

TALLINNA REAALKOOL

REES-ROONIUS JUURMAA

11.A KLASS

MUUTUSED ERI VANUSES ÕPILASTE TÖÖMÄLUS KOOLIPÄEVA JOOKSUL

JUHENDAJA: MARTIN SAAR

SISSEJUHATUS

Nii õpetajate kui õpilaste seas arutletakse sageli, kas teatud kellaaegadel on üldse võimalik tunnis piisavalt kaasa töötada ning vajalikku materjali omandada. Käesoleva tööga loodab autor sellesse diskussiooni lisada mõne konstruktiivse argumendi.

Valdav osa seni läbi viidud uurimistöödest, mis püüavad leida seost õppimisvõime ja kellaaja vahel, toetuvad oma järeldustes komplekssetele testidele, mille sooritamine nõuab paljude erinevate ajupiirkondade koostööd. Kuna selline meetod on andnud küllalt vastuolulisi tulemusi, leiab autor, et probleemi analüüsimist tuleks alustada komponentide kaupa. Käesolev uurimistöö võtab luubi alla informatsiooni liikumise seisukohalt esimese olulise komponendi ajus – töömälu.

Uurimistöö läbiviimise eesmärgiks on katse varal välja selgitada, kas õpilaste töömälu toimuvad olulised muutused lühikese ja pika ajavahemiku vältel. Tööhüpoteese on kaks:

- 1) lühike ajavahemik: kolme vanuserühma *siseselt* erinevad tulemused töömälu hindavates ülesannetes koolipäeva alguses ja lõpus statistiliselt olulisel määral;
- 2) pikk ajavahemik: kolme vanuserühma *omavahelises võrdluses* erinevad tulemused töömälu hindavates ülesannetes koolipäeva alguses ja lõpus statistiliselt olulisel määral.

Hüpoteeside kontrollimiseks vajalikud andmed koguti Tallinna Reaalkooli VII ja XII klassi õpilaste ning Tartu Ülikooli arstiteaduskonna II kursuse hulgas läbi viidud katse varal.

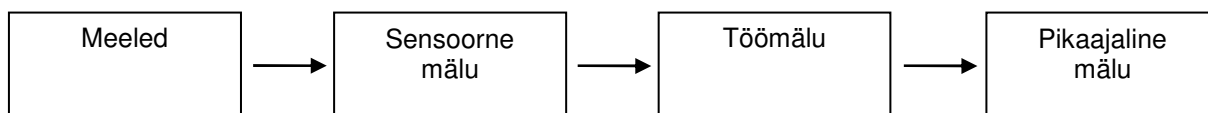
Uurimistöö esimeses peatükis käsitletakse Baddeley-Hitch'i töömälu mudelit, millest lähtub kogu edasine uuring. Ühtlasi antakse ülevaade probleemi senisest käsitlusest. Teises peatükis kirjeldatakse uurimistöö materjali ja meetodeid. Kolmandas peatükis esitatakse uurimistöö tulemused.

Uurimistöö valmimise käigus olid asendamatuks abiks Martin Saare praktilised nõuanded ja Julius Juurmaa näpunäited statistilise analüüsi osas. Loomulikult tänab autor kõiki õpetajaid ja õpilasi, kelle koostööta oleks uurimistöö koostamine olnud võimatu.

1. TÖÖ TEOREETILINE TAUST

1.1. TÖÖMÄLU OSA ÕPPIMISEL

Kui aju talitleb normaalselt, liigub informatsioon tunnetusprotsesside käigus kindla seaduspära järgi (*Joonis 1*). Kõigepealt saabub see meelte kaudu sensoorsesse mällu, kus seda säilitatakse mõne sekundi vältel. Seejärel jõuab informatsioon töömällu, kus toimub selle esialgne salvestamine ja seostamine vastavalt sisule. Kõige lõpuks võib informatsioon jõuda pikaajalisse mällu, mis ongi õppimise põhiline eesmärk. (Atkinson, Shiffrin 1968: 90) Seega, igasugune teadlikuks kasutamiseks mõeldud info *peab* läbima töömälu. Kui töömälu



funktsioneerimine on ühel või teisel moel häiritud, mõjutab see ka õppimisvõimet.

1.2. BADDELEY-HITCH'I MUDEL

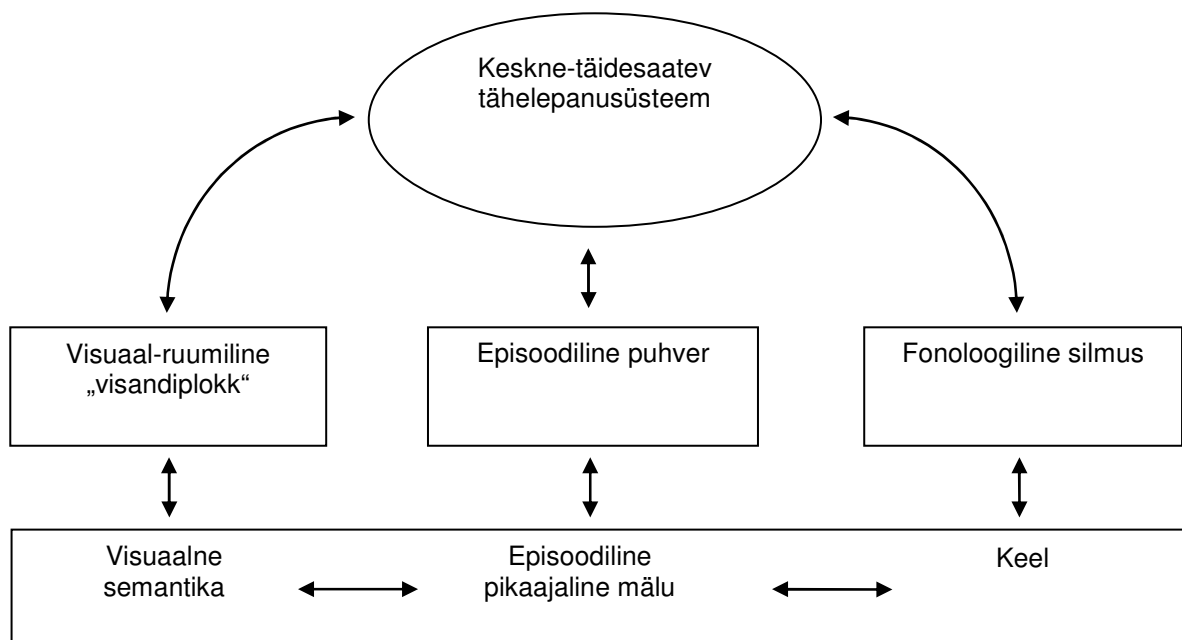
Ehkki töömälu käsitlevaid teooriaid on mitmeid, defineeritakse neis kõigis töömälu kui

Joonis 1. Informatsiooni liikumise lihtsustatud skeem õppimisel

piiratud mahuga süsteemi informatsiooni ajutiseks säilitamiseks, mis ühendab omavahel ümbritseva tajumise, pikaajalise mälu ja tegevuse. (Baddeley 2003: 829)

