

# Mesterséges nyelvtan elsajátítása – viselkedéses és szemmozgáskövetéses vizsgálatok eredményei<sup>1</sup>

**Bánréti Zoltán<sup>1</sup> – Pajkossy Péter<sup>2,3</sup> –  
Kemény Ferenc<sup>4</sup> – Zimmer Márta<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>MTA Nyelvtudományi Intézet, Budapest

<sup>2</sup>MTA-BME NAP-B Frontostriatális Rendszer Neurokognitív Zavarai Kutatócsoport

<sup>3</sup>BME Kognitív Tudományi Tanszék, Budapest

<sup>4</sup>Institut für Psychologie, University of Graz, Graz

banreti.zoltan@nytud.mta.hu; ppajkossy@cogsci.bme.hu; ferenc.kemeny@uni-graz.at;  
mzimmer@cogsci.bme.hu

---

*Kivonat:* Mesterségesnyelvtan-elsajátítási paradigmával vizsgáltuk, hogy a magyar endocentrikus összetett szavak alkotását irányító absztrakt szerkezeti-szekvenciális mintázat mennyire tanulható implicit módon, a lexikai-szemantikai információk nélkül. A szerkezeti-szekvenciális mintázatot jelentés nélküli álszavakkal hoztuk létre. Eredményeink szerint tényleges tanulási folyamatok zajlottak. A résztvevők a szabályos összetett szavakat, valamint a száliens hibákat könnyen azonosították, míg a nehezen észlelhető hibákat gyakrabban tévesen elfogadták. A viselkedéses vizsgálattal szinkronizáltan szemmozgáskövető berendezést is alkalmaztunk. A három kondíció különbsége megjelent a szemmozgásmutatók eltéréseiben, az álszavak kritikus részeihez kapcsolódva. Az önreflexióik alapján a személyeket két csoportba osztottuk. A csoportok mind viselkedésesen, mind a szemmozgásmutatókban eltérő profilt mutattak. Végezetül fontos eredmény, hogy tanulásra utaló különbségeket találtunk a szemmozgásmutatók mintázatában olyan esetekben is, amikor a viselkedéses mutatókban a tanulás nem volt kimutatható.

*Kulcsszavak:* mesterségesnyelvtan-elsajátítás; összetett szavak; szemmozgásmutatók

---

## 1. Bevezetés

**1.1.** A nyelvi feldolgozás számára alapvetően fontos képesség a szekvenciák szintaktikai szabályosságainak kiemelése és új szekvenciákra való alkalmazása. Az erre vonatkozó érzékenység már újszülöttek esetében is kimutatható (pl. Gervain et al. 2008; Gervain 2017), akkor is, ha nincsen nyelvi jelentése a sorozatnak (pl. jelentés nélküli hangsorok, álszavak szekvenciái), de olyan vizuális modalitás eseteiben is,

<sup>1</sup> Köszönettel tartozunk Kas Bencének a mesterséges nyelvtani paradigma hangzó anyagának idő- és munkaigényes előállításáért és az auditív prezentációra adott, fontos javaslataiért, kommentárjaiért. Köszönjük Ladányi Enikőnek és Káldi Tamásnak a kísérletben részt vevő személyek toborzásában nyújtott segítségét. Külön köszönet illeti Káldi Tamást a kéziratához fűzött, nagyon tanulságos kommentárjaiért, és Ladányi Enikőt a kísérletben részt vevő személyek önreflexióinak összegyűjtéséért.

ahol az ingerek szintén nem tartalmaznak lexikai-szemantikai információt, mint például a jelentés nélküli vizuális formák, színek szekvenciái. A csecsemőknek és az egészséges felnőtteknek az a képessége, hogy detektálni tudják a szintaktikai szabályosságokat a lexikai-szemantikai információk nélkül is, a nyelvi szintaktikai viselkedés egyik alapja. A mesterségesnyelvtan-elsajátítási (MNYE) (*artificial grammar learning* (AGL)) kísérleti paradigma lehetővé teszi a szintaktikai képességek vizsgálatát olyan esetekben, ahol az ingeranyagban nincsen standard nyelvi információ, különösen nincsen specifikus lexikai-szemantikai információ. Reber (1967) úttörő kutatásában betűk sorozatait mutatták be a kísérleti személyeknek. Az egyik csoportnak olyan 4–6 tagból álló betűsorozatokat, melyeket random módon állítottak össze, a másik csoportnak pedig grammatikai szabályok szerint rendezett, 6–8 betűből álló sorozatokat („mondatokat”) prezentáltak. A grammatikai rendezettség azt jelentette, hogy a betűsorokat egyfajta véges állapotú mesterséges nyelvtan szabályai alapján állították össze. A prezentációkat követően a látottak reprodukciójára kérték a személyeket. Reber úgy találta, hogy a random módon szerkesztett ingersorok reprodukciójához használt általános tanulási stratégia olyan volt, hogy egy egységet kiemeltek, a többi háttérbe szorítása mellett, majd a második egység kiemelése következett a fennmaradók háttérbe szorítása mellett és így tovább. A mesterséges nyelvtan szabályait követő betűsorok esetében a személyek egyre növekvő érzékenységet mutattak a szekvenciákban rejlő mintázatokra és szignifikánsan egyre kevesebb és kevesebb hibát produkáltak. Ezt csak a mesterséges nyelvtani szabályok szerint összeállított betűsoroknál tapasztalták, a random módon rendezettek reprodukciójánál nem. Mivel maga a tanulási stratégia föltehetően nem változott, a tanulás hatékonyságának szignifikáns növekedését az ingerek mesterséges nyelvtani szerkezetének kiemelésre vonatkozó képességgel magyarázta Reber. Egy következő kísérletben a mesterséges nyelvtani szabályokat követő betűsorokra vonatkozó, előbbiekhöz hasonló memóriafeladatok képezték a tanulási fázist. Ezt követően elárulták a személyeknek, hogy a betűsorozatok mögött egyfajta nyelvtan szabályai állnak, majd új betűsorokról kellett eldönteniük, hogy azok szabályosak-e vagy sem. (Egyesek követték, mások megsértették az alkalmazott mesterséges nyelvtan szabályait.) A személyeknek az új betűsorok szabályosságára vonatkozó döntései azt mutatták, hogy képesek voltak kiemelni és döntéseikben alkalmazni a betűsorokba rejtett mesterséges nyelvtani szabályokat anélkül, hogy explicit szabályokat vagy stratégiákat vettek volna igénybe. Reber implicit tanulásnak tekintette azt a folyamatot, ami a rejtett szerkezeti mintázatokra vonatkozó növekvő érzékenységet kifejleszti, és amely során ezek hatékony elsajátítása és alkalmazása kifejlődik.

**1.2.** Számos kutatás talált korrelációkat a kísérleti személyeknek az MNyE-paradigmában mutatott teljesítménye és a természetes nyelvi feldolgozó képességeik között (Kemény et al. 2014; Misyak–Christiansen 2012; Zimmerer 2010; Zimmerer et al. 2014). Ezen eredmények alapján az általános szerkezetkiemelő képesség a természetes nyelvi szintaktikai képesség egyik alapja. Az MNyE-paradigmával kapcsolatos agyi képpalkotó vizsgálatok során az ingerek jellegétől függő modalitásspecifikus feldolgozó területek mellett mindig aktiválódtak a baloldali alsó (inferior) homloklebeny tartományai (BA 44/45) és a középső, elülső (prefrontális) homloklebeny egyes területei, amelyek a természetes nyelvi szintaktikai feldolgozás aspektusaiért is felelősek (Bahlman et al. 2008; Friederici et al. 2011; Fitch–Friederici 2012; Petersson et al. 2012; Folia–Petersson 2014). Lehetséges, hogy a szekvenciákba rejtett szabályosságok kiemelése nem független attól, hogy nyelvi ingert vagy nem-nyelvi ingert alkalmaznak (pl. nyelvi-akusztikai ingerek vs. vizuális jellegű ingerek). Lukics és Kemény (2016) olyan eredményeket kapott, amelyek szerint a nyelvi hangszekvenciákat tartalmazó ingeranyag esetében az implicit módon elsajátított szabály kiemelése és alkalmazása sikeresebb, a szabálykiemelő mechanizmus érzékenyebb, mint a vizuális jellegű ingeranyagnál. Ez összefügghet azzal, hogy az implicit procedurális memóriarendszernek az MNyE-paradigma keretében érintett alrendszere érzékenyebb a nyelvi ingerek szabályosságaira, mint a nem nyelviékre.

