



# **Orðlengdarhrifin í íslensku í ljósi kenningar Baddeleys um vinnsluminni**

Guðmundur D. Haraldsson

**Lokaverkefni til BS-gráðu  
Háskóli Íslands  
Heilbrigðisvísindasvið**



**HÁSKÓLI ÍSLANDS**

# **Orðlengdarhrifin í íslensku í ljósi kenningar Baddeleys um vinnsluminni**

Guðmundur D. Haraldsson

Lokaverkefni til BS-gráðu í sálfræði

Leiðbeinandi: Jörgen L. Pind

Sálfræðideild

Heilbrigðisvísindasvið Háskóla Íslands

Janúar 2010

©Guðmundur D. Haraldsson, 2010.

Þetta ritverk má afrita samkvæmt skilmálum Creative Commons. Fullt leyfi er gefið hverjum sem er til að vitna í verkið.



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

## Efnisyfirlit

<b>Úrdráttur</b>	<b>4</b>
<b>Inngangur</b>	<b>5</b>
Þrískipting minnis? . . . . .	5
Rök fyrir tvískiptingu minnis . . . . .	8
Líkan Alan Baddeley um vinnsluminni . . . . .	14
Skissutafla . . . . .	14
Stýribúnaður . . . . .	14
Bindistöð . . . . .	15
Hljóðkerfislykkja . . . . .	15
Hljóðmyndunarbæling . . . . .	16
Hljóðlíkingarhrif . . . . .	16
Orðlengdarhrif . . . . .	17
Orðtíðni og aðrir áhrifavaldar í upprifjun . . . . .	23
Um þessa rannsókn . . . . .	25
<b>Aðferð</b>	<b>26</b>
Þátttakendur . . . . .	26

Áreiti . . . . .	26
Tækjabúnaður . . . . .	28
Rannsóknarsnið . . . . .	28
Framkvæmd . . . . .	29
Tilgátur (1) og (2) . . . . .	29
Framburðarmælingar . . . . .	31
Eftirvinnsla . . . . .	32
Framburðarmælingar . . . . .	32
<b>Niðurstöður</b>	<b>33</b>
Framburðarmælingar . . . . .	33
Tilgátur (1) og (2) . . . . .	34
Meira um tilgátu (1) . . . . .	38
Framburðartími upprifjaðra orða . . . . .	39
Önnur atriði . . . . .	39
<b>Umræður</b>	<b>40</b>
Tilgáta (1) . . . . .	40
Tilgáta (2) . . . . .	42
Rýmd lykkjunnar? . . . . .	42
Um niðurstöðurnar . . . . .	43
<b>Heimildir</b>	<b>45</b>
<b>Viðauki A</b>	<b>49</b>

Kenning Alans Baddeley um vinnsluminni gerir m.a. ráð fyrir hljóðkerfislykkju (*phonological loop*) sem hefur þann eiginleika að geyma yrt efni í hljóðrænu formi. Gert er ráð fyrir því að minnisatriði dofni ef þeim er ekki viðhaldið með endurtekningu. Einnig að rýmd hins yrta vinnsluminnis ráðist af lengd minnisatriðanna (orðlengdarhrif; *word-length effect*). Síðastnefnda atriðið hefur verið umdeilt og ekki tekist að sýna fram á orðlengdarhrif í öllum rannsóknum. Hefur því meðal annars verið haldið fram að orðlengdarhrifin komi aðeins fram í hinum upphaflegu orðalistum Baddeleys. Var ákveðið að ráðast í prófun á þessu með íslenskum þátttakendum og íslenskum orðalistum. Rannsóknin er í megindráttum endurtekning á klassískri rannsókn Alan Baddeley og féлага frá 1975.

Tuttugu þátttakendur fóru hver um sig í gegnum 18 umferðir. Hver umferð samanstóð af því að fimm orð voru birt á tölvuskjá eða spiluð í heyrnartólum ásamt upprifjun. Orðin voru ýmist eins, þriggja eða fimm atkvæða. Birtingarmáti var alltaf sá sami innan umferðar sem og atkvæðafjöldi. Framburðartími orðanna var og mældur.

Greinileg orðlengdarhrif komu fram; þátttakendur mundu frekar einkvæð orð en fimmkvæð orð, þríkvæð orð voru á milli. Skemmri tíma tók að bera fram einkvæð orð en fimmkvæð, aftur voru þríkvæðu orðin á milli. Fylgni milli heildarframburðartíma orða í umferð og upprifjunar var neikvæð og miðlungs-sterk. Þátttakendur mundu frekar orð þegar þau voru spiluð hljóðrænt. Engin samvirkni var á milli orðlengdar og birtingarforms.

Orðlengdarhrifin hér styðja þá kenningu Baddeleys að vinnsluminni sé m.a. uppbyggt af lykkju sem getur geymt orð hljóðrænt og að rými hennar sé háð orðlengd. Tilgáta var sett fram um hví auðveldara reynist að rifja upp orð spiluð hljóðrænt.

Flestir geta séð sig í þeim sporum að þurfa að muna eitthvað í skamman tíma, t.d. bílnúmer. Þeir vita jafnframt að ef þeir gera eitthvað, á milli þess að þeir læra númerið og reyna að rifja það upp, t.d. muna heimilisfang, muni það sem þeir lærðu fyrst líklega gleymast. Jafnframt vita þeir að ef maður þylur það ekki yfir sem maður ætlar að muna, mun það gleymast hratt.

Hugmyndir um vinnsluminni (*working memory*) voru meðal annars settar fram til að skýra þessa upplifun fólks - upplifun sem er vel staðfest með mælingum í tilraunastofum (Neath og Surprenant, 2003, bls. 43-95). Eitt þekktasta líkan um vinnsluminni, líkan sem er kennt við Alan Baddeley, oft einan en gjarnan einnig við Graham Hitch, er umfjöllunarefni þessarar ritgerðar; en þó einkum sá hluti líkansins sem er nefndur hljóðkerfislykkja (*phonological loop*) og þau rök sem eru aðallega nefnd lykkjunni til stuðnings - orðlengdarhrifin (*word-length effect*).

### ***Þrískipting minnis?***

Minni hefur gjarnan verið skipt í þrjú aðskilin kerfi, eftir geymslutíma og starfsemi: Skynminni (*sensory memory*), skammtímaminni (*short-term*

*memory*) og langtímaminni (*long-term memory*). Hvert hugtak vísar til ákveðinna almennra hugmynda um minniskerfi, en margar kenningar og líkön fjalla svo ítarlegar um starfsemi hvers kerfis; líkan Alans Baddeleys er eitt þeirra.

Skynminni er samkvæmt skiptingunni minniskerfi þar sem hreinar skynupplýsingar frá eyrum eða augum eru geymdar í örstutta stund (nokkur hundruð millisekúndur), eftir að áreitið sem kveikti skynjunina er horfið. Í þessa stuttu stund er hægt að ná upplýsingum úr þessu minniskerfi, áður en þær hverfa alveg. Skammtímaminni er kerfi sem talið er geta geymt upplýsingar hljóðrænt (og, að mati sumra, myndrænt) í nokkuð lengri tíma, jafnvel í margar mínútur, ef fólk fær að einbeita sér í friði. Hins vegar gleymist það hratt sem er í kerfinu, ef truflun á sér stað. Rýmdin er einnig takmörkuð. Þriðja kerfið er svo langtímaminni, minniskerfi sem getur geymt upplýsingar mjög lengi, áratugi jafnvel, í margs konar formi. Ólíkt skynminni og skammtímaminni, er langtímaminni talið geta geymt svo gott sem endalaust magn upplýsinga. Nákvæmar hugmyndir um eðli geymslu í langtímaminni eru margar og umdeildar. Yfirleitt er gert ráð fyrir að þessi kerfi séu aðskilin, en oft er gert ráð fyrir einhverjum samskiptum milli þeirra (Neath og Surprenant, 2003, bls., 21, 43-44, 223-224; Baddeley, Eysenck og Anderson, 2009, bls. 1-10).

Þessi þrjú kerfi eru sem sagt talin vera aðskilin og ólík þegar kemur að geymslurými, geymslumáta og geymslutíma - en líka t.d. hvað varðar ferla sem starfa innan hvers kerfis. Innan skammtímaminnis gera menn yfirleitt ráð fyrir ferli sem getur frískað upp á það sem er geymt í kerfinu (*rehearsal*) - en menn gera ekki ráð fyrir slíku í langtímaminni.



Hugtökin *skammtímaminni* og *vinnsluminni* vísa yfirleitt (í grunnatriðum) til sams konar kerfis og hér var lýst. Þó eru undantekningar á, eins og fjallað verður um síðar. Helsti munurinn á hugtökunum er að innifalið í hugtakinu *vinnsluminni* er sú hugmynd að minniskerfið ráði við ýmis konar aðgerðir (*operations*), t.d. umbreytingar og úrvinnslu, og að þetta kerfi sé mjög virkt í allri hugsun (sbr. *vinnsluminni*). Hugtakið *skammtímaminni* felur þetta yfirleitt ekki í sér, heldur felur það í sér meiri áherslu á *geymslu* en ferla (Baddeley, 2002; Neath og Surprenant, 2003, bls. 43-70).

Hugtakið *skynminni* er umdeilt - sumir hafa fellt kenningar um það inn í *vinnsluminniskenningar* (Neath og Surprenant, 2003) - hér verður þó alveg litið hjá þessu kerfi, því það skiptir ekki máli í umfjöllun um efnið sem hér er til umræðu.

Áður en lengra er haldið er rétt að taka fram, að öll umfjöllun um langtímaminni mun gera grein fyrir ljósu minni (*explicit memory*), en það er minniskerfi sem er talið ábyrgt fyrir því að fólk man atburði, staðreyndir, runur og svo framvegis meðvitað í lengri tíma. Þetta minniskerfi er aðskilið frá duldu minni (*implicit memory*), sem er minniskerfi sem fólk hefur ekki vitund um, t.d. er það talið ábyrgt fyrir námi á fínhreyfingum (sjá nánar í Neath og Surprenant, 2003, bls. 139-162). Héðan í frá mun öll umfjöllun um langtímaminni sem sagt miðast við hugmyndir um þetta ljósa minni, en það verður þó ekki endilega tekið fram hverju sinni.

### *Rök fyrir tvískiptingu minnis*

Skipting í tvenns konar ólík kerfi - skammtímaminni og langtímaminni - hefur oft verið rökstudd með þrenns konar rökum<sup>1</sup>: (1) Niðurstöðum tilrauna þar sem frjáls upprifjun var notuð; (2) niðurstöðum rannsókna sem benda til að til skamms tíma séu upplýsingar geymdar hljóðrænt og þær geti ruglast ef hljóðin eru lík; geymsla til lengri tíma sé hins vegar merkingarbær; (3) fólk sem verður fyrir skaða á miðlægu gagnaugablaði (*medial temporal lobe*) í heila, getur ekki myndað minningar um atburði úr lífinu sínu eftir skaðann, en minni til skamms tíma virðist vera í lagi, t.d. getur það munað stuttan lista af tölustöfum eins og heilbriggt fólk. Einnig, ef skaði verður á öðru svæði í heila - en ekki á miðlægu gagnaugablaði - á fólk t.d. erfitt með að muna stuttan lista af tölustöfum, en til lengri tíma virðist minnið vera eðlilegt (Baddeley, 2000, 2007). Verður nú fjallað um þessi rök, hver fyrir sig.