Töömälu kirjeldatavatest mudelitest peetakse kõige mõjukamaks ja eksperimentidega enim kooskõlas olevaks Baddeley-Hitch'i mudelit, mida Alan Baddeley ja tema kaastöölised on alates selle esitamisest 1974. aastal korduvalt täpsustanud ja täiendanud. See mudel sündis eksperimentide käigus, kus katsealustel tuli täita ülesandeid, mis toetusid töömälule. Ilmnes,

et kui katsealused täitsid samaaegselt kahte erineva sisuga ülesannet (visuaalne ja verbaalne), oli sooritus sama hea kui kummagi ülesande eraldi täitmise puhul. Vastukaaluks, kui katsealustel tuli samaaegselt täita kahte sama sisuga ülesannet, oli sooritus tunduvalt halvem kui mõlema ülesande puhul eraldi. Baddeley ja Hitch järeldasid, et töömälu ei saa olla ainult üheosaline, vaid peab koosnema salvestussüsteemidest, kus toimub info säilitamine vastavalt selle sisule (*Joonis 2*). Nad pakkusid senise üheosalise mudeli asemele uue, milles eristatakse kolme komponenti: keskne-täidesaatev tähelepanusüsteem (*central executive*), fonoloogiline silmus (*phonological loop*) ning visuaal-ruumiline „visandiplokk“ (*visuo-spatial sketchpad*). Hiljem lisas Baddeley mudelile ka neljanda komponendi – episoodilise puhvri (*episodic buffer*). (Baddeley 2003: 830)



Joonis 2. Baddeley-Hitch'i töömälu mudel (Baddeley 2003: 835)

1.2.1. KESKNE-TÄIDESAAATEV TÄHELEPANUSÜSTEEM

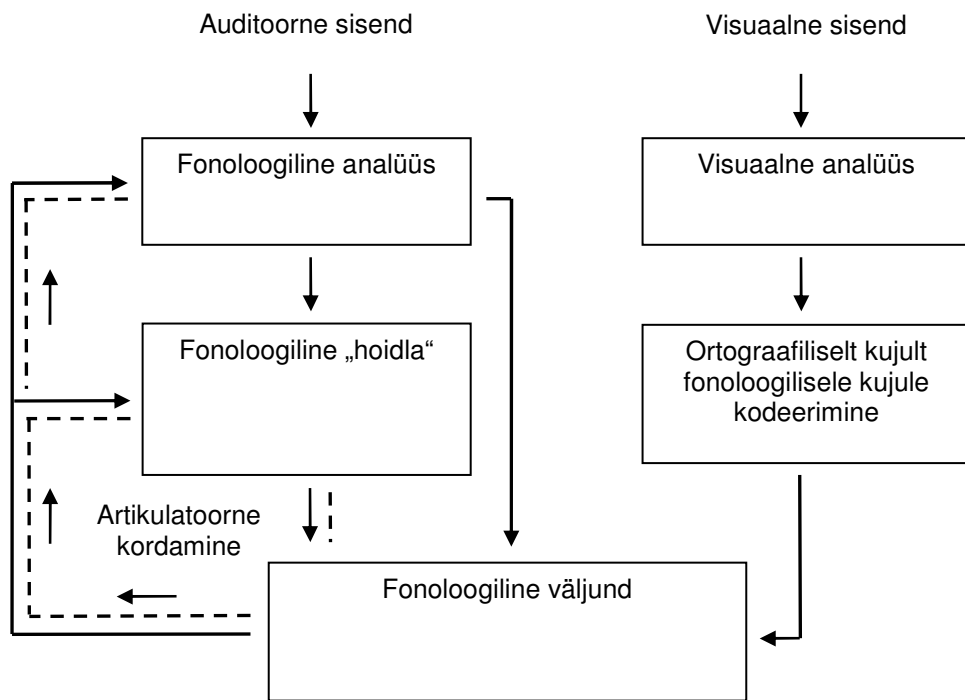
Keskne-täidesaatev tähelepanusüsteem on töömälu võtmekomponent. Selle ülesandeks on suunata tähelepanu sensoorsest mälest tulevate *olulisele* informatsioonile, koordineerida informatsiooni paigutamist töömälu salvestussüsteemidesse ning samas ignoreerida kõike *ebaolulist*. (Baddeley 2003: 835)

1.2.2. FONOLOOGILINE SILMUS

Fonoloogiline silmus (*Joonis 3*) on töömälu salvestussüsteem, mis on mõeldud fonoloogilise informatsiooni lühiajaliseks säilitamiseks. Selles eristatakse omakorda kaht alakomponenti:

fonoloogiline „hoidla“ (*phonological store*) ja artikuloorse kordamise komponent (*articulatory rehearsal component*). Esimeses toimub informatsiooni säilitamine, teises aga mälujälje pidev värskendamine korduva artikuleerimise abil.

Igasugune auditoorne informatsioon siseneb pärast kodeerimist otse fonoloogilisse „hoidlasse“. Visuaalse informatsiooni säilitamiseks fonoloogilises silmuses viiakse see enne sobivale kujule artikuloorse kordamise komponendi abil. (Baddeley 2003: 830)



Joonis 3. Fonoloogilise silmuse mudel (Baddeley 2003: 831)

1.2.2.1. FONOLOOGILISE SARNASUSE EFEKT

Inimesel on korraka raskem meelde jätta sarnase kõlaga sõnu kui erineva kõlaga sõnu. Sõnade sisuline sarnasus ei oma seejuures tähtsust. See on kinnituseks asjaolule, et teatud osa informatsioonist kodeeritakse töömälu fonoloogiliselt. (Logie *et al.* 1996: 305)

1.2.2.2. SÕNA PIKKUSE EFEKT

Sõnade pikkuse kasvades ühelt silbilt viieni mahub mällu märksa vähem sõnu. Kui pikad sõnad on esitatud kõrvuti lühikeste sõnadega, pole pikki sõnu raskem meelde jätta kui nende lühikesi naabreid. See näitab, et fonoloogilisele silmusele annab mahupiirangu mälujälje pideva värskendamise vajadus artikuleerimise abil. Teatud informatsiooni hulga juures jõuab

mälujälg lihtsalt enne kustuda kui üks artikulaatorse kordamise ring täis saab. (Logie *et al.* 1996: 305)

1.2.2.3. ARTIKULATOORSE ALLASURUTUSE EFEKT

On näidatud, et taustamüra korral on sõnade meeldejätmise raskendatud. Nimelt ei luba taustamüra artikulaatorse kordamise komponendil korralikult töötada ning mälujälg kustub. Sama efekt on seejuures jälgitav nii sõnade auditoorsel kui visuaalsel omandamisel. (Hanley, Bakopoulou 2003: 435)

1.2.2.4. SÕNADE JÄRJEKORD

Sõnade järjekorra meelde jätmise mehhanisme on mitmeid, kuid kõige tõenäolisema versioonina on välja pakutud, et sõnad moodustavad töömälus ahela, kus iga element käitub ühtlasi „vihjena“ järgmise meenutamiseks. Nii järgnevad pärast ahela esimese elemendi meenutamist ülejäänud elemendid automaatselt. (Brown *et al.* 2000: 127)

