille tulemusi analüüsin oma uurimistöös. Kuna elus tuleb tihti ette olukordi, kus otsuseid tuleb langetada kiiresti, siis palun, ärge ka seda küsimustikku täites väga pikalt mõelge. Küsimustiku täitmine võtab aega 15-20 minutit.

Küsimustiku täitmine on Teile vabatahtlik ning sellest on võimalik igal ajahetkel loobuda, katkestades küsimustele vastamise. Küsimustiku täitmiseks peate olema vähemalt 18-aastane. Andmeid kogutakse, töödeldakse ja säilitatakse anonüümsel kujul, seega ei ole võimalik vastuseid seostada vastaja isikuga.

Tekkinud küsimuste korral võtke ühendust meili teel: anette.kosenkranius@ut.ee.

Alustades küsimustikku kinnitate, et

- olete vähemalt 18-aastane.
- olete tutvunud ülalpool esitatud informatsiooniga ning olete nõus küsimustiku täitmisega.

LISA D. Küsimustik sarnasuse hindamiseks**Sugu**

Mees

Naine

Muu

Vanus**Haridustase**

Põhiharidus

Keskharidus

Kõrgharidus omandamisel

Kõrgharidus

Magister või rohkem

Hinnake sarnasust

Hinnake järgmiste tühikuga eraldatud stiimulite sarnasust skaalal 0-100, kui 0 - pole üldse sarnane ja 100 - on täiesti sarnane. Näiteks tähendab kirja pilt A O, et palutakse hinnata stiimulite A ja O sarnasust skaalal 0-100.

R H

R K

R S

R T

B K

T K

K H

D S

D K

T H

B H

B S

T S

B T

B D

R B

D T

D H

K S

H S

R D

Tähed ilmusid paaride kaupa, juhuslikult genereeriti igale vastajale eraldi tähepaaride järjekord.

Hinnake sarnasust

Instruktsioon oli eelmise küsimusega identne, kuid tähtede järjekord oli muudetud. Näiteks, kui eelmises küsimuses asetsesid tähed viisil R H, siis selles küsimuses asetsesid tähed viisil H R.

Mille järgi stiimulite sarnasust hindasite?

Palun valige üks järgnevatest vastustest. Juhul kui valite „Muu“, siis palun täpsustage oma valikut tekstikastis.

Hindasin sarnasust häälduse põhjal

Hindasin stiimulite visuaalset sarnasust

Hindasin sarnasust häälduse ja visuaalse väljanägemise põhjal enam-vähem võrdselt

Muu

LISA E. Stiimulpaaride keskmise sarnasuse tabelid

Järgnevalt on välja toodud küsimustikus esitatud stiimulpaaride keskmine sarnasus erinevate strateegiate põhjal. Küsimustikus esimesena esitatud täht asub kõikides tabelites veerus ja teisena esitatud täht reas. Rohelise taustaga on märgistatud stiimulpaaride tulemused, mille mõlemapidisel asetsemisel oli aritmeetiline keskmine üle 50,000. Ühtlasi määrati need stiimulpaarid omavahel sarnasteks. Punase taustaga on märgistatud minimaalseim tulemus.

Tabel E.1

Stiimulpaaride keskmine sarnasus kogu valimi põhjal

	R	B	D	T	K	H	S
R		45,614	31,795	33,364	47,841	31,159	35,273
B	48,318		64,727	28,182	30,864	36,205	42,091
D	34,659	61,659		46,273	30,432	31,250	24,068
T	33,523	28,659	46,636		43,159	37,614	28,318
K	49,545	32,136	27,568	42,250		46,364	26,773
H	31,750	34,045	33,273	33,773	42,432		24,682
S	33,545	35,318	25,523	31,159	28,795	28,205	

Märkus: $N = 44$

Tabel E.2

Stiimulpaaride keskmine sarnasus häälduse põhjal

	R	B	D	T	K	H	S
R		165,00	17,500	24,750	17,750	20,000	18,500
B	37,500		51,750	31,750	34,000	55,250	35,750
D	35,000	59,750		59,750	26,000	24,500	11,750
T	23,500	38,750	67,000		73,000	30,500	8,250
K	44,500	32,500	32,000	80,250		37,000	23,000
H	41,500	18,750	40,750	16,250	35,750		44,750
S	49,500	14,750	38,000	46,250	35,500	45,750	

Märkus: $N = 4$

Tabel E.3

Stimulpaaride keskmine sarnasus visuaalse väljanägemise põhjal

	R	B	D	T	K	H	S
R		56,700	36,650	28,900	55,750	32,050	33,200
B	53,850		66,900	22,150	31,250	35,750	48,150
D	35,500	57,350		31,550	24,750	28,150	24,700
T	26,500	20,900	31,900		34,150	37,700	21,500
K	53,050	32,100	26,400	29,650		44,300	20,250
H	27,600	31,750	25,950	35,850	40,050		13,750
S	30,100	40,300	21,750	21,100	24,700	19,550	

Märkus: $N = 20$

Tabel E.4

Stimulpaaride keskmine sarnasus häälduse ja visuaalse väljanägemise segahindamise põhjal

	R	B	D	T	K	H	S
R		37,571	27,786	36,929	38,571	28,000	37,357
B	46,214		64,500	34,071	25,000	33,500	31,429
D	30,429	64,071		63,714	37,500	34,714	27,571
T	39,429	31,786	59,429		46,643	39,500	39,714
K	44,643	29,857	28,143	49,357		43,643	30,571
H	27,857	38,786	36,143	29,643	39,571		31,071
S	29,286	31,500	27,000	34,357	28,929	33,357	

Märkus: $N = 14$

Käesolevaga kinnitan, et olen korrektselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis.

/Anette Kosenkranius/