(1) Í tilraunum þar sem heilbrigðir einstaklingar eru beðnir um að leggja á minnið lista af orðum, sem þeir mega svo rifja upp í hvaða röð sem er (frjáls upprifjun; *free recall*), kemur fram tvenns konar mynstur: Fólk man síðustu orðin í listanum mjög vel (nándarhrif; *recency effect*), orðin í miðjum listanum mjög illa, en fyrstu orðin í listanum ágætlega (frumhrif; *primacy effect*) - þó verr en síðustu orðin (sjá t.d. bls. 17 í Bower, 2000).

Frum- og nándarhrifin hafa oft verið skýrð þannig að frumhrifin séu komin til vegna flutnings í langtímaminni - þau orð sem fyrst voru á listanum hafi verið rifjuð upp úr langtímaminni (og hafi verið horfin úr skamm-

---

<sup>1</sup>Þessi rök eru höfð að mestu eftir Baddeley, en þau eru þó notuð af mun fleirum (sjá í Ranganath og Blumenfeld, 2005; Nee, Berman, Moore og Jonides, 2008).

tímaminni), en orðin aftast á listanum hafi verið rifjuð upp úr skammtíma-  
minni (Baddeley, 2000, 2007). Frekari rannsóknir hafa leitt í ljós að það að  
lengja tímann sem þátttakendur hafa til að læra hvert orð, hefur *einungis*  
áhrif á frumhrifin - þau verða sterkari, fólk man fleiri orð; og hefur það  
verið skýrt með því að festing hvers orðs í langtímaminni verður betri.  
Hins vegar, ef upprifjun er seinkað, hefur það ekki áhrif á frumhrifin, en  
nándarhrifin hverfa og hefur skýringin oft verið talin sú að seinkunin hef-  
ur ekki áhrif á orðin í langtímaminni, en gleymaska í skammtíaminni sé  
hröð og því verða engin orð þar þegar kemur að upprifjun (Neath og Sur-  
prenant, 2003).

Alls ekki er víst að þetta sé svo einfalt; frekari rannsóknir og á frum- og  
nándarhrifunum hafa leitt í ljós að nándarhrifin koma fram ef fólk er látið  
gera eitthvað milli þess sem það lærir hvert orð af listanum - t.d. læra sjö  
orða lista (Neath og Surprenant, 2003, bls. 60-66). Þetta er harla erfitt að  
skýra með sams konar hugmyndum og áður voru nefndar; þ.e. að nánd-  
arhrifin séu komin til vegna upprifjunar úr skammtíaminni. Vegna þess  
að samkvæmt hugmyndum um skammtíaminni ættu orðin - sem fólki  
tókst að rifja upp - að vera horfin úr skammtíaminni, því verkefnið sem  
fólk leysir inn á milli ætti að ryðja þeim brott úr skammtíaminni, vegna  
þess hve skammtíaminni er rúmlítið. Enn er deilt um hvað nákvæmlega  
er á seyði í tilraunum sem þessum (Neath og Surprenant, 2003; Nee o.fl.,  
2008).

(2) Baddeley (1966a, 1966b) uppgötvaði að ef fólk er beðið um að leggja  
á minnið lista af orðum og rifja þau svo strax upp í réttri röð (*serial recall*),  
getur það síður munað þau orð sem hljóma líkt - en slíkt gerist ekki með

orð sem eru *merkingarlega lík*. Hins vegar ef upprifjun er seinkað, kemur akkúrat öfugt mynstur fram. Jafnframt hafa rannsóknir á frum- og nándarhrifunum leitt í ljós að hljóðræn áhrif er að finna í nándarhrifunum, en merkingarbær áhrif í frumhrifunum. Einnig hefur komið í ljós að þegar fólk er beðið um að leggja stafarunur á minnið - og það svo beðið um að rifja þær strax upp - er hættu á að fólk rifji ranglega upp stafi sem hljóma líkt (t.d. B í staðinn fyrir P; Baddeley, 2000). Þetta eru hin svonefndu hljóðlíkingarhrif (*phonological similarity effect*; Neath og Surprenant, 2003, bls. 70).

Þetta hafa menn skýrt með þeirri hugmynd að skammtímaminni sé hljóðrænt og að hinir hljóðrænu eiginleikar þess geri það að verkum að innihald þess ruglast eftir hljóðum, en langtímaminni sé aftur á móti merkingarbært. Seinni tíma rannsóknir hafa þó sýnt að þetta er kannski ekki alveg rétt, merkingarbær áhrif er að finna þegar fólk rifjar strax upp lista af orðum, t.d. er auðveldara að rifja upp orð sem vísa til hluta (t.d. eins og borð) en orð sem vísa til hugmynda (t.d. kapítalismi; Walker og Hulme, 1999).

(3) Einstaklingar sem hljóta víðtækan heilaskaða á miðlægu gagnauga-blaði (*medial temporal lobe*) og þar með drekasvæði (*hippocampal formation*), missa nær undantekningarlaust hæfileikann til að þróa með sér minningar um eigið líf, stundum tapa þessir einstaklingar líka hæfileikanum til að læra ný hugtök (eða þegar gömul hugtök breyta um merkingu), en það er þó ekki jafn algengt. Þetta sama fólk stendur sig jafn vel og heilbrigðir á verkefnum þar sem þarf að muna eitthvað í skamman tíma<sup>2</sup> (t.d. muna

---

<sup>2</sup>Eitt þekktasta sjúkdómstilfelli innan sálfræðinnar, H.M., var einmitt með þessi ein-

runur af bókstöfum eða tölum; Spiers, Maguire og Burgess, 2001).

Í rannsókn Baddeley og Warrington (1970) kom í ljós að fólk með sömu einkenni og voru talin upp hér að ofan - fólk haldið Korsakoff-heilkenninu<sup>3</sup> - sýndi sömu nándarhrif og heilbrigðir, en frumhrifin voru óeðlileg - nánast ekki til staðar. Þetta skýrðu Baddeley og Warrington þannig að skammtímaminnið væri í lagi, en langtímaminnið ekki - því komu frumhrif ekki fram, en nándarhrif voru eðlileg. Jafnframt stóð þetta fólk sig eins og heilbrigðir á Brown-Peterson verkefninu, en það verkefni felst í að fólk leggur á minnið þrjá bókstafi, svo sér það þriggja stafa tölu sem það á að telja niður frá í ákveðinn tíma. Því næst á það að rifja stafarununa upp í réttri röð. Þetta ferli er svo endurtekið nokkrum sinnum. Hjá heilbrigðum gerist það að eftir því sem þeir telja lengur niður, því minna geta þeir rifjað upp af bókstöfum. Þessir einstaklingar stóðu sig sem sagt jafn vel og heilbrigðir. Talið er að skammtímaminni eigi stærstan þátt í frammistöðu á Brown-Peterson verkefninu (Baddeley, 2000, Neath og Surprenant, 2003, bls. 48).

Nokkur tilfelli hafa komið fram um nákvæmlega öfuga gerð af minnisstoli; minni til langs tíma er eðlilegt, en til skamms tíma ekki. Í þessum tilfellum hefur minnisstolið komið fram vegna áverka á vinstri *perisylvian cortex*. Shallice og Warrington (1970) rannsökuðu nokkur slík tilfelli. Í þeim rannsóknum komu ekki fram nándarhrif, en frumhrif voru eðlileg; frammistaða á Brown-Peterson verkefninu var slök og jafnframt stóð þetta

---

kenni. Hans tilvik var mikið rannsakað (sjá Corkin, 2002; Scoville og Milner, 1957)

<sup>3</sup>Alls ekki er þó víst að um sams konar heilaskemmd hafi verið að ræða, í rannsókn Baddeley og Warrington (1970) var umfang og eðli heilskemmda þessa fólks var ekki könnuð.

fólk sig illa á verkefnum þar sem þurfti að muna runur af bókstöfum. Hafa þeir í huga að þekkt tilfelli eru fá, mun færri en af þeirri gerð minnisstols sem áður var lýst (Ranganath og Blumenfeld, 2005).

Af þessu hafa menn dregið þá ályktun að til séu tvö aðskilin minniskerfi sem hafi ólíkar aðferðir til skráningar og geymslu - og starfi óháð hvoru öðru að einhverju leyti: Skammtímaminni og langtímaminni. Langtímaminniskerfið sé háð miðlæga gagnaugablaðinu til að virka rétt; einkum sé það hlutverk þessa kerfis að vinna úr minningum og vista til lengri tíma (Smith og Kosslyn, 2007, bls. 211). Skammtímaminniskerfið hins vegar geti virkað óháð langtímaminni að *einhverju leyti* - t.d. geti gagnaugablaðið verið skemmt og skráning í geymslu til langs tíma (þ.e., langtímaminni) líka, en skráning í skammtímaminni í fullkomnu lagi.

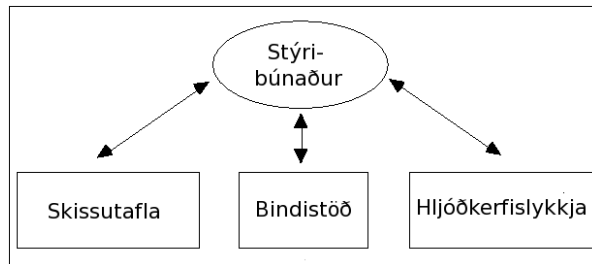
Ekki er þó víst að þetta sé svo einfalt. Minnisverkefni sem eru lögð fyrir fólk með minnistap eru mjög fábreytileg og er yfirleitt aldrei um að ræða að fólk eigi að læra eitthvað nýtt í þeim (t.d. mynstur eða bullorð; Ranganath og Blumenfeld, 2005). Eitthvað alveg nýtt gæti komið í ljós, ef það yrði gert. Rannsóknir á fólki með skemmdir á gagnaugablaði hafa líka sýnt að truflanir koma fram í verkefnum sem venjulega eru talin reyna á skammtímaminni (Ranganath og Blumenfeld, 2005).

Fleiri rök hafa verið tínd til, ýmist til að rökstyðja skiptinguna eða grafa undan henni. Rökin að ofan eru þó þau helstu sem notuð hafa verið. Hafa margir talið að rök (1), (2) og (3) - að undanskildum mótrökunum - gefi sterklega til kynna að um tvö, ólík kerfi sé að ræða, og að hér sé um að ræða tvöfalda aðgreiningu kerfa (*double dissociation*).