**1.3.** Hierarchikus struktúrák elsajátítását több kutatás is vizsgálta MNyE-módszer-tannal. Rohrmeier és munkatársai (2012) amellett érvelnek, hogy a rekurzív szerkezetek elsajátítása nem tudatos módon, hanem mintegy automatikusan történik. Eredményeik ugyanakkor azt is mutatják, hogy a szintaktikai jobbra csatolás könnyebben tanulható, mint a szerkezetek közepére ágyazása. Uddén és munkatársai (2012) eredményei azt mutatták, hogy a két szerkezetet hasonlóképpen sajátították el a résztvevők. De Vries és munkatársai (2008) a tanulási és grammatikalitási döntési stratégiákat vizsgálva ugyanakkor arra a következtetésre jutottak, hogy nincs egyértelmű bizonyíték a hierarchikus struktúrák elsajátítására. Interpretációjuk szerint a résztvevők inkább más, közelítő stratégiákat használtak a feladat megoldása során.

Az ún. „kicsiben kezdés” hatás irodalma is főleg kontextusfüggetlen nyelvtanokat alkalmazott (részletes bemutatását l. Kemény–Lukács 2017 ebben a kötetben). Ez a hatás arra vonatkozik, hogy egy szerkezet elsajátítása hatékonyabb, ha az ingereket a kevésbé komplextől a komplexebb felé haladva mutatják be a résztvevőknek (Elman 1993). A hatás megmutatkozik  $A_n B_n$  típusú, középre ágyazott hierarchikus szerkezetek elsajátításánál is (Lai–Poletiek 2013), és dokumentálták

vizuális ingerek esetében is, mind középre ágyazott, mind jobbra csatolt szerkezetekben (Conway et al. 2003).

## 2. Összetett szavak alkotásának szintaxisa a magyarban

**2.1.** Az összetett szó olyan több szóból álló morfológiai alakzat, amely szintaktikai értelemben maga is szó (Kiefer 2000, 521). A **szavakból álló szó** alakzatának felépítése nem tetszőleges, hanem formális szabályokat követ, vagyis a lexikon keretén belül van, rendelkezik egyfajta szintaxissal. Vannak endocentrikus szerkezetű összetett szavak, ezek mindig tartalmaznak alaptagot – a magyarban ez a jobb szélső tag. Ez szabja meg az összetett szó egészének morfológiai, szintaktikai és egyes szemantikai tulajdonságait, pl. *tévészereelő*, *kullancsirtó*. Ez a vonásuk különbözteti meg őket az exocentrikus összetételektől, amelyekben nem jelölhető ki alaptag, pl. *egyszeregy*, *hiszekegy*, *út-ver* (Kiefer 2000, 519–525).

Arra voltunk kíváncsiak, hogy az az absztrakt szerkezeti-szekvenciális mintázat, amely az endocentrikus összetett szavak alkotását irányítja, mennyire tanulható implicit módon akkor, ha nem áll rendelkezésre semmilyen lexikai-szemantikai információ. Alább a 3. pontban mutatjuk be az erre a célra kialakított MNyE-paradigmát. Látszólag paradox, hogy éppen összetett szavakat, azaz komplex lexikai egységeket létrehozó szabályok implicit tanulására vonatkozó képességeket vizsgálunk MNyE-paradigmával. De ezt lehetővé teszi, hogy a magyar endocentrikus összetett szavak világos szintaktikai formalizmus mentén épülnek fel, ráadásul ezek a szintaktikai szabályok rekurzívak, ami a természetes nyelvi szintaxis fontos vonása. Így van arra lehetőség, hogy szintaktikai tanulási képességeket vizsgáljunk specifikus lexikai-szemantikai információk nélkül. Látni fogjuk, hogy az MNyE-paradigmában alkalmazott ingeranyag olyan volt, hogy azt a kísérleti személyek tudatosan nem azonosíthatták a természetes nyelvi összetett szót építő formalizmussal. Az összetett szavakat formáló szabályok felé azért is fordultunk, mert ez lehetővé tette, hogy viszonylag rövid ingerszekvenciákat alkalmazzunk, ami a szemmozgásvizsgálatok számára előnyös volt.

### 2.2. Az endocentrikus összetett szavak szintaxisáról

Amennyiben az endocentrikus összetett szót alkotó szavak azonos kategóriájúak (pl. két főnév: *autókormány*, vagy két melléknév: *balliberális*), akkor az alaptag pozicionális módon határozható meg: a jobb szélső tag. Amennyiben az összetett



A bináris szerkezetű és rekurzív összetett szavakban lehetnek relatív és abszolút alaptagok, a szerkezet komplexitásától függően. A *gáz-mérő-leolvasó-felügyelő* példánkban relatív alaptagok: (... *mérő*), ((... *leolvasó*), és abszolút alaptag: (((... *felügyelő*)). Közös bennük, hogy a tőlük balra álló szó vagy szavak alkotják a bővítményeiket. Az utóbbiak (*gáz, gázmérő, gázmérő-leolvasó*) szemantikai sajátossága, hogy bővítményként rendszerint generikus olvasatúak (nem specifikus, hanem „általános” vonatkoztatásúak).

Az *-ó/-ő* képzős, deverbális alaptagú összetételek jelentése általában előre jelezhető, bár az *-ó/-ő* képzős tag nem őrzi meg teljes mértékben a képzetlen alapige argumentumszerkezetét: az eredeti alany „elnyomott”, explicite nem jelenhet meg. A tárgyi (páciens) szerepű argumentum viszont megjelenik, de esetrag nélkül. A bővítmény tag legtöbbször az alapige tárgyi (páciens) szerepű bővítménye. Például: a bővítmény tag páciens funkciójú: *autószerelő* (vö. *autót szerel valaki*), *falvéső* (vö. *a falat vési egy eszköz*), *vírusirtó* (vö. *vírust irt egy eszköz/szoftver*), *csónaktároló* (vö. *csónakot tárolnak valahol*).

Kiefer (2000) bemutatja, hogy az interpretációknak jellegzetes vonása, hogy a deverbális képzést „elszenvedett” ige alanyi argumentumának a helye lekötött, nem lehet külön jelölni az összetett szón belül, hanem magához az *-ó/-ő* képzős alaptaghoz társul annak a nem specifikus cselekvőnek/működőnek/eszköznek a rejtett neve (*aki* vagy *ami*, vagy *amivel*: *mér, leolvas, felügyel, szerel, vés, irt, tárol*). Mivel az alapige alanyi argumentumának helye lekötött, „elnyomott”, ezért feltétel, hogy nem lehet egyargumentumú, tárgyatlan alapigét alkalmazni ebben a konstrukcióban, vö. *\*vitainduló, \*kutyafutó, de: vitaindító, kutyafuttató*.

**2.4.** A lexikai rekurzió szempontjából tehát releváns, hogy az *-ó/-ő* képzős alaptag örökli az „eredeti” igétől a **páciens** thematikus szerepű argumentumot (az ágens cselekvése valamilyen változást okoz az állapotában). Ezt az argumentumot a bővítmény (pl. *gáz, autó, fal, vírus, csónak* stb.) elégíti ki. De ezek a bővítmények már nem szintaktikai értelemben vett vonzatai az *-ó/-ő* képzős alaptagnak, mivel az alaptag és a bővítmény közötti kapcsolatot valójában szemantikai argumentumok (thematikus szerepek) biztosítják. Ez a reláció grammatikai szempontból nem kötelező: az alaptagok (*mérő, leolvasó, felügyelő, szerelő, véső, irtó, tároló* stb.) önmagukban nem rosszul formáltak, nem kötelező bővítményt felvenniük, pusztán jelentésük bizonyos vonásai a bővítmény nélkül nem specifikálódnak. Az összetett szó konstrukciója azt a szemantikai sémát követi, melyben az előzményszónak, azaz a **páciens**nek szemantikai (thematikus) viszonyban kell lennie az *-ó/-ő* képzős alaptaggal. A séma annyit mond, hogy adott XY összetétel, amelyben X páciense Y-nak. A létrejött alakzatot, (XY)-t egységnek tekintve az (XY) + Z

összetételben az (XY) lesz páciense Z-nek. Az ily módon létrejövő (XYZ)-t egységnek tekintve, az (XYZ) + V összetételben az (XYZ) lesz a páciense V-nek és így tovább. Az ilyen műveleteket tekintjük lexikai rekurziónak.