1.2.3. VISUAAL-RUUMILINE „VISANDIPLOKK“

Visuaal-ruumilises „visandiplokis“ hoitakse visuaalset ja ruumilist informatsiooni. Nagu fonoloogiline silmus, on ka „visandiplokk“ piiratud mahuga. Üldiselt peetakse „visandiploki“ mahutavuseks kolm kuni neli objekti korraga. (Baddeley 2003: 833)

Logie järgi säilitatakse objekti eri omadusi paralleelselt kahes registris: visuaalne register (*visual cache*) salvestab objekti kuju ja värvi ning sisemine „kirjutaja“ (*inner scribe*) hoiab informatsiooni objekti paiknemise kohta ruumis. (Baddeley 2003: 834)

1.2.4. EPISOODILINE PUHVER

Episoodiline puhver on Baddeley-Hitch'i mudeli küllalt hiljutine täiendus. Nimelt märkas Baddeley, et amneesiahaiged patsiendid, kellel puudus võime salvestada pikaajalisse mällu uut informatsiooni, suutsid sellegipoolest meelde jätta pikki lugusid, mis kindlasti ei tohiks tervenisti näiteks fonoloogilisse silmusesse mahtuda. Ta seletas seda neljanda töömälu komponendi olemasoluga, mis seob eri salvestussüsteemides ning teatud määral ka pikaajalises mälus hoitava informatsiooni ühtseks tervikuks. (Baddeley 2000: 417)

1.3. PROBLEEMI VARASEM KÄSITLUS

1.3.1. BIORÜTMID

Inimorganismis tuntakse sadu ühe ööpäeva ulatuses rütmiliselt muutuvaid protsesse (Ammons *et al.* 1995: 11). Nii oleks küllalt loogiline järeldada, et aset leiavad rütmilised muutused ka eri tunnetusprotsessides. Sellest küsimusest lähtudes on mitmed autorid otsinud seoseid õpilaste akadeemilise sooritusvõime ja kellaaja vahel.

Inimese kehatemperatuuri muutumine ööpäeva vältel on üks kõige varem tundma õpitud biorütmidest. Suurem osa inimesi, kuid mitte kõik, saavutavad oma kehatemperatuuri maksimumi pärastlõunal. Ühes uurimistöös on leitud seos, et õpilased, kes saavutavad kehatemperatuuri maksimumi enne pärastlõunat, saavad koolis keskmiselt paremaid hindeid. (Ammons *et al.* 1995: 12)

Uuritud on ka eri hormoonide sekretsiooni rütmi mõju inimese õppimisvõimele. Ühes meessoost osalejate peal läbi viidud katses näidati, et uuritavate sooritusvõime lihtsates ülesannetes oli parem hommikul, samas kui keerulisemates ülesannetes näidati paremaid tulemusi üles pärastlõunal. Seda seostati asjaoluga, et testosterooni tase saavutab maksimumi hommikul, pärast mida toimub järkjärguline langus. Järeldati, et testosteroonil on positiivne efekt lihtsatele ülesannetele, kuid negatiivne efekt keerulisematele (Ammons *et al.* 1995: 12).

Muutusi tunnetusprotsessides on püütud seletada ka muutustega inimese ajupoolkerade aktiivsuses. Folkard ning Monk (1979) tõid välja, et vasak ajupoolkera, mis seostub lihtsate rutiinsete tegevuste ning töömäluga, on aktiivsem hommikul, samas kui parem ajupoolkera, mis seostub keeruliste ülesannete ning pikaajalise mälega, on aktiivsem pärastlõunal. Natale ja Lorenzetti (1997) ning Perry ja Dawson (1988) kinnitavad seda järeldust oma töödes. Tänapäevaks pole aga tunnetusprotsesside ja ajupoolkerade aktiivsuse vahel selget seost näidatud.

1.3.2. ERINEVAD UURIMISMEETODID

Seni on teadlased püüdnud võimalikke muutusi õppimisvõimes välja selgitada väga erinevate meetoditega. Enamus neist hõlmab kompleksseid teste matemaatikast, loetud materjali mõistmisest või üldist silmaringi nõudvatest ülesannetest. Osad tööd toetuvad ka õpilaste eneste hinnangule oma õppimisvõimele.

Testides õpilaste lugemisvõimekust, jõudsid nii Carbo (1984), Davis (1987), Barron *et al.* (1994) kui ka Zephaniah (1987) oma uurimistöös järeldustele, et õpilaste õppimisvõime on pärastlõunal parem kui hommikul. Morton ja Diubaldo (1995) seevastu ei täheldanud õpilaste lugemisvõimekuses koolipäeva lõikes mitte mingit erinevust. Analüüsides õpilaste sooritusi

üldist silmaringi nõudvate ülesannete lahendamisel järeldas Biggers (1980), et õppimisvõime on parem hommikul. Samale järeldusele jõudis ka Klein (2001), uurides, kuidas õpilased ise hindavad oma õppimisvõimet eri kellaaegadel.

Morton ja Diubaldo (1995) on eri tööde üksteisele vasturääkivaid tulemusi seletanud sellega, et kompleksed ülesanded peegeldavad erinevaid tunnetusprotsesse, mis kõik võivad biorütmidele alluda erinevalt. Paremaid tulemusi võiks anda tunnetusprotsesside uurimine vaadeldes ükshaaval nende aluseks olevaid võtmekomponente. Üheks selliseks komponendiks on töömälu, mille uurimine ongi käesoleva uurimistö eesmärk.

2. MATERJAL JA MEETODID

2.1. UURITAVATE VALIK

Uuringus osalesid vabatahtlikkuse alusel Tallinna Reaalkooli VII ja XII klassi õpilased ning Tartu Ülikooli arstiteaduskonna II kursuse üliõpilased (2010/2011. õppeaasta seisuga). Piiravaks asjaoluks valimi moodustamisel sai vajadus viia katsed läbi täpselt samal ajal, et maksimaalselt välistada segavad muutujad. See aga tähendas arvestamist tunniplaanide ja õppetöö iseärasustega, mistõttu lõpuks osutus ainuvõimalikuks just kõnealune valim.

Uurimistö valimisse kuulus kokku 82 õpilast, nendest 32 olid Tallinna Reaalkooli VII klassist, 23 XII klassist ning 27 Tartu Ülikooli arstiteaduskonna II kursusel.

2.2. UURINGU KÄIK

Sissejuhatuses sõnastatud tööhüpoteeside kontrollimiseks viidi läbi katse, mis koosnes kahest osast. Katse esimene osa viidi läbi kell 09:00 ning teine osa kell 13:55.

2.2.1. KATSE ESIMENE OSA

Õpilased varustati nelja vastuselehega. Lehed olid lauale asetatud sellisel moel, et õpilane pidi alati pöörama ümber ja täitma virna parajasti pealmise lehe. Kui kõik õpilased olid vastuselehtedega varustatud, selgitati neile katse käiku.