Raunar eru ekki allir sammála þessari tvískiptingu og um hana hafa

staðið deilur undanfarna áratugi (Baddeley, 2007) sem standa raunar enn (Ranganath og Blumenfeld, 2005; Nee o.fl., 2008). Ýmsar kenningar og líkön gera þó ráð fyrir skiptingunni, eins og líkan Baddeley (2002, 2003, 2007) gerir - og notar hann sjálfur ofangreind rök fyrir tvískiptingunni. Líkanið gerir ráð fyrir að vinnsluminni (skammtímaminni) sé aðgreinanlegt frá langtímaminni, þegar kemur að geymslurými, hvernig geymslan er í eðli sínu, og að ferlarnir sem starfi í vinnsluminni séu ólíkir þeim sem starfa í langtímaminni. Ein kenning sem gerir *ekki* ráð fyrir skiptingunni er vinnsluminniskenning Nelson Cowan, sem gerir beinlínis ráð fyrir því að vinnsluminni og langtímaminni séu *eitt og sama kerfið*, vinnsluminni sé einungis meiri virkni á tilteknu svæði langtímaminnis (sjá nánar bls. 79 í Neath og Surprenant, 2003). Hér verður ekki tekin afstaða til tvískiptingarinnar, en aðgreining milli vinnsluminnis og langtímaminnis verður gerð hér, í anda Baddeley - þó með þeim fyrirvara að röksemdirnar fyrir aðgreiningunni séu ekki ótvíræðar, eins og ljóst má vera af umfjölluninni að ofan. Taka ber aðgreiningunni með varúð.

Lesanda má af lesningunni vera ljóst, að jafnvel þótt skammtímaminni og langtímaminni séu til, er engan veginn greinilegt nákvæmlega hvenær ákveðin verkefni reyna á langtímaminni og hvenær á skammtímaminni; ef maður rifjar upp 10 orða lista, eru öll orðin upprifuð úr skammtímaminni? Um þetta er ekki vitað.



Mynd 1. Líkan Alan Baddeley um vinnsluminni. Á myndinni má sjá hvernig Baddeley hefur hugsað sér tengsl einstakra hluta líkansins við hvor aðra. Mynd úr Baddeley (2002), staðfærð og þýdd af höfundi.

### *Líkan Alan Baddeley um vinnsluminni*

Alan Baddeley setti fram líkan sitt um vinnsluminni, í félagi við Graham Hitch, árið 1974. Líkanið, nokkuð breytt síðan þá, felur í sér að vinnsluminni er skipt í fjóra sjálfstæða hluta sem þó vinna saman (Baddeley, 2007). Á mynd 1 má sjá þá uppbyggingu á vinnsluminni sem Baddeley leggur til. Aðaláhersla hér verður lögð á hljóðkerfislykkjuna (*phonological loop*) og verður því fjallað mest um hana, lítið verður fjallað um hin kerfin þrjú, skissutöflu (*visuospatial sketchpad*), bindistöð (*episodic buffer*) og stýri-búnað (*central executive*).

*Skissutaflan* samkvæmt Baddeley (2002, 2003) er kerfi sem getur geymt rýmdarupplýsingar um það sem fólk hefur verið að horfa á, í takmarkaðan tíma. Jafnframt á að vera ferli sem viðheldur upplýsingunum svo þær tapist ekki. Til dæmis getur kerfið geymt upplýsingar um innbyrðis stöðu hluta, hve langt er á milli tveggja glasa á borði, sem dæmi, auk upplýsinga um lit þeirra.

*Stýribúnaðurinn* er kerfi sem sér um að stjórna athygli fólks og sjá til þess að réttar aðferðir séu notaðar til að leysa vandamál sem viðkomandi



er að fást við hverju sinni. Kerfið ákveður hvaða leið skal nota til að leysa verkefni og sér um að velja aðra ef illa gengur. Til dæmis getur kerfið hlutast fyrir um hvaða leiðir eru valdar til að keyra á milli staða (sjá nánar í Baddeley, 2002, 2003).

*Bindistöðin* er kerfi sem sér um að binda saman upplýsingar frá hljóðkerfislykkjunni, stýribúnaðnum og skissutöflunni í eina heild. Þannig er hægt að binda saman ólíkar upplýsingar og mynda eina heild (Baddeley, 2007, bls. 148).

*Hljóðkerfislykkjan* er samkvæmt Baddeley (2002, 2003, 2007) uppbyggð af geymslu (*phonological store*) og ferli sem frískar upp á það sem er í geymslunni hverju sinni (endurtekningarferli; *articulatory rehearsal mechanism*). Í geymslunni er innihaldið vistað í hljóðrænu formi (*phonological*) sem dofna á nokkrum sekúndum (1-2 sekúndum) ef ekki er frískað upp á það. Innihaldið getur t.d. verið táknun á orðum, stöfum og fleiru. Endurtekningarferlið, segir Baddeley, tekur jafn langan tíma og tekur fyrir viðkomandi að segja upphátt það sem verið er að fríska upp á hverju sinni - og það gerir það að verkum að fólk á erfitt með að muna t.d. orðalista sem er 10 orða: Um leið og endurtekningarferlið hefur farið yfir síðasta orðið í geymslunni er fyrsta búið að dofna það mikið að það sé ekki hægt að fríska upp á það (og þar með rifja það upp úr geymslunni síðar). Misjafnt sé milli fólks hve hratt dofnun á sér stað og hve hratt endurtekningarferlið vinni<sup>4</sup>. Jafnframt segir Baddeley að endurtekningarferlið sé náskyld því að þylja yfir í hljóði - en sé þó ekki það sama heldur

---

<sup>4</sup>Mesti hraði sem endurtekningarferlið getur unnið á, hlýtur þó að vera jafn mikill og sem nemur hraðasta framburði fólks.

stjórnir það því þegar fólk þylur yfir í hljóði. Það að þylja yfir í hljóði sé svipað og að þylja yfir upphátt.

Baddeley (2003) segir að lykkjan taki við gögnum ýmist sjónrænt eða hljóðrænt. Hann segir ekki hvaða kerfi veiti sjónrænu og myndrænu gögnunum inn í lykkjuna, en *uppruninn* er að sjálfsgöðu alltaf frá augum og eyrum. Hljóðræn gögn (þ.e., stafir, orð, jafnvel tónar) að hans sögn eiga alltaf beinan aðgang að geymslu lykkjunnar, en myndrænum gögnum þarf að umbreyta fyrst í hljóðræn áður en þau komist inn í geymsluna og um það sjái endurtekningarferlið. Þetta ferli gegni sem sagt tveimur hlutverkum.

Kenningin um hljóðkerfislykkjuna var sett fram, til að skýra þrenns konar mynstur sem komið hafa fram í tilraunum: Áhrif hljóðmyndunarbælingar, hljóðlíkingarhrifin og orðlengdarhrifin. Hljóðkerfislykkjan er líka studd með rannsóknum á fólki sem hefur hlotið heilaskaða (Baddeley, 2002, 2003).

*Hljóðmyndunarbæling* (*articulatory suppression*) er þegar þátttakandi í tilraun segir eitthvað orð (t.d. *the* ef viðkomandi hefur ensku fyrir móðurmál og tilraunin er gerð með enskum orðum) allan tímann meðan hann lærir einhvern fjölda orða. Það sem gerist, almennt, ef hljóðmyndunarbælingu er beitt í tilraun, er að fólk man mun *færri* orð, en ef henni er ekki beitt. Hljóðmyndunarbæling hefur þó meiri áhrif séu orð birt myndrænt en ef þau eru spiluð hljóðrænt - fólk man mun minna. Baddeley (2000) skýrir þetta þannig að orðin - sem hljóð - komist beint inn í geymsluna ef þau eru spiluð hljóðrænt, hins vegar ef þau eru birt myndrænt þurfi endurtekningarferlið að umbreyta orðunum, en það sé upptekið vegna bælingarinnar.

*Hljóðlíkingarhrifin* eins og rætt var um áður (bls. 10), einkennast af því

að orðum eða stöfum er ruglað saman í upprifjun á orðalistum, eftir því hvernig orðin eða stafirnir hljóma. Baddeley (2002, 2003) segir þessa staðreynd styðja þá skoðun sína, að geymsla í lykkjunni sé hljóðræn. Hvernig nákvæmlega ruglingurinn á sér stað hefur Baddeley ekki tiltekið í kenningunni. Hljóðlíkingarhrifin koma fram hvort sem orðin eða stafirnir sem þátttakendur læra eru spilaðir hljóðrænt eða birtir myndrænt. Ef þátttakendur beita hljóðmyndunarbælingu á meðan orð eru birt myndrænt, gerist það að hljóðlíkingarhrifin hverfa, en þau koma fram ef þau eru spiluð hljóðrænt þrátt fyrir hljóðmyndunarbælingu (Neath og Surprenant, 2003, bls. 70-71). Þetta telur Baddeley styðja þá hugmynd sína að endurtekningarferlið sjái um skráningu þegar birting er myndræn - ferlið sé upptekið vegna þess að hljóðmyndunarbæling sé í gangi, því komist orðin ekki inn í geymsluna og engin hljóðlíkingarhrif komi fram. Hins vegar, ef orðin eru spiluð þurfi ekki endurtekningarferlið til, því hljóðin komist beint inn í geymsluna (Baddeley, 2002, 2003).

*Orðlengdarhrif* nefnist það fyrirbrigði að fólk man síður lista af orðum ef orðin taka hvert um sig lengri tíma í framburði, samanborið við jafn mörg orð sem tekur styttri tíma að bera fram. Fólk ætti t.d. öllu jöfnu að muna orðin *mjóðm*, *turn*, *slor*, *eymd*, *ofn* betur en *útgerðarfélag*, *elliheimili*, *áhugaleysi*, *alvörusvipur*, *vasapeningur*.

Fjöl margar rannsóknir hafa verið gerðar á orðlengdarhrifunum, en sú sem helst er vitnað til er rannsókn Baddeley, Thomson og Buchanan (1975) og er hún alltaf notuð til að rökstyðja tilvist hrifanna af Baddeley sjálfum (Baddeley, 2000, 2002, 2003, 2007; Baddeley o.fl., 2009; Baddeley, Lewis og Vallar, 1984). Margar þessara rannsókna hafa beinst að því að kanna

betur skýringu Baddeley á orðlengdarhrifunum, en minna hefur verið af beinum endurtekningum á rannsókn Baddeley og félaga frá 1975, þar sem sömu aðferðir voru notaðar.

Fyrst aðeins um rannsókn Baddeley o.fl. (1975). Rannsóknin samanstóð af átta tilraunum. Flestar þeirra voru í grunnatriðum gerðar með eftirfarandi hætti: Fimm orð voru birt þátttakendum á spjöldum eða lesin upphátt. Beiðni um að rifja upp, í sömu röð og þau voru birt eða lesin, var auðkennd með einhverju tákni - spjaldi t.d. Þátttakandinn fékk ákveðinn tíma til að rifja upp orðin - en þegar honum var lokið hófst ferlið að nýju (eða tilraunin kláraðist).

Tilraunir V-VIII skipta mestu máli fyrir tilvist hljóðlengdarhrifanna - það er í þeim tilraunum sem orðlengdarhrifin koma einna sterkast fram. Í ljós kom að mestu máli skipti hve langan tíma tók að segja orðin upp á það að gera hve vel þátttakendur mundu þau<sup>5</sup>; því lengri tíma, því verr mundu þeir þau. Fjöldi atkvæða skipti ekki máli, né heldur fjöldi fónema (*phonemes*). Einnig kom í ljós að *munur* var á orðlengdarhrifunum eftir því hvort birting var sjónræn eða myndræn - óháð framburðartíma orðanna: Þátttakendur mundu fleiri orð ef þau voru spiluð hljóðrænt, samanborið við ef þau voru birt myndrænt. Ef þátttakendur beittu hljóðmyndunarbælingu á meðan þeir lærðu orðin, komu orðlengdarhrifin fram aðeins þegar orðin voru spiluð hljóðrænt (þó mundu þátttakendur færri orð, en þeir gerðu án hljóðmyndunarbælingar), en ekki þegar þau voru birt

---

<sup>5</sup>Tekið skal fram að hér er aðeins sagt frá niðurstöðum sem voru marktæktar á tölfræðiþrófum og eru því líklegar til að eiga við um fleiri en bara þátttakendurna í viðkomandi tilraun, þó það sé ekki tekið fram. Sama á við um frásagnir af öðrum rannsóknum í þessari ritgerð.

myndrænt, þá mundu þeir sem sagt álíka mörg orð, hvort sem tók langan eða stuttan tíma að bera þau fram.