### 3. A vizsgálat céljai

**3.1.** A beszélők a jelentéssel bíró nyelvi szerkezetek létrehozása és értelmezése során használják – többek között – a nyelv formális szabályait. Ezeket implicite ismerik, de elősorolni nem képesek. Arra voltunk kíváncsiak, hogy egy természetes nyelvi konstrukciónak (összetett szónak) csakis a formális szabályait tartalmazó (minden lexikai-szemantikai információ nélküli), mesterséges nyelvtan tanulásában a felnőtt személyek milyen tanulási teljesítményt nyújtanak, és milyen jeget használnak fel a tanulás során. A viselkedéses vizsgálattal szinkronizáltan szemmozgáskövető vizsgálatot végeztünk és azt feltételeztük, hogy a mesterséges nyelvtan tanuló megjelenik a szemmozgásmutatókban is.

**3.2.** A formális tulajdonságaiban „leképezett” természetes nyelvi konstrukció tehát az összetett szó rekurzív szerkezete volt, amit jelentés nélküli álszavak sorozataira képeztük le. Az álszó-szótagok a fonetikai jegyeikben szisztematikusan különböztek egymástól és a különbségeik révén 3 kategóriát alkottak. A kategóriák sorrendje és az ismétlődéseik szigorúan kötött pozíciói leképezték a természetes nyelvi, rekurzívan felépített összetett szavak formális szintaktikai viszonyait. Természetesen a mögöttes rekurzív szerkezeti hierarchia közvetlenül nem volt észlelhető, mint ahogy a természetes nyelvben sem észlelhető közvetlenül. Viszont az álszó-kategóriák kötött sorrendű és pozíciójú ismétlődéseinek észlelhető mintázata megfelelt a természetes nyelvi rekurzív szerkezet „felszínén” észlelhető ismétlődéseknek (vö. *zsöm-sany-sze-kol-sze-táh-sze* vs. *káv~~é~~-főz-ő-tisztít-ó-ada-gol-ó*). Az ingeranyag részleteit l. a 4.3. pontban).

**3.3.** A kísérleti személyek nem voltak tudatában annak, hogy a háttérben a rekurzív összetett szóból „kivont” formális szabályok állnak. Ők pusztán álszó-szótagok különféle sorozataival találkoztak, és csak a paradigma utolsó szakaszában (a tesztfázisnál) árultuk el, hogy a sorozatok egyáltalán követnek valamilyen szabályosságot. Azt már nem mondtuk meg, hogy miféle szabályosságról van szó, nyelviről vagy másfajta szabályosságról. A tanulás szempontjából a személyek számára tehát ez mindenképpen új feladat volt, nem olyasmi, amit már tudtak. Másfelől azt akartuk, hogy a háttérben alkalmazott formális szabály olyan legyen,



ami megtalálható a természetes nyelv formális konstrukcióiban, hiszen csak ekkor lehetünk biztosak abban, hogy ez amúgy a jelentéssel nyelvi konstrukciókban megtanulható.

Vizsgálataink részleteit és eredményeit az alábbiakban mutatjuk be.

## 4. Módszerek

**4.1.** Az MNyE-paradigma keretében azt vizsgáljuk, hogy ha minden lexikai, szemantikai információt teljes egészében kivonunk a konstrukciókból, akkor a fennmaradó szekvencia tekintetében milyen tanulási teljesítményt mutatnak a kísérleti személyek. Van-e például hatása a formális szabályok rekurzivitásának, ami a szekvenciákban egyfajta ismétlődésként jelenik meg? Bár a rekurzió nem azonos az ismétlődéssel, de a szerkezeti hierarchia komplexitásának növelése mellett magában foglal ismétlődést is. Ez az összetett szavak mellett a szószerkezetek és a mondatok szintjein is megjelenik. Vö. (*egy turista (egy kerékpáron (a hegy tetején, egy ösvényen))*), *X észrevette, hogy Y tudta, hogy Z szólt, hogy...*

### 4.2. A kísérleti személyek

16 személy vett részt a kísérletben (12 nő, 4 férfi), az átlagos életkoruk: 29,4 év (szórás: 5,6). Az összes résztvevő jobbkezes volt. A résztvevőket az interneten (szociális hálózatokon történő hirdetés, illetve email-es kapcsolatfelvétel révén) értük el. A részvételért pénzügyi ellentételezést biztosítottunk számukra (vásárlási utalvány).

### 4.3. Az ingeranyag

Jelentés nélküli álszavak sorozataiból állítottuk elő az ingeranyagot. Az álszavak magyar fonémákból álló, egy szótagú, CVC (mássalhangzó-magánhangzó-mássalhangzó) konstrukciók voltak. A háttérként szolgáló természetes nyelvi mintázat formális tulajdonságait szem előtt tartva úgy döntöttünk, hogy az álszavak három kategóriába lesznek sorolhatók: (i) a természetes nyelvi főnévnek megfelelő



pozícióban előfordulók, (ii) a természetes nyelvi igének megfelelő pozícióban előfordulók és (iii) a természetes nyelvi *-ó/-ő* képzőnek megfelelő pozícióban előfordulók. Az álszavak három osztályának különbségeit fonetikai jegyek alapján észlelhetővé tettük. A főnévi pozíciójú álszavak mindig zöngés zörejjel kezdődtek, a magánhangzójuk mindig elöl képzett volt, a záró mássalhangzójuk pedig zengőhang volt, azaz nem rendelkezett a zöngésség jegy szempontjából ellentett párral. Az igei pozíciójú álszavak mindig zöngétlen mássalhangzóval kezdődtek (a főnévi álszavak kezdő hangjainak zöngétlen párjaival), a magánhangzójuk mindig hátulképzett volt, és a záró mássalhangzójuk szintén zengőhang volt, azaz ezeknek szintén nem volt a zöngésség jegy szempontjából ellentett párja. Az *-ó/-ő* képző pozíciójába mindig ugyanazt a CV konstrukciójú álszót helyeztük, amit relátornak neveztünk, ez volt a két hangból álló *-sze*. A felhasznált álszavak készletét a főnévi, igei és relátor kategóriák szerinti megoszlásban az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat: Az álszavak kategória szerinti listája

N	V	R
dűny	táh	sze
bűr	pur	
gij	kol	
zsöm	sany	
vel	fúm	

Az álszavakból a természetes nyelvi mintázat formális jegyei alapján sorozatokat képeztünk. Például:

*((gáz-mér+ő) leolvas+ó) felügyel+ő)*

*((N- V + R) V + R) V + R)*

*((vel- pur-sze) kol-sze) táh -sze)*

Amikor a fenti vagy hasonló sorozatok előfordultak a tesztfázisban (a döntési feladatokban), akkor a kísérleti személyek folyamatos szekvenciaként hallották és olvasták őket: *velpurszekolszetáhsze* (l. erről részletesen a 4.4.3. pontot).

#### 4.4. Az MNyE-paradigma fázisai és módszerei

A paradigma három fázisból állt: az előtanítási, a tanítási és a tesztfázisból.

**4.4.1.** Az előtanítás során az álszavak három kategóriába sorolhatóságát tanítottuk (vö. 1. táblázat). Emlékezeti feladatokat kaptak a személyek, amelyek a „főnévi” (N), majd az „igei” (V) majd az „ige+relátor” (V+R) osztályba való besorolást implicit módon tanították. A feladat elején a képernyőn olvasták és közben hangszóróból hallották egymás után az N kategóriába tartozó szavakat. Ezután jött egy kategorizációs feladat. Minden itemet egy fixációs kereszt előzött meg, amely 1000 ms ideig volt látható. Ezt követően 1500 ms időtartamban megjelent a képernyőn és hallható volt egy N osztályú álszó, ami célszó volt, majd újabb két álszó jelent meg a képernyőn egymás mellett, illetve hangzott el egymás után. Az egyik N osztályú, a másik V osztályú volt, és a feladat abban állt, hogy a kísérleti személynek el kellett döntenie, hogy az éppen látott-hallott két álszó közül melyik illik a korábban látott álszóhoz. Tehát egy N kategóriájú álszóra egy másik, N kategóriájú álszót kellett találnia. Például: megjelent és elhangzott a *dűny*, eltűnését követően megjelent és elhangzott előbb az egyik „teszt” álszó, például a *bűr*, majd a másik teszt szó: a *táh*, és a személynek döntenie kellett melyik illik a korábban látott-hoz. Az „illik” kifejezés tartalma nem volt kifejtve és a kísérleti személy semmi más információt nem kapott, csak annyit, hogy lehetőleg jegyezze meg a célszót/ emlékezzen a célszóra. A válasz után a válasz helyességére vonatkozó visszajelzés következett, majd még egyszer bemutattuk a helyes N-N választ, esetünkben: *dűny – bűr*. Ezután, az 1000 ms fixációs keresztet követően jött a következő N osztályú álszóhoz párosítást tanító memóriafeladat, az előbbi módozat szerint. Az N osztályba sorolhatóság emlékezeti feladatai addig mentek újra meg újra, amíg a személy vagy 5 egymás utáni jó választ adott az öt álszóra, vagy pedig ha két ötös sorozatban is egymás után 4-4 jó választ adott. A helyes döntés után az N-N megoldás mindig megjelent és hallható volt. A teljesítményfeltétel lehetővé tette, hogy a személyek implicit módon addig tanuljanak, ameddig az esetleges találgatástól eljutnak egy intuitív kategóriaérzékelésig.