Esimeses kolmes ülesandes kuvati ekraanile piiratud ajavahemiku jooksul neljas reas ja neljas veerus vastavalt arvud 1...16, kuusteist sõna ja kuusteist kujundit. Lähtuvalt ülesannete keerukusest oli ajavahemikuks arvude puhul 25, sõnade puhul 35 ning kujundite puhul 45 sekundit. Kui etteantud ajavahemik oli möödunud, tühjendati ekraan ning paluti õpilastel pöörata vastava ülesande vastuseleht ja see täita. Vastuselehtedel oli eelnevalt täidetud neli lahtrit sellisel moel, et igas reas ja veerus oli täpselt üks täidetud lahter. Järgmist ülesannet ei

alustatud enne, kui viimane õpilane oli vastuselehe täitmise lõpetanud. Neljandaks ülesandeks oli taustaandmete ankeedi täitmine.

Kõik esimese osa vastuselehtede komplektid olid varustatud täisarvulise koodiga, mis paluti õpilastel katse teise osa jaoks meelde jätta või kirja panna. Koodi alusel toimus iga õpilase katse kahe osa kokkuviiimine. Kui õpilane oli lõpetanud neljanda vastuselehe täitmise, tagastas ta kõik vastuselehed.

Lisade all on toodud katse esimese osa 1.–3. ülesande vastuselehtede näidised täitmata ja täidetud kujul ning 4. ülesande vastuseleht täitmata kujul (*Lisa 2, Lisa 3, Lisa 4*).

2.2.2. KATSE TEINE OSA

Õpilased varustati kolme vastuselehega, mis olid lauale asetatud sarnaselt katse esimese osaga. Iga lehe ülaosas oli lahter, kuhu õpilane sai kirjutada koodi katse esimese osa vastuselehtedelt.

Katse teine osa koosnes kolmest ülesandest, mille korraldus oli identne katse esimese osa esimese kolme ülesandega. Erines arvude, sõnade ja kujundite paigutus, samuti täidetud lahtrite paiknemine vastuselehtedel. Kolmanda ülesande vastuselehe lõppu paluti õpilasel märkida, kas ta (a) on või (b) ei ole vahepeal midagi söönud. Kui õpilane oli lõpetanud kolmanda vastuselehe täitmise, tagastas ta kõik vastuselehed.

Lisade all on toodud katse teise osa 1.–3. ülesande vastuselehtede näidised nii täitmata kui täidetud kujul (*Lisa 5, Lisa 6*).

2.3. ANDMETE ANALÜÜS

Töö aluseks olev andmestik on täiskujul ära toodud lisade all (*Lisa 1*).

2.3.1. ARVUDE JA SÕNADE MEELDEJÄTMISE ÜLESANNETE HINDAMINE

Iga õigesse lahtrisse paigutatud õige vastuse eest anti 1 punkt. Ligilähedaste vastuste määratlemisel arvestati eespool kirjeldatud sõnade järjekorra meeldejätmise mehhanismiga. Et sõnade järjekord jäetakse meelde ahelana, milles iga element on ühtlasi „vihje“ järgmise elemendi meenutamiseks, loeti vastus ligilähedaseks, kui lahtrisse kirjutatud arvu või sõna tegelik asukoht jäi ühe positsiooni kaugusele. Seejuures, kui esimene ligilähedane vastus jäi ühe positsiooni võrra üles- või allapoole, ei loetud sama ülesande piires ühe positsiooni võrra vasakule või paremale sattunud vastuseid enam ligilähedaseks (ning vastupidi). Põhjus: ahela moodustamisel kehtib tõenäoliselt ülesande ulatuses ühtne loogika – keset ülesannet loogika vahetamisest on tõenäolisem juhuse appivõtt. Ligilähedase vastuse eest anti 0,5 punkti.

2.3.2. KUJUNDITE MEELDEJÄTMISE ÜLESANDE HINDAMINE

Iga õigesse lahtrisse paigutatud õige kujundi eest anti 1 punkt. Vastus loeti ligilähedaseks, kui õige oli selle kontuur, aga mitte sisu (*Tabel 1*). Ligilähedase vastuse eest anti 0,5 punkti.

Tabel 1. Kujundite meeldejätmise ülesande hindamine

Oodatav kujund	Ligilähedased kujundid
A	# G ± ²
C	‰ I
B	\$ H
E	' K
#	A G ± ²
‰	C I
\$	B H
'	E K
G	A # ± ²
I	C ‰
H	B \$
K	E '
±	A # G ²
²	A # G ±
-	ç
ç	-

2.3.3. ANDMETE SISESTAMINE

Andmete sisestamiseks kasutati tabelarvutusprogrammi *Microsoft Office Excel 2007*. Mugavuse huvides tähistati uuritavate rühmad Rooma numbritega. I rühma moodustasid

Tallinna Reaalkooli VII klassi õpilased, II rühma XII klassi õpilased ning III rühma Tartu Ülikooli arstiteaduskonna II kursuse üliõpilased.

Järjestustunnused (õpilase hommikusöögiharjumus ning hommikusöök katsepäeval) ja õpilase sugu kodeeriti täisarvulisi väärtuseid kasutades. Binaarsete tunnuste (kas õpilane on kahe katse vahel midagi söönud) kodeerimiseks kasutati arve 0 (tunnuse puudumine) ja 1 (tunnuse olemasolu). Pidevad tunnused (vanus aastates ja viimase kolme päeva keskmine unetundide arv) esitati kümnendarvuna – vanus seejuures aasta täpsusega, unetundide arv ühe kümnendkoha täpsusega.

2.3.4. STATISTILINE ANALÜÜS

Analüüs viidi läbi statistilise analüüsi keskkonnas *R* (R Development Core Team 2010).

Statistiliste testide valimiseks uuriti esmalt, kas uuritavate isikute tulemused alluvad normaaljaotusele. Et nad ei allunud normaaljaotusele, testiti kahe valimi vahelist erinevust Wilcoxon'i astak-märgitesti ning kolme valimi vahelist erinevust Kruskal-Wallis'e testi abil.

Tööhüpoteeside testimiseks leiti kõigis rühmades katse mõlema osa keskmised tulemused ja vastavad 95% usaldusvahemikud nii ülesannete lõikes kui katse osas tervikuna. Seoste hindamiseks kogutud taustaandmete ja ülesannete soorituse vahel jaotati rühmad tunnuste alusel omakorda osadeks, leiti nende osade keskmised tulemused ja vastavad 95% usaldusvahemikud ning seejärel võrreldi omavahel.

3. TULEMUSED

3.1. VALIMI KIRJELDUS

Valimi suuruseks on 82 õpilast, kes vanuse alusel jaotuvad kolme rühma. Järgnevalt on toodud rühmade täpsem iseloomustus (*Tabel 2*).