Í flestum þessum tilraunum voru sömu orð notuð - orð sem Baddeley o.fl. (1975) fundu til. Orðin voru samtals 50 talsins, úr tíu mismunandi flokkum hugtaka (t.d. tæki, vísindagrein, málmtegund) og að sögn var gætt að því að þátttakendur þekktu orðin. Gætt var að tíðni þeirra í tungumálinu, en ekki ýmsum öðrum breytum sem geta haft áhrif á upprifjun<sup>6</sup> (sjá nánar bls. 23). Í tilraununum voru orð dregin af handahófi úr þessum orðabanka til notkunar.

Baddeley hefur nýlega gefið nýja skýringu á þessum niðurstöðum í ljósi kenningarinnar um hljóðkerfislykkjuna (Baddeley, 2007, bls. 61): Orðlengdarhrifin koma fram vegna dofnunar orða sem á sér stað á meðan endurtekningarferlið frískar við önnur orð sem eru geymd í geymslunni (t.d. gætu orð 1 og 2 í geymslunni dofnað á meðan orð 5 er frískað við - séu orðin nógu löng) en líka á meðan upprifjun stendur (orð 1 er rifjað upp á meðan orð 5 dofnar úr geymslunni, t.d.) fólk sé þá upptekið við upprifjunina og því ekki hægt að fríska upp á innihald geymslunnar<sup>7</sup>.

Í ritum Baddeleys hefur höfundur ekki fundið tilgátur sem skýra hvers vegna þátttakendur muni fleiri orð, þegar orðin eru spiluð hljóðrænt (og án hljóðmyndunarbælingar), en þegar þau eru birt myndrænt. Í gegnum tíðina hafa þó verið settar fram margar tilgátur um einmitt þetta atriði (sjá Crowder og Greene, 2000), en engar þeirra passa vel inn í kenninguna

<sup>6</sup>Þetta er ekki sagt berum orðum í grein (Baddeley o.fl., 1975), en ef tekið hefði verið tillit til þessara breyta, hefði það væntanlega verið tekið fram, en það var ekki gert.

<sup>7</sup>Hér er miðað við að fólk fríski við öll orðin í geymslunni, svo þarf auðvitað ekki að vera raunin - en ef fólk frískar bara við ákveðin orð, er niðurstaðan auðvitað sú sama.

um hljóðkerfislykkjuna. Ýmsar tilgátur má þó hugsa sér til að skýra þetta atriði.

Ástæða þess að orðlengdarhrifin koma fram þegar orð eru spiluð hljóðrænt og fólk beitir hljóðmyndunarbælingu, er samkvæmt kenningunni sú að orðin komast beint inn í geymslu lykkjunnar; þegar birting er myndræn hins vegar, þurfi umbreytingu, en hún geti ekki átt sér stað vegna þess að endurtekningarbúnaðurinn sé upptekinn - því komi orðlengdarhrifin ekki fram í myndrænni birtingu með orðmyndunarbælingu (Baddeley, 2007, bls. 61; sjá einnig Neath og Surprenant, 2003, bls. 75). Jafnframt má leiða af hugmyndinni um endurtekningarbúnaðinn, að orðlengdarhrifin séu ekki jafn sterk í hljóðrænni birtingu með hljóðmyndunarbælingu og án hennar, vegna þess að endurtekningarbúnaðurinn sé upptekinn (vegna bælingarinnar), fólk geti síður frískað upp á innihald geymslunnar.

Orðlengdarhrifin eru, eins og sjá má af þessari túlkun Baddeley, mjög mikilvæg fyrir endurtekningarferli hljóðkerfislykkjunnar; í raun eru það þau sem eru veigamestu rökin fyrir því að endurtekningarferlið sé til staðar (Baddeley, 2007, bls. 9), án þeirra má hugsa sér annars konar kerfi sem getur skýrt áhrif hljóðmyndunarbælingar, svo og hljóðlíkingarhrifin - en það er erfiðara þegar orðlengdarhrifin eru líka inni í myndinni.

Fjöl margar aðrar rannsóknir hafa verið gerðar til að kanna hvort orðlengdarhrifin koma fram; rannsóknirnar hafa verið gerðar í mörgum löndum og með orðum úr mörgum mismunandi tungumálum. Í mörgum þessara rannsókna komu orðlengdarhrifin fram (Lovatt, Avons og Masterson, 2000).

Baddeley o.fl. (1984) gerðu rannsókn þar sem notuð voru orð úr tilraun

VI sem Baddeley o.fl. (1975) gerðu. Orðlengdarhrifin komu skýrt fram.

Shebani, Vijver og Poortinga (2005) gerðu rannsókn á líbískum börnum sem töluðu reiprennandi arabísku og höfðu hana að móðurmáli. Arabíska er sérstök að því leyti að hægt er að bera tölustafi fram á tvo vegu í málinu - og vill svo til að það tekur lengri tíma að gera það á annan veginn en hinn. Orðlengdarhrifin komu greinilega fram; ef börnin áttu að muna tölustafi sem voru bornir fram á lengri vegu, mundu þau færri orð en ef þau áttu að muna tölustafina á styttri vegu.

Fleiri rannsóknir sem þessar mætti tína til, en það verður ekki gert hér (yfirlit má t.d. finna í Lovatt o.fl., 2000). Vandinn við þessar rannsóknir er að í mörgum þeirra var gerður einfaldur samanburður á því hve vel fólk mundi t.d. eins atkvæða orð og þriggja atkvæða orð. Alls kyns munur getur verið á svona orðum, sem ekki var tekið tillit til, t.d. orðtíðni, eða hvort þau vísi til óhlutbundinna fyrirbrigða eða mjög hlutbundinna (sjá bls. 23). Þó hafa verið gerðar rannsóknir þar sem höfð var stjórn á fjölmörgum breytum í vali á orðum og fann höfundur tvær slíkar rannsóknir (Lovatt o.fl., 2000; Neath, Bireta og Surprenant, 2003); þær eru jafnframt áhugaverðar fyrir það að gerður var samanburður milli orðasafnanna sem voru fundin til fyrir viðkomandi rannsókn og orðasafna sem voru fundin til fyrir aðrar rannsóknir.

Lovatt o.fl. (2000) gerðu þrjár rannsóknir, sem allar byggðu á sömu aðferð, en mismunandi orðasöfn voru notuð í öllum þremur. Í tveimur þessara rannsókna voru fundin til ný tveggja atkvæða orðasöfn sem ekki höfðu verið notuð áður - og var þeim skipt í tvo flokka: Löng orð og stutt, lengri tíma tók að bera fram löngu orðin en þau stuttu. Flokkarnir voru

Þó líkir að því að leyti að orðin voru álíka algeng í tungumálinu (orðtíðni), samanstóðu öll af álíka mörgum fónemum og voru öll ólík í hljómi (*phonologically dissimilar*) - og var raunar tekið tillit til fleiri þátta. Í fyrstu rannsókninni mundu þátttakendur löngu orðin betur en þau stuttu; í annarri var ekki munur á hversu vel þátttakendur mundu löng og stutt orð. Í þriðju rannsókninni mundu þátttakendur betur stuttu orðin en þau löngu - en í þeirri rannsókn var notað orðasafn úr tilraun III sem Baddeley o.fl. (1975) gerðu, þau orð voru einnig tveggja atkvæða orð, löng og stutt. Orðin í tilraun Baddeley og féлага uppfylltu *ekki* sömu ofangreind skilyrði eins og orðasöfn Lovatt o.fl. (2000), nema um orðtíðni.

Neath o.fl. (2003) gerðu rannsókn þar sem sama aðferðin var notuð í fjórum mismunandi tilraunum en í öllum tilraununum voru notuð sitt-hvor orðasöfnin, en orðasöfnin samanstóðu af tveimur flokkum tveggja atkvæða orða sem mislangan tíma tók að bera fram. Þetta voru orðasöfn Baddeley o.fl. (1975), Lovatt o.fl. (2000), Caplan, Rochon og Waters (1992) og orðasafn sem þau bjuggu sjálf til. Það orðasafn uppfyllti svipuð skilyrði og orðasafn Lovatt o.fl. (2000). Niðurstaðan var að aðeins með orðasafni Baddeley o.fl. (1975) komu fram orðlengdarhrif - engin eða *öfug* orðlengdarhrif komu fram með hinum orðasöfnunum. Ályktun þeirra Neath o.fl. (2003) var einföld og skýr: Það að orðlengdarhrifin komu bara fram með orðasafni Baddeley o.fl. (1975), bendir til að það sé eitthvað sérstakt við það orðasafn, og það sé þess vegna sem hrifin koma fram, en ekki vegna mismunandi orðlengdar.

Í meginráttum er ljóst að orðlengdarhrifin koma ekki alltaf fram - þau koma alltaf fram ef orð sem Baddeley o.fl. (1975) fundu til eru notuð - en



annars bara stundum. Það sem gefur rannsóknum Neath o.fl. (2003) styrk er það að við val á orðum sem voru fundin til í rannsóknina var tekið tillit til ýmissa breyta sem vitað er að geta haft áhrif á upprifjun í tilraunum sem þessum; og er þá átt við t.d. orðtíðni, fjöldi fónema, og margt fleira (sjá nánar í Neath o.fl., 2003). En af hverju kemur þetta misræmi fram? Það er enn óljóst, mögulega hefur annað en framburðartími orða meiri áhrif á upprifjun en framburðartíminn. Þetta atriði þarfnast frekari rannsókna.

### *Orðtíðni og aðrir áhrifavaldar í upprifjun*

Áður var nefnt að stundum er tekið tillit til orðtíðni þegar orð eru valin til notkunar í tilraunir. Þegar rætt er um orðtíðni (*word frequency*) er yfirleitt átt við algengi notkunar orða í tungumálinu. Sum orð eru meira notuð en önnur (t.d. orðin *og*, *sem* í íslensku); og sum eru mjög lítið notuð (t.d. *möl*).

Menn hafa komist að því að fólk man betur lista af orðum (t.d. 5 orða lista sem á að rifja upp í réttri röð), ef listinn samanstendur af algengum orðum, samanborið við ef orðin á listanum eru síður algeng - að teknu tilliti til framburðartíma og fleira (Gregg, Freedman og Smith, 1989; Roodenrys, Hulme, Alban, Ellis og Brown, 1994). Hljóðkerfislykkja Baddeleys skýrir *ekki* af hverju fólk man betur algeng orð - og hafa ýmsar aukakenningar verið settar fram um það atriði (sjá nánar í Roodenrys og Quinlan, 2000)<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup>Hér mætti bera við þeim mótmælum að hljóðkerfislykkjan þurfi ekki að skýra af hverju orðtíðni hafi áhrif í skammtímaminnisverkefnum, slík áhrif séu komin til vegna áhrifa úr langtímaminni. Rétt er að sennilega eru þetta langtímaminnisáhrif, en líkanið þarf að skýra þetta atriði með einhvers konar tengslum við langtímaminni - ella skýrir það ekki fyllilega það sem það á að skýra: Hvernig fólk man til skamms tíma. Sjá nánar í Roodenrys o.fl. (1994).