A V kategóriába sorolt álszavak tanulására a fentihez hasonló prezentációs módozat szerint kaptak kategorizációs feladatokat a személyek. A feladatok addig mentek újra meg újra, amíg a személy vagy 5 egymásutáni jó választ (V-V) adott az öt álszóra, vagy pedig ha két ötös sorozatban is egymás után 4-4 jó választ produkált. A döntést követően meg is jelent és hallható volt a V-V megoldás, például: *táh-pur*.

Végül a VR kategória és az N kategória összekapcsolhatóságának emlékezeti feladat révén való tanulása következett. A prezentáció módozata hasonló volt, mint fent. Kétfajta cél-álszó volt. Az egyik esetben az elhangzó-megjelenő cél-álszó egy VR kapcsolat volt (pl. *kolsze*), és eltűnését követően egy N és V álszó közül kellett választani (pl. *gij* vagy *pur*), és a rendszer az N választ fogadta el, a jó választ követően megjelent és elhangzott a megoldás: *gijkolsze*. A másik esetben az elhangzó-megjelenő cél-álszó N volt (pl. *vel*), ekkor VR és V álszó közül kellett választani hozzá: *sanysze* vagy *fum*. A választ követően megjelent és elhangzott a megoldás: *velsanysze*. Mindkét alfeladatban a paradigma által elfogadott és megerősített válaszok egy-egy NVR sorozatot tartalmaztak: *gijkolsze*, *velsanysze*. Ebben az esetben 10 egymás utáni jó válasz, vagy két egymás utáni sorozatban adott 8-8 jó válasz után engedett csak tovább a rendszer. A döntéseket mindig a klaviatúra bal vagy jobb nyilat ábrázoló billentyűjének lenyomásával fejezték ki (a bal oldali vagy a jobb oldali álszó kiválasztása, a helyes válasz random módon jelent meg a bal vagy a jobb oldalon).

**4.4.2.** A tanítófázisban 165 szabályos álszósorozatot hallottak és láttak a személyek. Ebben 15 egytagú (NVR), 75 kéttagú (NVRVR), és 75 háromtagú (NVRVRVR) álszósorozat volt, a deverbális igékkal képzett egytagú, kéttagú és háromtagú, összetett szavak formális mintázatának megfelelően. Az 1000 ms fixációs keresztet követően 3000 ms időtartamban volt olvasható/hallható az adott álszósorozat, majd 1000 ms késleltetés után egy célszótag volt látható/hallható szintén 1000 ms-ig és a kérdés, döntse el, hogy ez utóbbi álszó szerepelt-e a korábbi álszósorban. A választ követően, a választól függően „helyes válasz” vagy „helytelen válasz” felirat jelent meg a képernyőn 2000 ms-ig. A feladat célja az volt, hogy a kísérleti személyek lehetőleg maximálisan figyeljék meg a 165 szabályos álszósorozat tagjait. A döntéseket a klaviatúra bal, illetve jobb nyilat ábrázoló billentyűjének lenyomásával fejezték ki.

**4.4.3.** A tesztfázis egy 45 perces szünetet követően indult. A szünet alatt a tesztfázis során zajló EEG-vizsgálathoz felhelyezték az elektródákat (módszertani megfontolások miatt az EEG-vizsgálattal kapcsolatos adatalemzéseket nem közöljük). A tesztfázis kezdetén közöltük a személyekkel, hogy az előzőekben látott/hallott szósorok valamilyen szabálynak megfelelően voltak előállítva – erről további információt nem kaptak. Közöltük, hogy ezután látni fognak olyan álszósorokat, melyek vagy megfelelnek a szabályoknak, vagy nem. Elmondtuk nekik azt is, hogy az lesz a feladatuk, hogy döntsék el, egy-egy álszósor szabályos vagy nem

szabályos. A feladatra, a fixációs kereszt eltűnését követően 3000 ms-ot adott a program, majd továbblépett. A személyek a klaviatúrán a bal vagy a jobb nyíl lenyomásával jelezték a válaszukat. A fixációs kereszt időtartama 400 és 500 ms közötti random érték volt minden próbában.

A tesztfázisban az álszósorok a háromtagú összetett szó formális mintázatát követték. A szabályt követő álszósorok háromtagú, N-VR-VR-VR konstrukciójúak voltak. A 180 ingerből 90 inger szabálysértő álszósor volt, ebből 45 inger kiugró hibát, 45 másik inger pedig nehezen észlelhető hibát tartalmazott; 90 inger pedig szabályos álszósor volt. Példák (aláhúzás jelöli a hibát):

1. kondíció: szabálysértő, száliens hibával

gíjtáhszefűmvelpursze  
NVRVNVR

zsömfűmszekolvelpursze  
NVRVNVR

2. kondíció: szabálysértő, nehezen észlelhető hibával

veltáhszeggijszepursze  
NVRNVR

velsanyszzezsömszepursze  
NVRNVR

3. kondíció: szabályos:

velfűmszetáhszekolsze  
NVRVRVR

zsömsanyszekolszetáhsze  
NVRVRVR

4.4.4. A teszt explikálási feladattal zárult: „Kérjük, foglalja össze, milyen szabályosságokat ismert fel! Mi alapján döntötte el az utolsó részben, hogy egy szó szabályos-e vagy sem? Akkor is próbáljon meg válaszolni, ha nem ismert fel szabályosságot!”

## 4.5. A szemmozgáskövetés módszertana

4.5.1. A kísérlet során a SensoMotoric Instruments (Teltow, Németország) HiSpeed-1250 típusú szemmozgáskövető berendezését használtuk. A műszer a kísérleti személy által nem érzékelt infravörös fényvel világítja meg a szemet, miközben egy infravörös fényre érzékeny kamera rögzíti a szem mozgásait. Az infravörös fény szaruhártyáról történő visszatükröződése látszik a felvételen: e tükröződés és a pupilla középpontjának az egymáshoz viszonyított helyzete alapján a tekintet iránya kiszámítható (Holmqvist et al. 2011). A HiSpeed-1250 típus esetében a kamera és a fényforrás egy álltámaszszerű felépítménybe van integrálva, és a kísérleti személyek a vizsgálat minden szakaszában ide helyezték be a fejüket. A berendezés előtt helyezkedett el az ingerprezentációra szolgáló

monitor, a kísérleti személyek fejétől 55 cm-re. Minden kísérleti személy esetében a bal szem mozgásait mértük. Noha a kísérleti személyek minden esetben az álltámaszban tartották a fejüket, a szemmozgás mérésére csak a tesztfázisban történt sor. A tesztfázist az instrukció után a szemmozgáskövető berendezés kalibrációja követte. Adatminőségi szempontok miatt a kalibrációt újra elvégeztük a 60. és a 90. próba után.

**4.5.2.** Az eye-tracker adatokat az ún. AOI-elemzés segítségével elemeztük (AOI: *area of interest*, vizsgált terület). Ennek az elemzésnek az a lényege, hogy a kísérleti személy által látott inger bizonyos részeit kijelöljük, és ezekre a kiemelt figyelmet igénylő területekre számolunk ki különböző mutatókat. Ezen mutatókat a kísérletben prezentált minden inger megjelenésekor, azaz minden kísérleti próba (*trial*) alkalmával kiszámoljuk, majd kondícióként összegezzük. A jelen elemzéshez kijelölt AOI-k a 2. ábrán láthatóak. Az *AOI 1* a kritikus rész első szótagját fedi le (ez a szótag a 2. kondícióban hibás, V helyett N), míg az *AOI 2* a kritikus rész második szótagját fedi le (ami az 1. kondícióban hibás, R helyett N). Az *AOI 1 + 2* a teljes kritikus részt lefedi, míg az *AOI SZÓ* a teljes, ábrán lévő szót fedi le. Fontos megjegyezni, hogy a betűk eltérő nagysága, illetve a szótagok eltérő betűszáma miatt ezen AOI-k nagysága minden inger esetében eltérő volt – de ezek a nagy elemszám miatt feltehetőleg kiegyenlítődnek a kondíciók között.