Tabel 2. Uuritavate rühmade iseloomustus

	I rühm	II rühm	III rühm
Vähim vanus	13	18	19
Suurim vanus	14	19	22
Mediaanvanus	13	18	20
Tütarlapsi	9 (28%)	9 (39%)	23 (85%)
Noormehi	23 (72%)	14 (61%)	4 (15%)
	n = 32	n = 23	n = 27

3.2. TULEMUSED KOOLIPÄEVA LÖIKES

Järgnevalt on toodud kõigi rühmade sooritused katse esimeses ja teises osas nii ülesannete kaupa kui summeerituna (Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5). Tulemuste erinevustele vastavad p-väärtused on leitud Wilcoxon'i astak-märgitesti abil.

Tabel 3. I rühma tulemused katse esimeses ja teises osas

Tulemus				
Ülesanne	09:00	13:55	Erinevus	p-väärtus
Arvud	6,09 ± 0,63	5,67 ± 0,89	-0,42 ± 0,91	0,329
Sõnad	5,66 ± 0,77	5,81 ± 0,55	0,15 ± 0,87	0,587
Kujundid	6,09 ± 0,70	6,27 ± 0,87	0,18 ± 0,86	0,828
Kokku	17,83 ± 1,43	17,75 ± 1,69	-0,08 ± 1,58	0,992
n = 32				

Tabel 4. II rühma tulemused katse esimeses ja teises osas

Tulemus				
Ülesanne	09:00	13:55	Erinevus	p-väärtus
Arvud	6,93 ± 0,83	6,07 ± 1,21	-0,86 ± 1,03	0,111
Sõnad	7,48 ± 1,04	6,72 ± 0,98	-0,76 ± 1,24	0,190
Kujundid	7,39 ± 0,99	7,74 ± 0,81	0,35 ± 1,02	0,574
Kokku	21,80 ± 2,42	20,52 ± 2,28	-1,28 ± 2,42	0,140
n = 23				

Tabel 5. III rühma tulemused katse esimeses ja teises osas

Tulemus				
Ülesanne	09:00	13:55	Erinevus	p-väärtus
Arvud	6,39 ± 0,93	6,26 ± 0,85	-0,13 ± 1,13	0,797
Sõnad	6,30 ± 0,78	5,52 ± 0,88	-0,78 ± 0,91	0,049 ¹
Kujundid	6,93 ± 0,98	5,15 ± 0,95	-1,78 ± 1,23	< 0,001*

¹ Siin ja edaspidi on ühe tärniga (*) tähistatud statistiliselt olulised tulemused ($p < 0,05$). Kahe tärniga (**) ridade korral on erinevus tõenäoline, ent antud valimis ei saa statistilist olulisust näidata ($0,05 \leq p < 0,1$).

Tulemus				
Kokku	19,61 ± 2,05	16,93 ± 2,04	-2,68 ± 2,05	0,022*
n = 27				

I ja II rühmas kummutavad katsetulemused esimese tööhüpoteesi – uuritavate tulemuste vahel katse esimeses ja teises osas puudub statistiliselt oluline erinevus. Seejuures on II rühmas tekkinud erinevuste p-väärtused olulisusnivoole lähemal.

III rühmas aga esimene tööhüpotees kehtib. Katse esimese ja teise osa soorituste keskmine erinevus on -2,68 (95% usaldusvahemik -4,73...-0,63, p = 0,022). Ülesannete lõikes saab näidata statistiliselt olulist erinevust:

- 1) sõnade meeldejätmise ülesandes (soorituste keskmine erinevus -0,78; 95% usaldusvahemik -1,69...0,13; p = 0,049);
- 2) kujundite meeldejätmise ülesandes (soorituste keskmine erinevus -1,78; 95% usaldusvahemik -3,01...-0,55; p < 0,001).

3.3. TULEMUSED RÜHMADE LÕIKES

Järgnevalt on toodud katse esimese ja teise osa tulemused rühmade lõikes nii ülesannete kaupa kui ka summeerituna (*Tabel 6, Tabel 7*). Tulemuste erinevustele vastavad p-väärtused on leitud Kruskal-Wallis'e testi abil.

Tabel 6. Katse esimese osa tulemused rühmade lõikes

Tulemus				
Ülesanne	I	II	III	p-väärtus
Arvud	6,09 ± 0,63	6,93 ± 0,82	6,39 ± 0,93	0,325
Sõnad	5,66 ± 0,77	7,48 ± 1,04	6,30 ± 0,78	0,008*
Kujundid	6,09 ± 0,70	7,39 ± 0,99	6,93 ± 0,98	0,133
Kokku	17,83 ± 1,43	21,80 ± 2,41	19,61 ± 2,05	0,023*
	n = 32	n = 23	n = 27	

Tabel 7. Katse teise osa tulemused rühmade lõikes

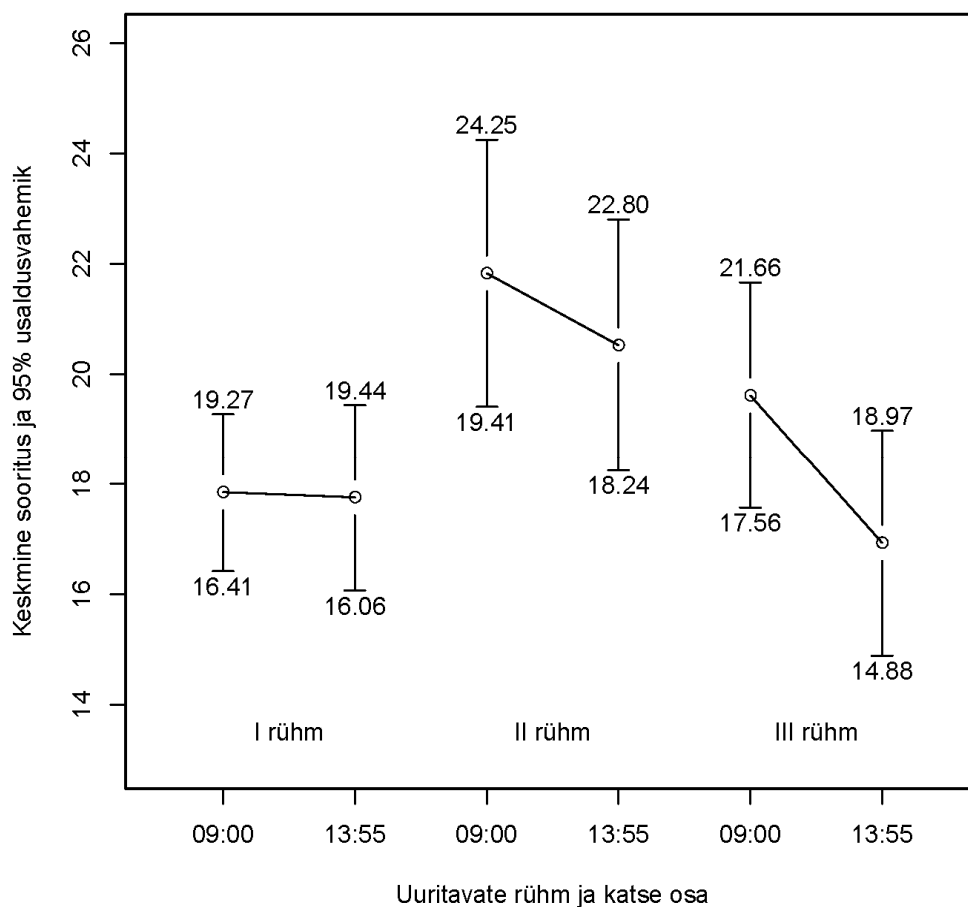
Tulemus				
Ülesanne	I	II	III	p-väärtus

	Tulemus			
Arvud	5,67 ± 0,89	6,07 ± 1,21	6,26 ± 0,85	0,588
Sõnad	5,81 ± 0,55	6,72 ± 0,98	5,52 ± 0,88	0,080**
Kujundid	6,27 ± 0,87	7,74 ± 0,81	5,15 ± 0,95	0,001*
Kokku	17,75 ± 1,69	20,52 ± 2,27	16,93 ± 2,04	0,023*
	n = 32	n = 23	n = 27	