Málfræðingar hafa skapað grundvöll fyrir því að menn geti yfir höfuð rannsakað áhrif orðtíðni á upprifjun orða - þeir hafa stundað rannsóknir á orðtíðni, útbúið úr þeim bækur og gefið út. Orðtíðni er fundin út með því að orðtaka ýmis rit (sem eru sérstaklega valin) og reikna út tíðnina, miðað við öll ritin sem voru valin. Svo er vonast til þess að ritin spegli nokkurn veginn lesmál og bækur sem ritaðar eru á tungumálinu - og reiknuð orðtíðni þá vonandi líka.

Nákvæmlega þetta var gert þegar *Íslensk Orðtíðnibók* var samin; 100 íslenskir textar voru orðteknir: skáldverk, þýdd og íslensk, ævisögur, endurminningar, fræðslutextar og barna- og unglingabækur. Reiknuð var svo nefnd væntingartíðni ( $F_v$ ) hvers orð sem orðtekið var, en væntingartíðni orðs segir til um hve oft má búast við að finna það orð notað í tungumálinu (Jörgen L. Pind, Friðrik Magnússon og Stefán Briem, 1991).

Fleiri áhrifavaldar aðrir en orðtíðni hafa fundist; dæmi um það er að orð sem vísa til óhlutbundinna fyrirbæra er ekki jafn auðvelt að muna og orð sem vísa til mjög hlutbundinna fyrirbæra (Walker og Hulme, 1999). Annað ágætt dæmi er að orð sem líkjast mörgum öðrum orðum í tungumálinu (t.d. í ensku: wipe) á fólk auðveldar með að rifja upp en orð sem hafa minni líkindi með öðrum orðum í tungumálinu (t.d. void; Roodenrys, Hulme, Lethbridge, Hinton og Nimmo, 2002) - að því gefnu að orðin sem líkjast séu ekki meðal þeirra sem þarf að rifja upp. Enn annað dæmi er að fólk man betur orð sem hafa innihald (t.d. bíll) en orð sem hafa lítið innihald (t.d. þá, ef, og; Caza og Belleville, 1999). Þessi fyrirbæri komu öll fram, óháð framburðartímum orðanna sem voru notuð í rannsóknunum.

### *Um þessa rannsókn*

Markmiðið með þessari rannsókn var að kanna hvort orðlengdarhrifin kæmu fram með íslenskum orðum og með þátttakendum sem töluðu íslensku. Markmiðið var *ekki* að búa til orðasafn sem uppfyllti öll þau skilyrði sem orðasöfn Lovatt o.fl. (2000) og Neath o.fl. (2003) gerðu. Hins vegar var tekið tillit til orðtíðni.

Markmiðið var *ekki heldur* að skera úr um þau vafaatriði sem reif-uð voru að framan um hvers vegna orðlengdarhrifin koma stundum og stundum ekki fram, heldur einungis að gera einfalda könnun á orðlengdarhrifunum. Hugsanlega má nýta þá vinnu eitthvað frekar, til að leysa úr því hvers vegna orðlengdarhrifin koma bara stundum fram.

Þar sem markmiðin voru ofangreind var ákveðið að nota sömu aðferð og Baddeley o.fl. (1975) notuðu, og reyna að fylgja henni vel. Þó var ákveðið að notast ekki við hljóðmyndunarbælingu, til að einfalda tilraunina. Ákveðið var að kanna hvort munur væri á orðlengdarhrifunum eftir því hvort orðin væru birt myndrænt eða spiluð hljóðrænt.

Tilgátur voru því tvær: (1) Þátttakendum mun ganga betur að muna runur orða sem taka styttri tíma í framburði en runur orða sem taka lengri tíma í framburði; (2) þátttakendum mun ganga betur að muna runur orða þegar þau eru spiluð hljóðrænt en þegar þau eru birt myndrænt.

## Aðferð

### *Þátttakendur*

Þátttakendur voru nær allir nemendur við Háskóla Íslands, en einn var ótengdur skólanum og var á atvinnumarkaði. Flestir fengu rannsóknarpunkta fyrir þátttöku, en slíkir punktar geta veitt ECTS einingar til fullnustu BA eða BS gráðu. Aðrir þátttakendur fengu enga umbun fyrir þátttöku. Þátttakendur voru valdir af hentugleika.

Meðalaldur þátttakenda var 29,6 ár (staðalfrávik 8,7 ár); samtals 20 manns (12 karlar, 8 konur) tóku þátt.

### *Áreiti*

Áreiti voru ýmist texti á tölvuskjá, eða hljóð spiluð í heyrnartólum þátttakandans. Orðin í töflu 1 (bls. 28) eru áreitin sem voru notuð í rannsókninni. Í töflunni er einnig birtur framburðartími uppleasarans, en nánari upplýsingar um hvernig hann var mældur er að finna á bls. 32.

Orðin á tölvuskjánum voru sýnd með svörtu 18 punkta Courier New lettri á hvítum bakgrunni, fyrir miðjum skjá. Skjáupplausn var 1024 x 768

myndeindir. Orðin sem voru leikin í heyrnartólum þátttakandans voru tekin upp sérstaklega fyrir rannsóknina; þau voru lesin upp af kvenmanni, upplesturinn var með „eðlilegum“ hraða.

Eftirfarandi viðmið voru notuð við að velja orðin í töflu 1: (1) orðin áttu að vera nafnorð; (2) tíðni þeirra (væntingartíðni) skyldi vera undir 20 af hverri milljón orða sem notuð eru í íslensku máli samkvæmt *Íslenskri Orðtíðnibók* (Jörgen L. Pind, Friðrik Magnússon og Stefán Briem, 1991)<sup>9</sup>; (3) öll skyldu orðin vera hluti af þriggja orða samstæðu þar sem öll orð í samstæðunni væru merkingarlega lík; (4) utan samstæðnanna skyldu orðin hafa ólíka innbyrðis merkingu, eins og kostur væri; (5) orðin áttu ýmist að vera eins, þriggja eða fimm atkvæða - tíu af hverjum atkvæðafjölda. Öll orðin uppfylla þessi viðmið.

Rétt er að taka fram að orðin voru valin eftir atkvæðafjölda, (þ.e., 1, 3, og 5 atkvæði) aðeins til að tryggja að nægilega mikill munur yrði á tímanum sem tekur að bera þau fram. Engar kenningarlegar ástæður voru að baki því að atkvæði var notaður sem mælikvarði.

---

<sup>9</sup>Þ.e.,  $F_v < 10$  samkvæmt bókinni. Tekið skal fram að þessi orð voru aldrei prentuð í bókinni, en þau voru unnin úr orðasafni sem varð til í tengslum við bókina. Jörgen L. Pind hefur það orðasafn undir höndum.

Tafla 1. Orðin sem voru notuð, flokkuð eftir atkvæðafjölda, ásamt væntingartíðni ( $F_v$ ) og framburðartíma upplestrarans (í millisekúndum).

Eitt atkvæði			Þrjú atkvæði			Fimm atkvæði		
Orð	$F_v$	Tími	Orð	$F_v$	Tími	Orð	$F_v$	Tími
Slor	1,7	545	Vélbátur	2,0	690	Útgerðarfélag	1,0	920
Mjöðm	4,6	528	Fótleggur	5,3	676	Yfirvaraskegg	0,7	983
Turn	7,5	383	Kaffihús	2,1	701	Elliheimili	2,1	776
Eymd	0,7	445	Tortryggni	4,1	614	Áhugaleysi	2,1	871
Prins	2,2	510	Leikari	4,7	475	Bifvélavirki	1,1	741
Hvönn	1,0	380	Baldursbrá	0,7	732	Kirsuberjatré	0,7	794
Ofn	3,5	443	Saumavél	1,7	794	Plötuspilari	2,3	758
Glott	4,2	496	Brosvipra	1,5	658	Alvörusvipur	2,1	977
Snark	0,7	561	Skothvellur	0,7	823	Aðvörunartónn	0,7	990
Gjald	3,2	548	Afborgun	1,7	494	Vasapeningur	1,0	982
Meðaltal		484	Meðaltal		666	Meðaltal		887

### *Tækjabúnaður*

Notuð var PC-tölva, sem keyrði stýrikerfið Windows 98, við gerð rannsóknarinnar. Notast var við forritið E-Prime (útgáfu 1.1) til að stjórna birtingu áreita. Einnig var segulbandstæki af gerðinni Technics Stereo Casette Deck RS-B465 notað til að hljóðrita þau orð sem þátttakendurnir mundu.

### *Rannsóknarsnið*

Um var að ræða  $3 \times 2$  rannsóknarsnið: Þrenns konar atkvæðafjöldi orða (1, 3, og 5) og tvenns konar birtingarform orða (myndræn eða hljóðræn). Frumbreytur voru atkvæðafjöldi og birtingarform, fylgibreyta var hvort

upprifjun átti sér stað á réttum stað innan umferðar. Samanburður var gerður innan hóps, en allir þátttakendur í rannsókninni voru höndlaðir sem einn hópur í tölfræðiúrvinnslu.

### *Framkvæmd*

*Tilgátur (1) og (2)* Tilraunin var gerð á hverjum þátttakanda fyrir sig, einum í einu. Þátttakandi sat í klefa sem var hljóðdempaður. Fyrir framan hann var tölvan sem stýrði tilrauninni; í tilrauninni var eingöngu notast við lyklaborð, þó mús væri einnig til staðar. Á meðan á tilrauninni stóð var þátttakandi með heyrnartól á höfðinu. Fyrir framan hann var einnig hljóðnemi, sem var tengdur í upptökutækið. Upptökutækið hljóðritaði á meðan á tilrauninni stóð allt það sem sagt var í hljóðnemann.

Áður en tilraunin fór fram var þátttakanda sagt í hverju tilraunin fælist, í örstuttu máli. Hann var einnig beðinn um að lesa yfir A4 blað, með orðunum í töflu 1 (væntingartíðni var þó ekki birt á blaðinu; aðeins orðin sjálf). Hann var beðinn um að lesa þetta blað yfir þrisvar til fjórum sinnum, en jafnframt um að leggja *ekki* orðin á minnið í réttri röð, né annað slíkt. Hann var síðan beðinn um að hefja tilraunina sjálfur með því að ýta á þar til gerðan hnapp á lyklaborðinu.

Þegar þátttakandi hafði ýtt á hnappinn birtist eftirfarandi texti á skjánunum:

#### Minnisrannsókn

Á eftir munu ýmist birtast orð á skjánum eða verða spiluð í hátalara. Leggðu þessi orð á minnið, eins mörg og þú getur, en reyndu eins og þú getur að muna orðin í rétttri röð.