**2. ábra:** A kísérleti személyek által olvasott szavakra helyezett, és a statisztikai elemzésekben használt AOI-k

Három mutatót számoltunk ki minden AOI-hoz, a három kondícióra külön-külön:

**Az első fixáció hossza** (*first fixation duration*): Az adott AOI-ba eső első fixáció hosszúsága ms-ban, gyakran használt mutató a feldolgozási mélységgel kapcsolatban (mértékegység: ms; az összes trial alatt mérve, majd kondícióként átlagolva).

**A visszatérések száma** (*revisits*): Az adott AOI-ba való első belépés és kilépés UTÁN hányszor tért még vissza a tekintet az adott AOI-ba (mértékegység: visszatérések száma/trial; az összes trial alatt mérve, majd kondícióként átlagolva).

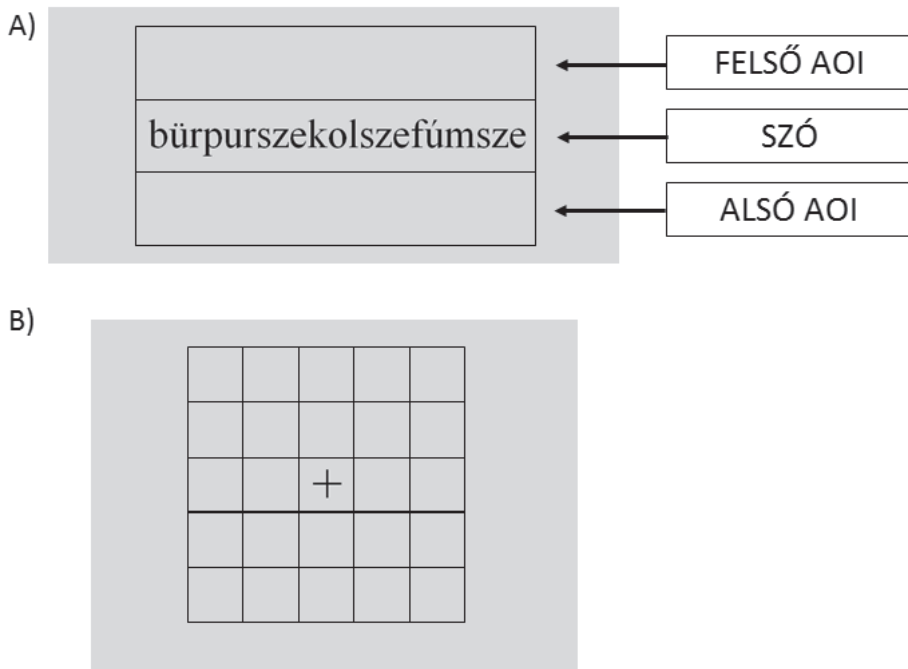
**Arányosított nézési idő:** Első lépésben kinyerjük az AOI-kra jutó százalékos nézési időt minden trial esetében (egy adott trial idejének hány százalékában nézett egy adott AOI-ra a kísérleti személy). Ezen nézési idők azt mutatják, hogy a teljes képernyőre vetítve, a trial idejének hány %-ában volt a tekintet az egyes AOI-kon. Mivel jelen vizsgálatban csak a bemutatott szó által lefedett területen történik érdemleges feldolgozás, ezért pontosabb mutatót kaphatunk, ha a szabályszerűség szempontjából kritikus AOI-k (AOI 1, AOI 2, AOI 1+2) százalékos nézési idejét elosztjuk a teljes szóra eső százalékos nézési idővel (AOI SZÓ). Ez a mutató azt reprezentálja, hogy a feldolgozandó szóra eső figyelemnek (AOI SZÓ nézési idő) hány százaléka esik az egyes szótagokat lefedő, a szabályszerűség szempontjából kritikus AOI-kra (mértékegység: %, az összes trialra kiszámolva, majd kondícióként átlagolva).

A statisztikai elemzés során három különböző összehasonlítást végeztünk: (1) az összes választ figyelembe véve, (2) csak a helyes válaszokat figyelembe véve, végül pedig (3) az 1–2. kondícióban adott helytelen válaszokat összehasonlítottuk a 3. kondícióban adott helyes válaszokkal. Fontos, hogy ez utóbbi esetben az első két kondícióban helytelenül szabályszerűnek ítélt ingerekre adott válaszokat hasonlítjuk össze a 3. kondícióban helyesen szabályszerűnek ítélt ingerekre adott válaszokkal. Amennyiben a helyes vagy helytelen válaszok aránya egy adott kísérleti személynél 10%-nál kevesebb volt, akkor őt kizártuk az adott elemzésből. Szintén elvégeztük az ún. *transition matrix* elemzést is, melyben az egyik AOI-ból a másikba történő átmeneteket (*transitions*) vizsgáltuk.

**4.5.3. A szemmozgásadatok elemzése előtt minden kísérleti személynél megvizsgáltuk, hogy a szemmozgásadatai valóban ott jelennek-e meg, ahol az instrukció alapján elvárható. A vertikális pontosság ellenőrzése végett megvizsgáltuk, hogy a szó megjelenése során a szó felett és alatt kijelölt AOI-n mennyi ideg volt a tekintet (l. 3A. ábra, FELSŐ és ALSÓ elnevezésű AOI). Két esetben ez 90% alatt volt, ezért őket kizártuk a további elemzésből.**

A horizontális pontosság ellenőrzését a fixációs kereszt során mért nézési minitáratok segítségével ellenőriztük. A fixációs keresztet lefedtük egy  $5 \times 5$ -ös AOI mátrixszal (l. 3B. ábra). A mátrix minden négyzetének a szélessége megegyezik az *o* betű szélességével. Ha jó az adatminőség, akkor a fixációs kereszt megjelenése során a nézési idő legnagyobb százalékának a mátrix közepére kell esnie. A nézési

idők eloszlása egyik kísérleti személynél sem utalt egy betű szélességénél nagyobb eltérésre, ezért horizontális eltérés miatt senkit nem kellett kizárni.



3. ábra: Az adatminőség megállapításához használt AOI-k

#### 4.6. Az eredmények statisztikai elemzése

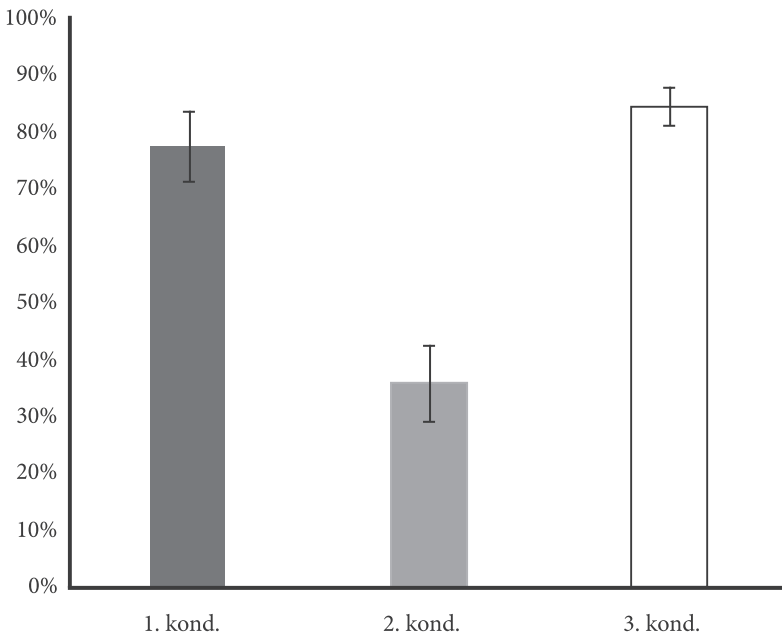
Mind a viselkedéses, mind a szemmozgáskövetéssel kapcsolatos változók esetében a kontrollkondíciót (3. kondíció) hasonlítottuk össze a két kísérletes kondícióval (1–2. kondíció). Először ismételt méréses ANOVA segítségével megvizsgáltuk, hogy van-e eltérés az egyes kondíciók között. Amennyiben az  $F$ -teszt szignifikáns eltérést jelzett, a kontroll és a kísérleti kondíciók közötti különbségeket kontraszt-elemzéssel vizsgáltuk meg, egyszerű kontrasztokat számolva az 1. és a 3. kondíció, illetve a 2. és a 3. kondíció különbségére. A sphericitási feltétel sérülése esetén a Greenhouse-Geisser korrekciót alkalmaztuk. Amennyiben az adott kérdés más elemzési módszert igényelt, azt a szövegben közöljük.