Katsetulemused kinnitavad teist tööhüpoteesi – rühmade sooritus on statistiliselt oluline erinevus nii katse esimeses ($p = 0,023$) kui teises osas tervikuna ($p = 0,023$). Ülesannete lõikes saab näidata statistiliselt olulist erinevust:

- 1) katse esimese osa sõnade meeldejätmise ülesandes ($p = 0,008$);
- 2) katse teise osa kujundite meeldejätmise ülesandes ($p = 0,001$).

Joonis 4 võtab kokku tulemuste tööhüpoteese käsitleva osa.



Joonis 4. Rühmade soorituse võrdlus katse esimeses ja teises osas

3.4. SEOSSED TAUSTAANDMETEGA

Tütarlaste ja noormeeste vahel ei tekkinud statistiliselt olulist erinevust üheski grupis ei katse esimeses ega teises osas. Seega ei ole eespool näidatud rühmadevahelised erinevused ilmselt tingitud rühmade erinevast soolisest struktuurist (kui I ja II rühmas on ülekaalus noormehed, siis III rühmas on ülekaalus tütarlapsed).

Et hinnata puhkuse mõju töömälule, jaotati uuritavad isikud kõigis rühmades kaheks: need, kes olid viimase kolme ööpäeva jooksul maganud (a) vähem kui 7 tundi ning (b) 7 tundi või rohkem. Üheski rühmas ei tekkinud siin statistiliselt olulist erinevust.

Toitumisse puutuvast jaotus kõigis rühmades suurem osa uuritavaid kaheks: (a) need, kes söövad igal hommikul korralikult ja sõid korralikult ka katsepäeva hommikul ning (b) need, kes söövad igal hommikul vähe ja sõid vähe ka katsepäeva hommikul. Üheski rühmas ei tekkinud uuritavate seas statistiliselt olulist erinevust. Samuti ei saa üheski rühmas näidata seost katse teise osa soorituse ning vahepealse söömise või mittedöömise vahel.

3.5. ARUTELU

3.5.1. LÖPPJÄRELDUSED

Katsetulemuste analüüsi käigus joonistus välja põnev tendents: vanuse kasvades suurenesid muutused töömälu toimimises koolipäeva lõikes. VII klassi õpilaste hommikuse ja pärastlõunase soorituse vahel puudus statistiliselt oluline erinevus ($p = 0,992$). XII klassi õpilaste hommikune sooritus oli küll pärastlõunasest parem, ent seda statistiliselt mitteolulisel määral ($p = 0,140$). Arstiteaduskonna II kursuse üliõpilaste hommikune sooritus oli aga statistiliselt olulisel määral parem nende pärastlõunasest sooritusest ($p = 0,022$) (*Joonis 4*). Üliõpilased sooritasid hommikul paremini nii sõnade ($p = 0,049$) kui kujundite ($p < 0,001$) meeldejätmise ülesande. Sugu ning puhkamis- ja toitumisharjumused ei kajastunud õpilaste soorituses kuidagi.

Järeldus, et vanuse kasvades on töömälu hommikul efektiivsem kui pärastlõunal, ühtib teataval määral näiteks Folkardi ja Monki (1979) läbi viidud uurimistööga, milles nad püüdsid muutusi tunnetusprotsessides seletada ajupoolkerade muutuva aktiivsuse abil. Kõnealuses töös jõuti järeldusele, et vasak ajupoolkera, mis seostub lihtsate rutiinsete tegevuste ning töömäluga, on aktiivsem just hommikul. Ent nagu öeldud, ajupoolkerade aktiivsuse seos tunnetusprotsessidega on tänasel päeval veel korralikult kirjeldamata.

3.5.2. VÕIMALIKUD KITSASKOHAD JA SOOVITUSED EDASPIDISEKS

Käesoleva töö nõrgim koht on tõenäoliselt asjaolu, et valim on väike ning ei järgi kuigi täpselt populatsiooni ülesehitust – eriti soolist struktuuri. Ehkki taustaandmete analüüsil ilmnes, et noormeeste ja tütarlaste soorituse vahel puudus märgatav erinevus, tuleks käesolevas uurimistöös tehtud järeldusi kindlasti kontrollida suurema ja populatsiooni ülesehitust paremini järgiva valimiga. Samuti saaks ehk teistsuguste ülesannetega uurida täpsemalt mõne konkreetse töömälu komponendi rolli.

KOKKUVÕTE

Uurimistöe läbiviimise eesmärgiks oli teada saada, millised muutused toimuvad koolipäeva jooksul eri vanuses õpilaste töömälus. Eesmärgi täitmiseks korraldati VII ja XII klassi õpilaste ning II kursuse üliõpilaste seas koolipäeva alguses ja lõpus töömälu hindav katse ning uuriti erinevate taustaandmete seoseid katsetulemustega.

Uurimistöe esimene tööhüpootees oli, et kolme vanuserühma *siseselt* erinevad tulemused töömälu hindavates ülesannetes koolipäeva alguses ja lõpus statistiliselt olulisel määral. See hüpootees sai kummutatud VII ja XII klassi puhul, kinnitatud aga II kursuse üliõpilaste puhul.

Teine tööhüpootees oli, et kolme vanuserühma *omavahelises võrdluses* erinevad tulemused töömälu hindavates ülesannetes koolipäeva alguses ja lõpus statistiliselt olulisel määral. Katse kinnitas seda hüpooteesi. Veel enam, ilmnes huvitav tendents: muutused töömälu toimimises koolipäeva lõikes suurenesid koos vanusega. Kui VII klassi õpilaste kahe soorituse vahel puudus statistiliselt oluline erinevus ($p = 0,992$) ja XII klassi õpilaste hommikune sooritus oli pärastlõunastest parem, kuid mitte statistiliselt olulisel määral ($p = 0,140$), siis II kursuse üliõpilaste hommikused tulemused olid juba statistiliselt oluliselt paremad pärastlõunastest tulemustest ($p = 0,022$). Seoseid katse soorituse ning õpilaste soo, toitumis- ja puhkamisharjumuste vahel ei leitud.