Þegar tígull (tákn) birtist á skjánum eða stutt píp er spilað í hátalara, segðu þá upphátt þau orð sem þú manst, í rétttri röð. Þú hefur 20 sekúndur til að rifja upp orðin; þegar upprifjunartímanum er lokið, munu birtast skilaboð um það á skjánum. Ef þú klárar áður en upprifjunartímanum er lokið, ýtirðu á bilstöngina.

Fyrst koma sex æfingaumferðir, þrjár myndrænar og þrjár hljóðrænar.

Eftir að þátttakandi ýtti á hnapp, fór tilraunin í gang. Fyrst voru sex æfingaumferðir, sem voru alveg eins og hinar eiginlegu umferðir tilraunarinnar; nema að þær voru færri og auðkenndar svo þátttakendur vissu að þær voru til æfinga.

Tilrauninni var skipt í tvo hluta: Myndrænan og hljóðrænan. Munurinn á þeim var sá, að í myndræna hlutanum voru orð (orðin í töflu 1) birt á skjánum, sem og merki um að upprifjun ætti að fara fram; í hljóðræna hlutanum voru orðin hins vegar spiluð í heyrnartólunum og merki um upprifjun líka. Enginn annar munur var á þessum hlutum tilraunarinnar, allar leiðbeiningar og slíkt voru birtar á skjánum í þeim báðum. Annar hver þátttakandi byrjaði tilraunina í hljóðrænum aðstæðum, en aðrir byrjuðu í myndrænum.

Í upphafi myndræns hluta tilraunarinnar birtust á skjánum upplýsingar um að orð myndu birtast á skjánum í þessum hluta tilraunarinnar. Þátttakandi þrýsti því næst á tiltekinn hnapp til að hefja umferðirnar. Hver umferð í myndræna hlutanum samanstóð af eftirfarandi: Í upphafi umferðar birtist á miðjum skjánum táknid „+“, sem var ætlað að draga athygli þátttakanda að miðjum skjánum. Þetta tákn var á skjánum í um 500



millisekúndur (ms). Því næst birtust fimm orð í röð á skjánum, hvert á fætur öðru; hvert orð var á skjánum í 2.000 ms (tvær sekúndur). Orðin voru valin af handahófi<sup>10</sup> á meðan á tilrauninni stóð; atkvæðafjöldi (1, 3 eða 5) var sömuleiðis ákveðinn af handahófi, innan umferðar voru öll orð af sama atkvæðafjölda og sama orðið birtist ekki oftari en einu sinni innan umferðar. Eftir að orðin höfðu birst, kom á skjáinn táknið  $\diamond$  (merki um upprifjun) í mest 20 sekúndur, en það var tíminn sem þátttakandi hafði til upprifjunar. Hér átti þátttakandi sem sagt að segja upphátt þau orð sem hann mundi - í þeirri röð sem þau birtust eða voru spiluð. Í lok umferðarinnar kom fram á skjánum að umferðinni væri lokið og hvernig ætti að halda áfram. Samtals voru níu umferðir í þessum hluta; þrjár umferðir af hverjum atkvæðafjölda. Engin sérstök skilaboð birtust þegar myndræna hlutanum var lokið, heldur aðeins upplýsingar um að næst yrðu orð spiluð í heyrnartólum eða að tilrauninni væri lokið, eftir því sem við átti.

Í upphafi hljóðræns hluta tilraunarinnar birtust á skjánum upplýsingar um að hljóð yrðu spiluð í heyrnartólum, en skjárinn yrði auður. Samtals voru níu umferðir í þessum hluta, sem voru að öllu leyti eins og þær myndrænu, nema að því leyti að orðin voru spiluð í heyrnartólum þátttakanda en birtust ekki á skjánum, og merki um upprifjun var 1200 Hz sínusbylgja, spiluð í heyrnartólunum. Engin sérstök skilaboð birtust heldur í lok þessa hluta tilraunarinnar.

*Framburðarmælingar* Þegar þátttakandi hafði farið í gegnum tilraunina var hann beðinn um að lesa upp þrjá lista af orðum, af A4-blöðum.

---

<sup>10</sup>Í þessum kafla, þegar rætt er um handahóf, er átt við handahóf þar sem allir möguleikar eiga jafnar líkur á að vera dregnir.

Hver listi samanstóð af 15 orðum, sem hver og einn var myndaður af orðunum í töflu 1. Hver og einn listi innihélt aðeins orð af tilteknum atkvæðafjölda. Listarnir voru lengdir með því að taka fimm orð af viðeigandi atkvæðafjölda úr töflu 1 og bæta við hvern lista. Þátttakandi var beðinn um að lesa hvern lista fyrir sig, eins hratt og hann gæti, eins skýrt og hann gæti, án þess að hafa mikið hlé milli orðanna. Hann var jafnframt beðinn um að hafa smá þögn milli hvers lista. Tilgangurinn með þessu, var að geta lagt mat á hvort mismunur væri á framburðartíma, milli mismunandi atkvæðafjölda.

*Eftirvinnsla* Þegar tilraun var lokið, var hlustað á segulbandið og þau orð sem þátttakandi rifjaði upp skráð. Hlustað var að lágmarki tvisvar á hverja upptöku - og að lágmarki liðu tveir dagar milli fyrstu og síðustu hlustunar. Þetta var gert til að tryggja áreiðanleika skráningar. Einnig voru gerðar mælingar á framburðartímum. Þar var einnig mælt tvisvar.

*Framburðarmælingar* Mældir voru framburðartímar upplesarans annars vegar og hins vegar framburðartímar þátttakenda. Sama aðferð var notuð til þess að mæla þessa framburðartíma. Notað var forritið Audacity (útgáfa 1.2.6 fyrir Windows) til að mæla framburðartímana. Framburðartímarnir voru mældir fyrir hvert orð sem þátttakandi eða upplesari las, eitt í einu. Eftirfarandi viðmið voru höfð í huga; (1) byrjun orð taldist þegar rannsakandi gat heyrt upphaf fyrsta hljóðs á hverju orði; endir orðs taldist annað hvort vera (2a) við síðasta hljóð orðs, eins og t.d. í lok hljóðsins fyrir *d* í *gjald*; (2b) eða þegar  $\frac{3}{4}$  blásturshljóðs var lokið að mati rannsakanda (eins og t.d. blásturshljóðið sem kemur á eftir *r* í orðinu *vasapeningur*).

## Niðurstöður<sup>11</sup>

### *Framburðarmælingar*

Fyrst um framburðartíma orðanna sem voru notuð. Reyndist mögulegt að mæla framburðartíma tíu þátttakenda; restin, tíu þátttakendur, fóru ekki eftir leiðbeiningunum (höfðu t.d. langt bil milli orða eða báru orð fram hægt), eða voru ekki með í endanlegum tölfræðiútreikningum á tilgátum (1) og (2). Tafla 2 (bls. 34) sýnir meðaltímann sem tók þessa þátttakendur að segja orðin í töflu 1, í millisekúndum, ásamt staðalfrávikum. Að baki tölunum í töflu 2 liggja samtals 300 mælingar, 30 fyrir hvern þátttakanda. Eins og sést, tók lengri tíma fyrir þátttakendurna að bera fram orð, eftir því sem þau voru atkvæðafleiri. Að meðaltali tók 388 millisekúndur að bera fram eins atkvæða orð, en 602 millisekúndur að bera fram fimm atkvæða orð, 494 millisekúndur tók að meðaltali að bera fram þriggja atkvæða orð. Staðalfrávik voru svipuð milli atkvæðafjölda.

Þöruð t-próf og öryggisbil gefa til kynna að munur sé á framburðartíma eins, þriggja og fimm atkvæða orðum; fólk er lengur að bera fram

---

<sup>11</sup>Öll tölfræðiúrvinnsla var gerð með forritinu R, útgáfu 2.9.1 (R Development Core Team, 2009)

þriggja atkvæða orð en eins atkvæða ( $t(9) = -11,99; p < 0,01$  - mismunur á framburðartíma á bilinu 126 til 86 ms); fólk er lengur að bera fram fimm atkvæða orð en eins atkvæða ( $t(9) = -22,85; p < 0,01$  - mismunur á framburðartíma á bilinu 235 til 193 ms); og fólk er lengur að bera fram fimm atkvæða orð en þriggja atkvæða ( $t(9) = -9,84; p < 0,01$  - mismunur á framburðartíma á bilinu 133 til 83 ms).

Tafla 2. Framburðartími orðanna sem voru notuð í tilrauninni, í millisekúndum, flokkuð eftir atkvæðum. Meðaltöl eru birt, ásamt staðalfrávikum innan sviga.

Eitt atkvæði		Þrjú atkvæði		Fimm atkvæði	
Orð	Tími	Orð	Tími	Orð	Tími
Slor	459 (83)	Vélbátur	488 (52)	Útgerðarfélag	625 (76)
Mjöðm	396 (76)	Fótleggur	469 (61)	Yfirvaraskegg	629 (86)
Turn	339 (81)	Kaffihús	461 (43)	Elliheimili	520 (84)
Eymd	377 (28)	Tortryggni	473 (49)	Áhugaleysi	587 (65)
Prins	355 (60)	Leikari	458 (67)	Bifvélavirki	584 (84)
Hvönn	351 (65)	Baldursbrá	451 (83)	Kirsuberjatré	619 (64)
Ofn	325 (90)	Saumavél	540 (86)	Plötuspilari	561 (75)
Glott	425 (99)	Brosvipra	547 (104)	Alvörusvipur	663 (95)
Snark	501 (58)	Skothvellur	554 (45)	Aðvörunartónn	597 (88)
Gjald	349 (64)	Afborgun	498 (47)	Vasapeningur	637 (96)
Meðaltal	388 (89)	Meðaltal	494 (74)	Meðaltal	602 (88)

### *Tilgátur (1) og (2)*

Fyrst aðeins um hvað taldist rétt upprifjun. Rétt upprifjun taldist vera þegar þátttakanda tókst að rifja upp rétt orð í réttu sæti innan umferðar. Ef þátttakandi sagði orð í öðru falli en það var birt í, taldist það rétt upp-

rifjun. Setjum sem svo að orðin *gjald, slor, ofn, snark, hvönn* hefðu verið birt í umferð - í þeirri röð - en þátttakandinn hefði rifjað upp orðin *gjald, slor, snark, ofn, hvönn* - í þeirri röð. Í þessari skálduðu umferð, hefði þátttakandinn talist muna þrjú orð rétt (60%) - og eru orðin undirstrikuð. Setjum sem svo að í annarri umferð hefðu orðin *ofn, prins, turn, eynd, hvönn* verið birt, en þátttakandinn rifjað upp *prins, snark, turn, eynd, kol*. Í þessari umferð hefði hann talist muna tvö orð rétt (40%)<sup>12</sup>. Ef umferðirnar hefðu verið heil tilraun, hefði meðalupprifjun í tilrauninni verið 50%.