## 5. Eredmények

### 5.1. Viselkedéses válaszok

**5.1.1.** A személyeknek a tesztfázis során hozott döntései azt mutatják, hogy az MNyE-paradigma keretében tényleges tanulási folyamat ment végbe. A kondíciónkénti eredményeket a 4. ábra mutatja be. Az ANOVA-elemzés szignifikáns kondíciófőhatást mutatott,  $F(2,30) = 21,555$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,590$ . Az eredmények szerint az 1. és 3. kondíció találati aránya nem tért el egymástól szignifikánsan,  $F(15) = 1,670$ ;  $p = 0,216$ ;  $\eta_p^2 = 0,100$ ; a 2. és 3. kondíció viszont igen,  $F(15) = 31,774$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,679$ .



**4. ábra:** A helyes válaszok arányai az egyes kondíciókban. A hibásávok a standard hibát ábrázolják.

Az ismételt mérések varianciaanalízis azt mutatta meg, hogy a résztvevők teljesítménye változott a kondíciók között. Azt viszont nem, hogy az egyes feltételeken a teljesítmény eltért-e a véletlentől. Ehhez mindhárom kondícióra egymintás  $t$ -próbát alkalmaztunk 0,5 elméleti átlaggal. Az eredmények szerint mindhárom kondícióra adott teljesítmény eltért a véletlentől: az 1. kondícióban  $t(15) = 4,399$ ;  $p = 0,001$ ; a 2. kondícióban  $t(15) = -2,161$ ;  $p = 0,047$ ; míg a 3. kondícióban  $t(15) = 10,516$ ;  $p < 0,001$ .

Fontos megjegyezni, hogy míg az 1. és 3. kondíció esetében a teljesítmény szignifikánsan a véletlen fölött volt, addig a 2. kondíciónál a teljesítmény szignifikánsan véletlen alatti.

A 3. és az 1. kondíció esetében, amelyeknél a személyek teljesítménye találgatási szint feletti volt, a *-sze* szótag ismétlődési mintázatai támpontot nyújthattak. A szabályos álszorosokban (3. kondíció) a *-sze* a harmadik, az ötödik és a hetedik szótag volt, köztük egy-egy V kategóriájú szótaggal: NVRVRVR (pl. *veľfűmsze-táhszekolsze*). A könnyen észlelhető hiba (1. kondíció) esetében az ötödik szótag nem a *-sze*, hanem valamelyik N kategóriájú álszó, így a *-sze* csak a harmadik és a hetedik szótag volt: NVRVNVR pl. *zsömfűmszekolvelpursze*). Amíg a szabályos változatot a *-sze* „egyenletes” ismétlődése, addig az 1. kondícióbeli szabálytalan változatot a középső *-sze* elmaradásával járó „zökkenő” tehette felismerhetővé.

Ugyanakkor a 2. kondíció szabálysértő jellegének detektálásához másfajta szabályosság kiemelésére volt szükség. Ebben a kondícióban a *-sze* ugyanazokon a helyeken jelent meg, mint a helyes sorozatokban, a szabálysértés abban állt, hogy a *-sze* nem „igei” kategóriaként tanított szótaghoz, hanem „főnévi” kategóriaként tanított szótaghoz kapcsolódott: a VR helyén NR volt: NVRNRVR (pl. *veľsany-szezsömszepursze*). Az előtanító fázisban külön feladatsor tanította az N és a V kategória közötti különbséget, egy másik előtanító fázis pedig a VR kapcsolatot. Az \*NR kombinációt mind az előtanító, mind a tanítófázis kizárta. Viszont ez a szabálysértő kapcsolat volt a 2. kondíció esetében az álszósor közepén, a 4–5. szótagokban. E hibatípus detektálásánál a személyek átlaga a véletlen találgatási szint **alatti** volt. Föltehetően itt azért véletlen alatti a teljesítmény, mert sokan csak a *sze* szótagok ismételtetésére figyelhettek, és ennek alapján oldották meg a feladatot, és így a 2. kondíciót szabályosnak gondolhatták

Viszont voltak személyek, akiknek a helyes döntései ( $\rightarrow$ *nem szabályos*) a véletlen szint feletti arányt mutattak (pl. három személynél 0,98; illetve 0,69; illetve 0,62); és voltak, akik gyakorlatilag nem is vették észre a hibát: 0,00; illetve 0,04; illetve 0,04.

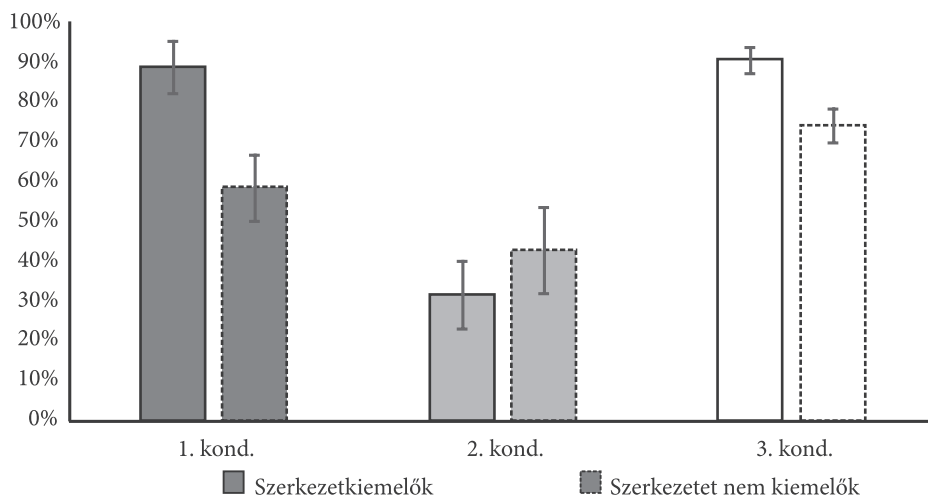
**5.1.2.** Több kutatás is arra jutott, hogy a résztvevőknek a tesztfázis befejezését követően adott beszámolóik az alkalmazott döntési kritériumaikról megfelelően állhatnak a tesztbeli teljesítményükkel (Perruchet–Pacteau 1990; Zimmerer et al. 2011). A tesztet követően magunk is arra kértük a résztvevőket, hogy írják le, milyen szabályosságokat ismertek fel, és minek alapján döntöttek. Az önreflexiók alapján a kísérleti személyeket két csoportba osztottuk: szerkezetkiemelők és szerkezetet nem kiemelők. Az előbbieket az önreflexió során a szerkezettel kapcsolatos információkat nevezték meg döntéseik alapján, például „A kol, -sany -fűm- pur-...

ötösben szereplő szótagok állhattak a szó második harmadik, negyedik szótagjában, és ezek kaphattak -sze toldalékot.. A бүr-os csoport állt a szó elején és ezek nem kaptak -sze végződést, ...csak a szó elején állhattak, a szó közepén nem”. A szerkezetet nem kiemelők irreleváns stratégiáról számoltak be, vagy nem is specifikálták a stratégiát, például: „Két szótagból álló szavakat kerestem először, majd észrevettem, hogy a sorban ez alapján 2–3 szó is kijön, ha két szótagból áll. Az „értelmes” szavak közt a szabályt a **szememmel kerestem**, a legtöbbet a sor elején és végén találtam, a sor közepén ritkábban”. A szerkezetkiemelők közé 10, míg a szerkezetet nem kiemelők közé 6 résztvevőt soroltunk. Az önreflexiók teljes listáját a Függelékben mutatjuk.

**5.1.3.** A helyes válaszok arányát kondícióként és csoportonként vizsgálva az eredmények szignifikáns feltételűhatást mutattak,  $F(2,28) = 20,039$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,589$ . Ezt a hatást már a korábbi eredmények során részletesen bemutattuk. A csoportok között tendenciaszintű különbség mutatkozott a **szerkezetkiemelők** javára,  $F(1,14) = 4,113$ ;  $p = 0,062$ ;  $\eta_p^2 = 0,227$ . Az interakció szignifikáns volt,  $F(2,28) = 3,940$ ;  $p = 0,031$ ;  $\eta_p^2 = 0,220$ . A csoportonkénti és kondíciókénti eredményeket az 5. ábra mutatja be.