Kuivõrd käesoleva töö läbiviimise eesmärgiks oli uurida vaid ühe õppimisvõime seisukohalt olulise komponendi muutuseid koolipäeva lõikes, ei saa selles tehtud järeldusi laiendada õppimisvõimele laiemalt – mis ei olnud ka töö eesmärgiks. Sellegipoolest usub autor, et sammhaaval õppimisvõime seisukohalt keskse tähtsusega komponentide uurimine võiks anda ühesemaid vastuseid kui komplekssete testide läbiviimine, aidates lõpuks õppimisvõimet kui tervikut paremini mõista.

KASUTATUD MATERJALID

- Ammons, T. L., Booker, J. L., Killmon, C. P. (1995). The effects of time of day on student attention and achievement. University of Virginia (ERIC Document Reproduction Service No. ED 384 592).
- Atkinson, R. C., Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *The psychology of learning and motivation (Volume 2)*. New York: Academic Press. pp. 89–195.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences* 4, 417–423.
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience* 4, 829–839.
- Barron, B. J., Henderson, M. V., Spurgeon, R. (1994). Effects of time of day of instruction on reading achievement of below grade readers. *Reading Improvement* 31, 59–60.
- Biggers, J. L. (1980). Body rhythms, the school day and academic achievement. *Journal of Experimental Education* 49, 45–47.
- Brown, G. D. A., Preece, T., Hulme, C. (2000). Oscillator-based memory for serial order. *Psychological Review* 107, 127–181.
- Carbo, M. (1984). You can identify reading styles and then design a super reading program. *Early Years* 15, 80–83.
- Davis, Z. T. (1987). Effects of time of day of instruction on beginning reading achievement. *Journal of Educational Research* 80, 138–140.
- Folkard, S. (1979). Time of day and level of processing. *Memory & Cognition* 7, 247–252.
- Hanley, J. R., Bakopoulou, E. (2003). Irrelevant speech, articulatory suppression and phonological similarity: a test of the phonological loop model and the feature model. *Psychonomic Bulletin & Review* 10, 435–444.
- Klein, J. (2001). Attention, scholastic achievement and timing of lessons. *Scandinavian Journal of Educational Research* 45, 301–309.
- Logie, R. H., Della Sala, S., Laiacona, M., Chalmers, P., Wynn, V. (1996). Group aggregates and individual reliability: the case of verbal short-term memory. *Memory & Cognition* 24, 305–321.
- Morton, L. L., & Diubaldo, D. (1995). Circadian differences in hemisphere-linked spelling proficiencies. *Journal of Neuroscience* 81, 101–110.
- Natale, V., Lorenzetti, R. (1997). Influences of morningness-eveningness and time of day on narrative comprehension. *Personality and Individual Differences* 23, 685–690.

Perry, S., Dawson, J. (1988). The Secret our body clocks reveal. New York: Rawson Associates. pp. 20–21.

R Development Core Team. (2010). R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.

Zephaniah, T. D. (1987). Effects of time of day of instruction on beginning reading achievement. *Journal of Educational Research* 80, 138–140.

Lisa 1. Andmestik

kood	rühm	sugu	vanus	toit	toit_hommik	toit_lõuna	uni	hommik_arvud	hommik_sõnad	hommik_kujundid	lõuna_arvud	lõuna_sõnad	lõuna_kujundid
6	1	1	13	2	2	1	7	7	6,5	9	9	5	9,5
7	1	1	14	3	2	1	6	4,5	5	7	5,5	5	5
8	1	1	13	3	2	1	6	6,5	6	8,5	7	5	7
9	1	1	13	4	3	1	7	5	5	6	7	6,5	4,5
10	1	1	14	3	2	1	5,2	10	6	5	6	5	4,5
11	1	1	13	4	3	1	9	8	3	7	4	6	6
12	1	2	13	2	2	1	7,5	6	4	6	7	7	5,5
13	1	2	14	4	3	1	6,5	3	6	6	2	6	11
14	1	2	13	4	3	1	6	4,5	7	3,5	0,5	6	2
15	1	2	13	4	2	1	7	4	8	9	5	9	4,5
16	1	2	13	3	1	1	7	6,5	5	6,5	3,5	4	8
17	1	2	14	4	3	1	8	4,5	3,5	2,5	6	5	7
18	1	2	14	4	3	1	8	6	6	4	7	5,5	4,5
19	1	2	14	4	3	1	7	6	9	3	5	6	6
20	1	2	13	4	3	1	8,5	6	6	5	6,5	5,5	8
22	1	2	13	4	3	1	9	3,5	7	4,5	6	6	3
23	1	2	14	1	1	1	6	5	3,5	4	1	2,5	3
24	1	2	14	4	3	1	7	9	4,5	10	6,5	2,5	10
25	1	2	13	3	2	0	7,5	7	5	6,5	4	6	4
26	1	2	13	3	2	1	6,5	3	4	5	6,5	6	6

kood	rühm	sugu	vanus	toit	toit_hommik	toit_lõuna	uni	hommik_arvud	hommik_sõnad	hommik_kujundid	lõuna_arvud	lõuna_sõnad	lõuna_kujundid
27	1	2	13	4	3	1	9	8,5	2,5	5	4	6	3
28	1	1	14	3	2	1	6,5	6	6	6	4	7	6
29	1	2	14	4	2	1	7	7,5	6	6	10	9	8
30	1	2	13	3	3	1	7,5	7,5	9	8,5	10	9	8
31	1	2	13	3	2	1	5	7,5	11	9,5	5	6	5
32	1	2	14	3	2	1	7	7	7	7	9	5	8
33	1	2	13	3	1	1	7	7,5	4	7	5	6	9,5
34	1	2	13	4	3	1	7,5	3,5	7	4	6,5	4	6
35	1	2	13	3	2	1	8	6	3,5	4	2	6	3,5
36	1	1	13	3	2	1	6	8	3,5	8	10	8	8,5
37	1	1	13	4	3	1	7,5	6,5	9,5	6	7,5	4,5	11
38	1	2	13	3	2	1	6	4,5	2	6	3,5	6	5
39	2	2	18	4	3	1	7	7,5	9	6	6	4,5	6,5
40	2	2	18	3	2	1	5,3	9,5	9	6	5	8	8
41	2	2	18	4	3	1	8	6,5	5	7	3,5	10	6,5
42	2	1	18	2	1	1	7	5	8	4,5	4	7	8
43	2	2	18	4	3	1	4	9	10	7	11	9,5	10
44	2	1	18	4	3	1	5	5,5	10,5	7,5	2	7	5,5
45	2	1	19	4	3	1	5,3	6	6	6,5	7,5	6	9,5
47	2	1	18	3	2	1	8	8	6	10	6	3	7
48	2	1	18	2	2	1	6	8	9	10	5,5	8	7
49	2	2	19	4	2	1	5	5	5,5	4,5	5,5	8	7
50	2	1	19	1	1	0	5,5	8	7	10,5	4,5	6	7,5
51	2	2	18	4	2	1	6	10	9	9	12	3	9
52	2	2	18	4	3	1	5,5	4	5	6	1	3	5,5
53	2	2	19	2	2	1	7	7	6,5	5	7,5	7	6
54	2	2	18	4	2	1	8	6	6	7	6	10	7
55	2	2	18	4	3	1	7,5	5,5	6	4	9	6	5,5
56	2	1	18	2	2	0	8	3,5	1	5	3	3,5	6,5
60	2	2	18	1	2	1	5,3	8	9	10	9	9	12
61	2	1	19	2	2	1	5	6	7	5,5	7,5	10	11
62	2	1	18	3	2	1	7,5	8	12	10	6,5	8	8
63	2	2	18	3	2	1	6,5	5,5	10	11	7,5	5	8
64	2	2	18	3	2	1	7	11	10	11	8	7	11