Þá að niðurstöðunum. Í eftirfarandi tölfræði voru undanskildar allar þjálfunarumferðir, gögn þriggja þátttakenda í heilu lagi (18 x 3 umferðir; ómögulegt reyndist að hlusta á segulband eins þátttakandans vegna þess að hann þuldi upphátt stanslaust á meðan tilrauninni stóð, tveir þátttakendur voru fjarlægðir vegna þess að þeir virtust ekki hafa skilið leiðbeiningarnar og var frammistaða þeirra áberandi léleg miðað við aðra þátttakendur) sem og sjö aðrar umferðir þar sem truflun átti sér stað (mikill hávaði utan tilraunastofu barst inn til þátttakanda og mögulega truflaði hann). Heildarfjöldi umferða sem tölfræðin var unnin út frá var 299. Í töflu 3 er birt ítarleg tölfræði um frammistöðu þátttakenda. Taflan sýnir hve mörg prósent orða þeim tókst að meðaltali að rifja rétt upp innan umferðar, brotið niður eftir birtingarformi og atkvæðafjölda.

---

<sup>12</sup>Þessi ítarlega skýring á því hvað telst rétt upprifjun er hér af góðri ástæðu. Rannsakendur eru ekki alltaf samhljóma um hvað telst rétt upprifjun og eru stundum óskýrir í máli um það líka (sjá t.d. Baddeley o.fl., 1975; Neath o.fl., 2003) Til að forðast sömu mistök er þetta atriði því skýrt ítarlega.

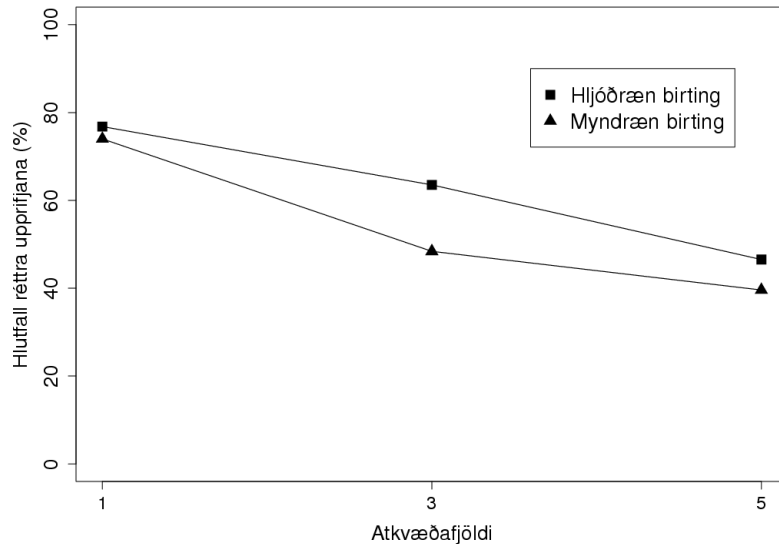
Tafla 3. Meðalhluftfall orða innan umferða sem þátttakendum tókst að rifja upp, ásamt staðalfrávikum innan sviga, eftir birtingarformi og atkvæðafjölda.

Atkvæðafjöldi	Birtingarform		Meðaltal
	Hljóðrænt	Myndrænt	
1	76,8% (27,2%)	74,0% (30,8%)	75,4% (28,9%)
3	63,5% (29,6%)	48,4% (25,2%)	56,0% (28,4%)
5	46,5% (24,9%)	39,6% (32,5%)	43,0% (29,0%)
Meðaltal	62,4% (29,8%)	54,0% (32,9%)	58,2% (31,6%)

Eins og sjá má af töflunni tókst þátttakendum að meðaltali að rifja upp 75,4% eins atkvæða orða, en aðeins 43,0% fimm atkvæða orða. Þriggja atkvæða orð voru mitt á milli með 56,0%. Ef skoðaður er munur á upprifjun eftir því hvort orðin voru spiluð sem hljóð eða sýnd myndrænt, kemur í ljós að þátttakendum tókst almennt verr að rifja þau upp ef þau voru birt myndrænt (54,0%) en ef þau voru spiluð hljóðrænt (62,4%).

Hvort tveggja sést vel á mynd 2. Jafnframt sést - eins og í töflunni - að greinilegur munur var á upprifjun eftir því hvort orðin voru spiluð sem hljóð eða birt myndrænt - ef birting var myndræn, var upprifjun að jafnaði lakari, óháð atkvæðafjölda. Upprifjun var einnig að jafnaði lakari, eftir því sem atkvæðafjöldi orða jókst, óháð hvort orðin voru birt myndrænt eða hljóðrænt.

Staðalfrávik upprifjana voru svipuð, í kringum 30%. Munurinn var mestur 7 prósentustig. Ef litið er til meðaltalanna og staðalfrávikanna - má draga þá ályktun að þátttakendur hafi að meðaltali munað færri orð í umferð eftir því sem þau voru atkvæðafleiri; og jafnframt færri ef þau voru birt myndrænt, en sveiflurnar í kringum þessi meðaltöl hafi alltaf verið svipaðar.



Mynd 2. Myndin sýnir meðalupprifjun þátttakenda á orðum, eftir atkvæðafjölda og birtingarformi.

Gerð var dreifigreining fyrir endurtekna mælingar (*repeated measures ANOVA*; ANOVA töflu má sjá í viðauka A). Í dreifigreiningunni var kannað hvort marktækur munur sé á fjölda orða sem fólk getur rifjað upp innan umferðar eftir birtingarformi (hljóðræn og myndræn birting), hvort munur sé á fjölda upprifjaðra orða eftir atkvæðafjölda þeirra (1, 3, 5 atkvæði), og hvort samvirkni sé þarna á milli.

Í ljós kom að munur er á fjölda rétt upprifjaðra orða eftir birtingarformi ( $F(1, 16) = 5,12; p < 0,05$ ). 95% öryggisbil gaf til kynna að fólk getur rifjað upp á bilinu 0,5% til 16,4% fleiri orð þegar þau eru spiluð hljóðrænt.

Munur reyndist á fjölda rétt upprifjaðra orða eftir atkvæðafjölda þeirra ( $F(2, 32) = 42,85; p < 0,01$ ). Þöruð t-próf og 95% öryggisbil gáfu til kynna að fólk getur síður rifjað upp þriggja atkvæða orð en eins atkvæða ( $t(16) = 6,08; p < 0,01$  - mismunur á bilinu 12,7% til 26,3%); að fólk getur síður

rifjað upp fimm atkvæða orð en eins atkvæða ( $t(16) = 8,24; p < 0,01$  - mismunur á bilinu 23,9% til 40,5%); og að fólk getur síður rifjað upp fimm atkvæða orð en þriggja atkvæða ( $t(16) = 3,53; p < 0,01$  - mismunur á bilinu 5,0% til 20,3%).

Samvirkni reyndist ekki marktæk ( $F(2, 32) = 1,37; p > 0,05$ ).

Í grófum dráttum: Fólk man að jafnaði atkvæðafærri orð betur en atkvæðafleiri; fólk man líka að jafnaði orð betur ef þau eru spiluð hljóðrænt, en ef þau eru birt myndrænt. Samvirkni er ekki þarna á milli.

### *Meira um tilgátu (1)*

Kannað var hvernig sambandi milli framburðartíma og upprifjunar er háttað. Til þess voru notaðar upplýsingar um framburðartíma tíu þátttakenda og gögn um upprifjanir sömu þátttakenda. Reiknuð var fylgni milli hlutfalls réttra upprifjana innan umferða af öllum tegundum atkvæðafjölda fyrir hvern þátttakanda og meðaltímans sem tók viðkomandi að segja orð af viðkomandi atkvæðafjölda. Fylgnin var  $r(28) = -0,70$  og var hún marktæk ( $p < 0,01$ ). Það virðist því vera sem fólk geti síður rifjað upp orð, eftir því sem lengri tíma tekur fyrir það að segja þau.

Reikna má út frá framburðartíma, hversu mörg orð þátttakendur geta borið fram á sekúndu, og reikna fylgni milli þess og hve mörg orð þeir geta rifjað upp innan umferðar. Slíkur útreikningur myndi gefa sömu fylgni, en með jákvæðu formerki: Því fleiri orð sem fólk getur borið fram á sekúndu, því betur getur það rifjað þau upp.

Þessar stærðir má reikna með öðrum hætti. Í stað þess að nota meðaltöl



af atkvæðafjölda og meðaltal hlutfalls orða innan umferða af tilteknum atkvæðafjölda sem þátttakendur mundu, má reikna þessar stærðir fyrir hverja og eina umferð: Reikna út hlutfall réttra upprifjana innan hversrar umferðar, og reikna svo út hve langan tíma tók að segja öll orðin sem voru birt í umferðinni út frá framburðartímum þátttakendanna. Þegar þetta var gert, lækkaði fylgnin úr  $-0,70$  í  $r(177) = -0,50$  og var hún marktæk ( $p < 0,01$ ).

### *Framburðartími upprifjaðra orða*

Meðal framburðartími þeirra orða sem þátttakendur gátu munað var líka reiknaður: Reiknuð var summa framburðartíma þeirra orða sem þátttakendur gátu rifjað upp innan umferðar og meðaltal tekið; meðaltalið var 1,46 sekúndur. Að meðaltali gátu þátttakendur því rifjað upp orð í umferð sem tóku þá 1,46 sekúndur að bera fram.

### *Önnur atriði*

Í samtölum við þátttakendur eftir tilraunina kom í ljós að sumir þeirra þekktu ekki orðin *brosvipra* og *snark*. Þar sem ekki var gerð formleg athugun á þessu, er erfitt að vita hversu margir þátttakendur þekktu ekki einhver orð í tilrauninni og þá hvaða orð.

## Umræður

### *Tilgáta (1)*

Í tilgátu (1) var því spáð að betur myndi ganga að muna runur af orðum sem tekur skemmri tíma að bera fram, en runur af orðum sem tekur lengri tíma að bera fram.

Þetta gekk eftir. Að jafnaði gekk betur að rifja upp runur eins atkvæða orða en fimm atkvæða - og jafnframt tók skemmri tíma að jafnaði að bera fram eins atkvæða orð, en fimm atkvæða. Sama mynstur kom fram þegar eins og þriggja atkvæða orð voru borin saman, sem og þriggja og fimm atkvæða orð. Einnig, þegar skoðuð var fylgni milli hlutfalls rétt upprifjaðra orða innan umferða og tímans sem tók að bera fram orðin í umferðunum, kom fram sterk neikvæð fylgni. Það er því ljóst að eftir því sem orð tóku lengri tíma í framburði, því verr gekk upprifjun; tilgáta (1) er því staðfest.

Þessa niðurstöðu má fella mjög auðveldlega að kenningunni um hljóðkerfislykkjuna. Sé geymsla lykkjunnar þannig að hljóð í henni dofni hratt (t.d. á 1-2 sekúndum), endurtekningarferlið vinni jafnhratt og tekur að bera orð fram, og rýmd geymslunnar velti á þessu tvennu, má hugsa sér eftirfarandi skýringu á orðlengdarhrifunum sem hér komu fram: Eftir því

sem fólk þarf að geyma fleiri orð í geymslu lykkjunnar, verður líklegra að endurtekningarfærlið nái ekki að fríska upp á allt innihaldið, vegna þess að tíminn sem þarf til að fríska upp á það, er lengri en sem nemur tím-  
anum, sem tekur endurtekningarfærlið að fríska upp á innihaldið; einhver  
orð hljóti því að dofna í geymslunni og því sé ómögulegt að rifja þau upp.