Az interakció továbbelemzéséhez a csoportok közötti különbséget külön vizsgáltuk a három kondícióban. Az 1. és 3. kondíciókban a szerkezetkiemelők szignifikánsan jobb teljesítményt mutattak,  $F(1,14) = 8,179$ ;  $p = 0,013$ ;  $\eta_p^2 = 0,369$ ; illetve  $F(1,14) = 9,582$ ;  $p = 0,008$ ;  $\eta_p^2 = 0,406$ . A 2. kondícióban ugyanakkor nem mutatkozott szignifikáns különbség,  $F(1,14) = 0,684$ ;  $p = 0,422$ ;  $\eta_p^2 = 0,047$ .

Külön elemezve a csoportok teljesítményét az egyes kondíciókon, a szerkezetkiemelők teljesítménye az 1. és 3. kondícióban szignifikánsan eltért a véletlentől,  $t(9) = 13,462$ ;  $p < 0,001$ ; illetve  $t(9) = 12,222$ ;  $p < 0,001$ . A 2. kondícióban azonban nem,  $t(9) = -1,927$ ;  $p = 0,086$ . A nem a szerkezetről beszélő csoport teljesítménye csak a 3. kondícióban tért el a véletlentől,  $t(5) = 5,710$ ;  $p < 0,001$ . Az 1. és 2. kondícióban nem:  $t(5) = 0,649$ ;  $p = 0,545$ ; illetve  $t(5) = -0,967$ ;  $p = 0,378$ .



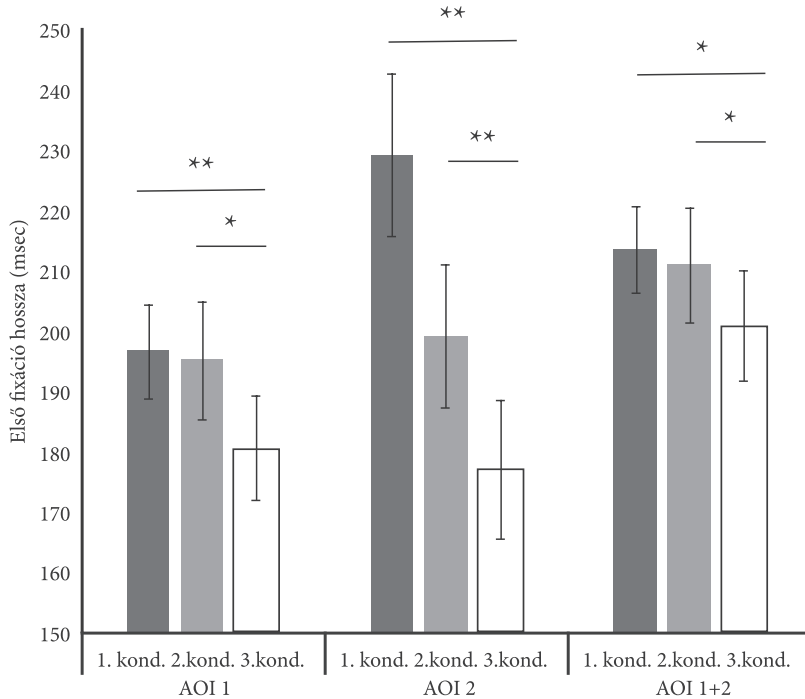
5. ábra: A helyes válaszok aránya kondíciónként és csoportonként. A hibásávok a standard hibát mutatják.

## 5.2. Szemmozgásmutatók elemzése

### 5.2.1. Szemmozgásadatok – első fixáció hossza

A 6. ábrán látható az első fixációk hossza, kondíció és AOI szerinti bontásban. Az ANOVA-elemzés szignifikáns csoportközi különbségeket mutat, akár AOI 1-et,  $F(2,26) = 5,379$ ;  $p = 0,011$ ;  $\eta_p^2 = 0,293$ ; akár AOI 2-t,  $F(2,26) = 28,718$ ;  $p < 0,01$ ;  $\eta_p^2 = 0,688$ ; akár AOI 1+2-t,  $F(2,26) = 5,000$ ;  $p = 0,15$ ;  $\eta_p^2 = 0,278$ ; vizsgáljuk. Egyértelműen kimutatható, hogy a szabályt nem követő szavaknál (1–2. kondíció) hosszabb az első fixáció – akár az első, akár a második szótagról van szó (kontasztelemzések: minden  $F > 7,774$ ; minden  $p < 0,15$ ; minden  $\eta_p^2 > 0,374$ ; l. 6. ábra).

Az adatokat érdemes külön helyes és helytelen válaszokra bontva is megnézni. A válaszok megoszlása miatt azonban így egyes kísérleti személyeket a kizárási kritériumok miatt nem lehetne bevonni az ANOVA-elemzésekbe. Például ha valaki az 2. kondícióban 10%-nál kevesebb jó választ adott, akkor itt nem lesz adata, és így az ANOVA-elemzésből kizárandó. Ez csökkentené az alacsony mintaelemszámból adódóan amúgy is alacsony statisztikai erőt. Ezért a helyes és helytelen válaszokra bontott elemzések esetében a két kísérleti kondíció eredményeit külön hasonlítjuk össze a kontrollkondícióval, párosított  $t$ -próba segítségével (tehát a fenti példában említett kísérleti személy eredményei az 1. kondícióban értékelhetővé válnak – függetlenül a 2. kondíciótól).

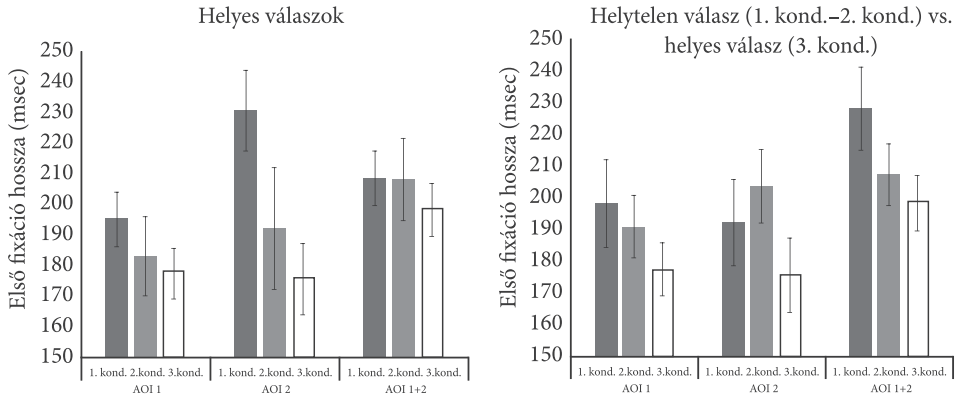


**6. ábra:** Az első fixáció hossza a három kondícióban, a különböző releváns AOI-k esetében. A hibásávok a standard hibát ábrázolják; \*:  $p < ,05$ ; \*\*:  $p < ,01$ .

A helyes válaszok összehasonlítása esetén az 1. kondíció szavainál megmarad a különbség (AOI 1:  $t(13) = 3,023$ ;  $p = 0,01$ ; AOI 2:  $t(13) = 6,595$ ;  $p < 0,001$ ; AOI 1+2:  $t(13) = 2,422$ ;  $p = 0,031$ ), a 2. kondíció esetében azonban nem mutatható ki szignifikáns eltérés (AOI 1:  $t(11) = 1,087$ ;  $p = 0,300$ ; AOI 2:  $t(11) = 1,295$ ;  $p = 0,222$ ; AOI 1+2:  $t(22) = 1,970$ ;  $p = 0,075$ ). Ennek az lehet az oka, hogy átlagosan csak 36%-ban válaszoltak jól a kísérleti személyek ebben a kondícióban. Ezáltal kevesebb próbát és személyt lehetett bevonni az elemzésbe, és a statisztikai erő csökkent. Ezt támasztja alá, hogy a különbség nominálisan továbbra is megvan, de a 2. kondíció helyes válaszaira számolt mutatóknak megnő a standard hibája, és emiatt nem lesz szignifikáns a  $t$ -próba (l. a 7. ábra bal oldalán).

Az 1–2. kondíció helytelen válaszainak a 3. kondíció helyes válaszaival való összehasonlítása is érdekes mintázatot mutat: mind a két kondíció esetében található olyan AOI, amelynél az első fixáció hossza nagyobb a szabálytalan szóra, mint a szabályosra (1. kondíció, AOI 1+2:  $t(5) = 3,553$ ;  $p = 0,016$ ; 2. kondíció, AOI 2:  $t(12) = 5,422$ ;  $p < 0,001$ ). Tehát a **helytelenül szabályosnak ítélt** itemek esetében a hiba szempontjából releváns AOI-n a feldolgozás közben hosszabb az első fixáció, mint a **helyesen szabályosnak ítélt** itemek esetében. Mivel itt végül rossz

explicit választ adnak a kísérleti személyek, ez az implicit tanulás jelenlétét bizonyíthatja. Itt a tisztább kép kimutatásához több kísérleti személyre lenne szükség (l. a két jelzett tendenciaszintű eredményt a 7. ábra jobb oldalán).