kood	rühm	sugu	vanus	toit	toit_hommik	toit_lõuna	uni	hommik_arvud	hommik_sõnad	hommik_kujundid	lõuna_arvud	lõuna_sõnad	lõuna_kujundid
76	2	2	18	2	1	1	7	7	6	7	2	6	6
82	3	1	20	3	2	1	7	7,5	8	10,5	7	8	7
83	3	1	19	3	1	0	7	9	5,5	8,5	7,5	7	3
85	3	1	21	4	3	1	6,7	7	9	5	8	8	1,5
86	3	1	20	4	3	1	8	9	9	10	9	7	3,5
87	3	1	20	4	3	0	8	8	5	5	6	6	5
91	3	1	19	4	3	1	6,5	9	9	12	7,5	7	11
92	3	1	20	4	3	0	6	5	5	6	5	4	3
93	3	1	20	4	3	1	7	4,5	4,5	5,5	7	7	5,5
94	3	1	20	4	3	1	6	4,5	4	4,5	5	5,5	1,5
95	3	1	20	4	3	0	6	6,5	6	8,5	4,5	2	2
97	3	2	21	4	3	0	8	5	4	7	7	3	3
98	3	1	20	4	3	1	6	5	5	7,5	0	3	2,5
104	3	1	20	4	3	1	7	5	5	6,5	5	5	4
105	3	2	20	3	2	1	6	10,5	5	3,5	3,5	3	7,5
107	3	1	20	3	2	0	6	5	5	5	6	5	8
108	3	1	20	4	3	1	7,3	9	11	7	7	5	6
110	3	1	20	3	2	1	7	0,5	5	4,5	5	5,5	7
111	3	2	22	4	3	1	8	7	8	5	5	6	6
120	3	1	21	4	3	1	7	8	6	6,5	7	5	5,5
121	3	1	20	4	1	1	6	5	8	9	11	7	8,5
122	3	1	20	4	2	1	8	9,5	9	8	9	8	8
123	3	1	19	4	3	1	6	3	7	3	4	4	6,5
124	3	1	20	4	3	1	8	9	5,5	6	5	5	5,5
126	3	1	20	4	3	1	7,5	6,5	5	3,5	5	6	2,5
127	3	2	20	3	3	1	6	3	3	8	7	1,5	6
128	3	1	21	2	2	1	4	6	6	10	9	12	6
129	3	1	20	3	2	1	12	5,5	7,5	11,5	7	3,5	3,5

Lisa 2. Katse I osa 1.–3. ülesande täitmata vastuselehed

18

1.1

	1		
			11
8			
		15	

18

1.2

	tasku		
		peegel	
			hernes
foto			

18

1.3

			K
		#	
H			
	ç		

Lisa 3. Katse I osa 1.–3. ülesande täidetud vastuselehed

18

1.1

12	1	14	6
2	3	13	11
8	16	5	10
4	7	15	9

18

1.2

kass	tasku	kummut	laul
vari	tahvel	peegel	sahin
kinnas	asfalt	kumerus	hernes
foto	loogika	rahe	kook

18

1.3

A	I	C	K
G	'	#	\$
H	B	±	-
‰	ç	2	E

Lisa 4. Katse I osa 4. ülesande täitmata vastuseleht

18

1.4

Sugu

- g Mees
- g Naine

Vanus

_____aastat

Kas tavaliselt sööd hommikuti?

- Jah, söön kõhu korralikult täis
- Jah, söön veidi
- Söön nii, kuidas juhtub
- Ei söö

Kas täna hommikul sõid?

- Jah, sõin kõhu korralikult täis
- Jah, sõin veidi
- Ei sõõnud

Kui palju oled viimasel kolmel ööl keskmiselt maganud?

_____tundi

Lisa 5. Katse II osa 1.–3. ülesande täitmata vastuselehed

18

2.1

			5
11			
		12	
	10		

18

2.2

keel			
			vagun
		maantee	
	raamat		

18

2.3

		'	
	G		

			H
±			

Kas oled vahepeal midagi söönud?

g Jah

g Ei

Lisa 6. Katse II osa 1.–3. ülesande täidetud vastuselehed

18

2.1

1	16	4	5
11	7	3	14
15	9	12	2
6	10	8	13

18

2.2

keel	kardin	säde	flööt
rütm	mulje	klaas	vagun
kirves	kapsas	maantee	mõte
padi	raamat	otsmik	mudel

18

2.3

#	2	'	E
ç	G	A	Ş

-	B	%	H
±	C	I	K

Kas oled vahepeal midagi söönud?

g Jah

g Ei

Lühikokkuvõte

Muutused eri vanuses õpilaste töömälus koolipäeva jooksul

Seni on õppimisvõime uurimisel kasutatud kompleksseid teste, mille sooritamine nõuab erinevate tunnetusprotsesside koostööd. Et sellisel teel on saadud üksteisele vasturääkivaid tulemusi, otsustas autor keskenduda esimesele „pudelikaelale“ informatsiooni liikumisel ajus – töömälule. Uurimistöö eesmärgiks oli uurida, millised muutused toimuvad koolipäeva jooksul eri vanuses õpilaste töömälus. Eesmärgi täitmiseks korraldati VII ja XII klassi õpilaste ning II kursuse üliõpilaste seas koolipäeva alguses ja lõpus töömälu hindav katse. Uuriti ka taustaandmete seoseid tulemustega. Analüüsi käigus joonistus välja põnev tendents: vanuse kasvades suurenes muutus töömälu toimimises koolipäeva lõikes. Kui VII klassi õpilaste kahe soorituse vahel puudus statistiliselt oluline erinevus ($p = 0,992$) ja XII klassi õpilaste hommikune sooritus oli pärastlõunasest parem, kuid mitte statistiliselt olulisel määral ($p = 0,140$), siis II kursuse üliõpilaste hommikused tulemused olid juba statistiliselt oluliselt paremad pärastlõunastest tulemustest ($p = 0,022$). Ehkki käesolev töö ei anna konkreetset vastust küsimusele, millised muutused leiavad õppimisvõime osas aset koolipäeva lõikes, heidab see siiski valgust muutustele töömälus, mis mängib õppimises üht võtmerolli.