Það er því líklegra - samkvæmt þessari skýringu - að fólk geti rifjað  
upp nokkur orð, sem taka um tvær sekúndur að bera fram (í hraðasta  
framburði) en nokkur orð sem taka þrjár sekúndur í framburði (að því  
gefnu að orð dofni á 1-2 sekúndum í geymslunni). Þetta var einmitt raunin  
í þessari rannsókn.

Enn fremur má leiða að því líkum, að enn fleiri orð dofni í geymslunni  
(og sé ekki hægt að rifja upp) á meðan upprifjun stendur yfir, sökum þess  
að fólk getur ekki bæði frískað upp á innihald hennar og rifjað upp á sama  
tíma. Í þessari rannsókn hér er einungis hægt að færa rök fyrir því að fyrri  
skýringin sé líkleg, vegna þess að aðeins var safnað gögnum um orð sem  
tók mislangan tíma að bera fram - ekki var safnað gögnum sem sýna fram  
á að orð gleymist í upprifjun.

En jafnvel þó fyrri skýringin sé líkleg, miðað við þau gögn sem var  
safnað í þessari rannsókn, er sá möguleiki auðvitað fyrir hendi að önnur  
skýring sé sú rétta (eða þá skýringar). Til dæmis er mögulegt að fram-  
burðartími og aðrar breytur vinni saman og valdi orðlengdarhrifunum,  
t.d. mætti hugsa sér að eitthvað sérstakt sé við orð sem tekur lengri tíma  
að bera fram, sem valdi þessu, en ekki *framburðartími* þeirra (sjá t.d. Neath  
o.fl., 2003).

### *Tilgáta (2)*

Í tilgátu (2) var því spáð að betur myndi ganga að muna orð ef þau væru spiluð hljóðrænt, en ef þau væru birt myndrænt. Þessi tilgáta stóðst; betur gekk að jafnaði að muna orð, þegar þau voru spiluð hljóðrænt, en þegar þau voru birt myndrænt.

Í rannsókn Baddeley o.fl. (1975) fékkst svipuð niðurstaða, en höfundur hefur ekki fundið viðeigandi tilgátur um þetta, sem ríma vel við kenninguna um hljóðkerfislykkjuna, hvorki í ritum Baddeley né annarra. Er hér því sett fram sérstök tilgáta um þetta atriði.

Tilgátan er sú að aukið álag á endurtekningarbúnaðinn, valdi því að fólk muni færri orð þegar birting er myndræn. Álagið komi til vegna þess að í myndrænni birtingu þurfi endurtekningarbúnaðurinn að gera tvennt; umbreyta orðum í form sem hentar geymslunni og *samtímis* fríska upp á innihald geymslunnar, hins vegar þegar orðin eru spiluð hljóðrænt þurfi endurtekningarbúnaðurinn einungis að fríska upp á innihaldið, orðin komist beint inn í geymsluna og enngar umbreytingar sé þörf.

### *Rýmd lykkjunnar?*

Í mörgum rannsóknum hefur komið í ljós að framburðartími þeirra orða sem fólk man, í tilraunum eins og hér var gerð, er gjarnan svipaður. Í fyrri rannsóknum hafa tölur á bilinu 1,6 til 1,8 sekúndur oft sést (Neath og Surprenant, 2003, bls. 73). Hér var þessi stærð 1,4 sekúndur.

Hafa margir talið þessa stærð vera áætlun á hve mikið skammtaminni getur rúmað af hljóðrænu efni; nánar tiltekið í tilfelli líkans

Baddeley, áætlun á því hve mikið meðalmaðurinn getur rúmað í geymslu hljóðkerfislykkjunnar. Stærðin sem hér fékkst er ögn lægri en í fyrri rannsóknum og kann það að skýrast af mismunandi aðferðum við mælingar, þátttakendum eða skorti á tölfræðilegu afli. Í öllu falli rímar niðurstaðan þó ágætlega við fyrri rannsóknir.

Enn standa deilur um þetta atriði, hafa sumir bent á að fólk geti t.d. munað frasa í stutta stund sem eru mun lengri í framburði en sem nemur áætlaðri rýmd geymslunnar. Hefur Baddeley stungið upp á því að bindistöðin gegni þarna hlutverki (sjá nánar í Baddeley o.fl., 2009). Engin afstaða verður tekin varðandi þetta atriði hér.

### *Um niðurstöðurnar*

Allt í allt má segja að niðurstöðurnar hafi verið mjög í takt við væntingar og í góðu samræmi við niðurstöður rannsóknar Baddeley o.fl. (1975). Orðlengdarhrifin komu skýrt fram og munur varð á upprifjun eftir birtingarformi. Að auki var áætluð rýmd geymslunnar svipuð og í fyrri rannsóknum.

Þrátt fyrir þetta ber að hafa nokkur atriði í huga. Í fyrsta lagi voru nokkrir þátttakendur sem ekki þekktu sum orðin sem voru notuð í rannsókninni. Ekki var kannað hve margir það voru og eru áhrif þessa óljós. Í öðru lagi var *ekki* reynt að stjórna ýmsum breytum, sem vitað er að geta haft áhrif á upprifjun. Vera má að aðrar niðurstöður hefðu komið fram, hefði það verið gert.

Áhugavert væri að gera frekari athugun á hljóðkerfislykkjunni og orð-

lengdarhrifunum, til dæmis með því að endurtaka hluta af rannsókn Neath o.fl. (2003), með íslenskum orðum og þátttakendum sem hafa íslensku að móðurmáli. Til þess þyrfti þó mikla undirbúningsvinnu, vegna þess að - eftir því sem höfundur best veit - eru ekki til ýmsar mælingar á íslenskum orðum sem þyrfti til að geta búið til gott orðasafn fyrir slíka rannsókn.

## Heimildir

- Baddeley, A. (1966a). The influence of acoustic and semantic similarity on long-term memory for word sequences. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18, 302-309.
- Baddeley, A. (1966b). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic and formal similarity. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18(4), 362-365.
- Baddeley, A. (2000). Short-term and working memory. Í E. Tulving og F. I. M. Craik (Ritstj.), *The oxford handbook of memory* (bls. 77-92). Oxford, U.K.: Oxford University Press.
- Baddeley, A. (2002). Is working memory still working? *European Psychologist*, 7(2), 85-97.
- Baddeley, A. (2003, October). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews, Neuroscience*, 4, 829-839.
- Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought, and action* (1. útgáfa). Oxford, U.K.: Oxford University Press.
- Baddeley, A., Eysenck, M. W. og Anderson, M. C. (2009). *Memory* (1. útgáfa). New York, U.S.A.: Psychology Press, Taylor & Francis Group.

- Baddeley, A., Lewis, V. og Vallar, G. (1984). Exploring the articulatory loop. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, Section A: Human Experimental Psychology*, 36(2), 233-252.
- Baddeley, A., Thomson, N. og Buchanan, M. (1975). Word length and structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14(6), 575-589.
- Baddeley, A. og Warrington, E. (1970). Amnesia and distinction between long- and short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 9(2), 176-189.
- Bower, G. H. (2000). A brief history of memory research. Í E. Tulving og F. I. M. Craik (Ritstj.), *The oxford handbook of memory* (bls. 3-32). Oxford, U.K.: Oxford University Press.
- Caplan, D., Rochon, E. og Waters, G. (1992). Articulatory and phonological determinants of word-length effects in span tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, Section A: Human Experimental Psychology*, 45(2), 177-192.
- Caza, N. og Belleville, S. (1999). Semantic contribution to immediate serial recall using an unlimited set of items: Evidence for a multi-level capacity view of short-term memory. *International Journal of Psychology*, 34(5-6), 334-338.
- Corkin, S. (2002). What's new with the amnesic patient HM? *Nature reviews: Neuroscience*, 3(2), 153-160.
- Crowder, R. G. og Greene, R. L. (2000). Serial learning: Cognition and behavior. Í E. Tulving og F. I. M. Craik (Ritstj.), *The oxford handbook of memory* (bls. 125-135). Oxford, U.K.: Oxford University Press.



- Gregg, V., Freedman, C. og Smith, D. (1989). Word-frequency, articulatory suppression and memory span. *British Journal of Psychology*, 80(3), 363-374.
- Jörgen L. Pind, Friðrik Magnússon og Stefán Briem. (1991). *Íslensk orðtíðni-bók*. Reykjavík: Orðabók Háskólans.
- Lovatt, P., Avons, S. og Masterson, J. (2000). The word-length effect and disyllabic words. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, Section A: Human Experimental Psychology*, 53(1), 1-22.
- Neath, I., Bireta, T. og Surprenant, A. (2003). The time-based word length effect and stimulus set specificity. *Psychonomic bulletin & review*, 10(2), 430-434.
- Neath, I. og Surprenant, A. M. (2003). *Human memory* (2. útgáfa). U.S.A., California: Wadsworth/Thomson Learning.
- Nee, D. E., Berman, M. G., Moore, K. S. og Jonides, J. (2008). Neuroscientific evidence about the distinction between short- and long-term memory. *Current Directions in Psychological Science*, 17(2), 102-106.
- R Development Core Team. (2009). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria. (ISBN 3-900051-07-0)
- Ranganath, C. og Blumenfeld, R. (2005). Doubts about double dissociations between short- and long-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(8), 374-380.
- Roodenrys, S., Hulme, C., Alban, J., Ellis, A. og Brown, G. (1994). Effects of word-frequency and age of acquisition on short-term-memory span. *Memory & Cognition*, 22(6), 695-701.

- Roodenrys, S., Hulme, C., Lethbridge, A., Hinton, M. og Nimmo, L. (2002). Word-frequency and phonological-neighborhood effects on verbal short-term memory. *Journal of experimental psychology: Learning, memory and cognition*, 28(6), 1019-1034.
- Roodenrys, S. og Quinlan, P. (2000). The effects of stimulus set size and word frequency on verbal serial recall. *Memory*, 8(2), 73-80.
- Scoville, W. B. og Milner, B. (1957). Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 20, 11-21.
- Shallice, T. og Warrington, E. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: A neuropsychological study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22(2), 261-273.
- Shebani, M. F. A., Vijver, F. J. R. V. d. og Poortinga, Y. H. (2005). A strict test of the phonological loop hypothesis with libyan data. *Memory & Cognition*, 33(2), 196-202.
- Smith, E. E. og Kosslyn, S. M. (2007). *Cognitive psychology: Mind and brain* (1. útgáfa). New Jersey: U.S.A., Pearson Education (Prentice Hall).
- Spiers, H., Maguire, E. og Burgess, N. (2001). Hippocampal amnesia. *Neurocase*, 7(5), 357-382.
- Walker, I. og Hulme, C. (1999). Concrete words are easier to recall than abstract words: Evidence for a semantic contribution to short-term serial recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(5), 1256-1271.

## Viðauki A

Tafla 4. ANOVA tafla fyrir samanburð á meðaltölum á bls. 37.

Uppruni	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
Atkvæðafjöldi (A)	1,868	2	0,934	42,85**
Villa (A)	0,697	32	0,022	
Birtingarform (B)	0,193	1	0,193	5,12*
Villa (B)	0,603	16	0,038	
A x B	0,059	2	0,029	1,37†
Villa (A x B)	0,686	32	0,021	

† $p > 0,05$ ; \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$