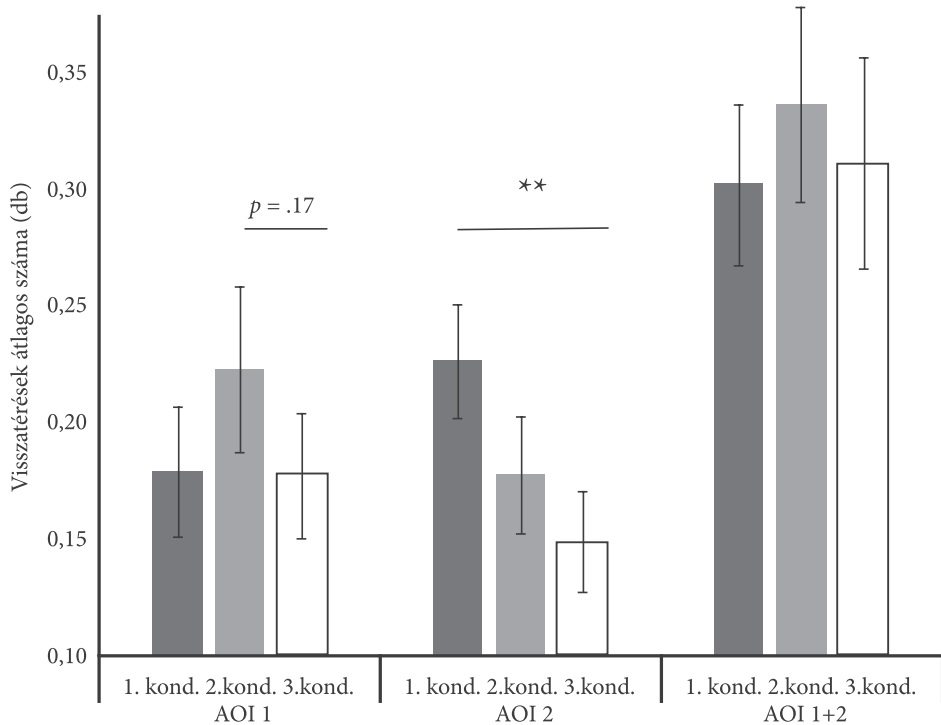
**7. ábra:** Az első fixáció hossza a három kondícióban, a különböző releváns AOI-k esetében. Bal oldal: csak a helyes válaszokat figyelembe véve. Jobb oldal: az 1–2. kondíció helytelen válaszait összehasonlítva a 3. kondíció helyes válaszaival. A hibásávok a standard hibát ábrázolják. A szövegben leírt páros összehasonlításokhoz használt átlagok és standard hibák a kizárt emberek elemzésenként eltérő száma miatt az ábrázolt értékektől eltérhetnek, ezért a statisztikai elemzések eredményeit ezen az ábrán nem szerepeltetjük.

## 5.2.2. Szemmozgásadatok – visszatérések

A 8. ábra mutatja a visszatérések átlagos számát kondíció és AOI szerint bontva. Az ANOVA-elemzés nem szignifikáns AOI 1 és AOI 1+2 esetében,  $F(2,26) = 1,493$ ;  $p = 0,243$ ;  $\eta_p^2 = 0,103$ ; illetve  $F(2,26) = 0,293$ ;  $p = 0,748$ ;  $\eta_p^2 = 0,022$ ; míg egy tendenciaszintű eltérés mutatkozik a csoportok között AOI 2 esetében,  $F(2,26) = 3,005$ ;  $p = 0,067$ ;  $\eta_p^2 = 0,188$ . Kontrasztelemlés alapján ez utóbbi különbség az 1. kondíció és a 3. kondíció eltéréséből adódik,  $F(1,13) = 5,379$ ;  $p = 0,011$ ;  $\eta_p^2 = 0,293$ ; míg a 2. és a 3. kondíció között nincsen különbség. Ez várható, hiszen ebben a kondícióban éppen ezen a területen található a nagyon száliens hibás elem.

A helyes és a helytelen válaszok szerinti bontásban vizsgálva az eredményeket nem találtunk szignifikáns eltéréseket a csoportok között. Érdekes talán még megjegyezni, hogy a 2. kondíció kritikus területe az AOI 1 volt, és itt is van egy 7%-os eltérés a kontrollkondícióhoz képest – a kontrasztelemlés alapján ez az eltérés nem szignifikáns.  $F(1,13) = 2,093$ ;  $p = 0,172$ ;  $\eta_p^2 = 0,139$ ; de itt a kis mintaméret elfedhet egy valós hatást. A várt hatások elmaradását az is indokolhatja, hogy a visszatérések száma mutató nem elég érzékeny, kevés lehetséges értékkel, hiszen

egy szó kiolvasása során ritkán történik 1-2-nél több visszatérés egy adott szótagra (az átlagos értékek 0,3 körül vannak a kísérletben, tehát minden harmadik szó esetén történik egyáltalán visszatérés).

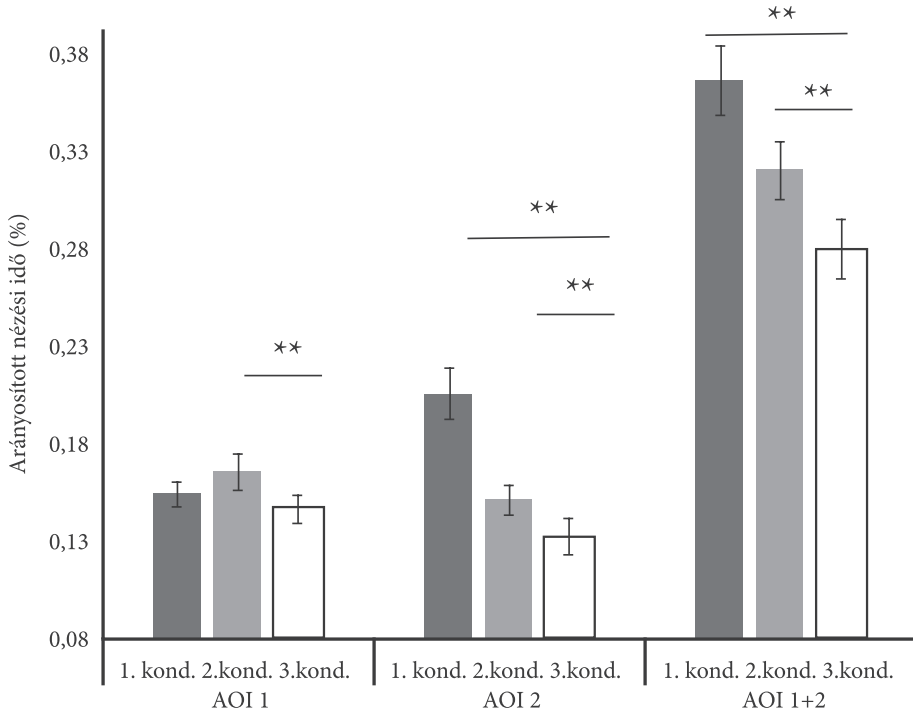


**8. ábra:** Visszatérések átlagos száma a három kondícióban, a különböző releváns AOI-k esetében. A hibásávok a standard hibát ábrázolják; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ .

### 5.2.3. Szemmozgásadatok – arányosított nézési idő

A 9. ábra mutatja be az arányosított nézési időket kondíció és AOI szerint bontva. Látható, hogy mind a két nem szabályszerű kondíció esetén (1–2.) többet néznek a kísérleti személyek a szavak kritikus, hibát rejtő részeire. Mind a három AOI esetén szignifikáns eltéréseket láthatunk az egyes csoportok között (AOI 1:  $F(2,26) = 5,520$ ;  $p = 0,010$ ;  $\eta_p^2 = 0,298$ ; AOI 2:  $F(2,26) = 60,348$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,823$ ; AOI 1+2:  $F(2,26) = 78,897$ ;  $p < 0,01$ ;  $\eta_p^2 = 0,859$ ). Az AOI 1 esetében az 1. és a 3. kondíció kontrasztja nem lett szignifikáns,  $F(1,13) = 2,270$ ;  $p = 0,156$ ;  $\eta_p^2 = 0,149$ ; minden további kontraszt szignifikáns különbséget mutatott (minden  $F > 15,649$ ; minden  $p < 0,002$ ; minden  $\eta_p^2 > 0,546$ ).



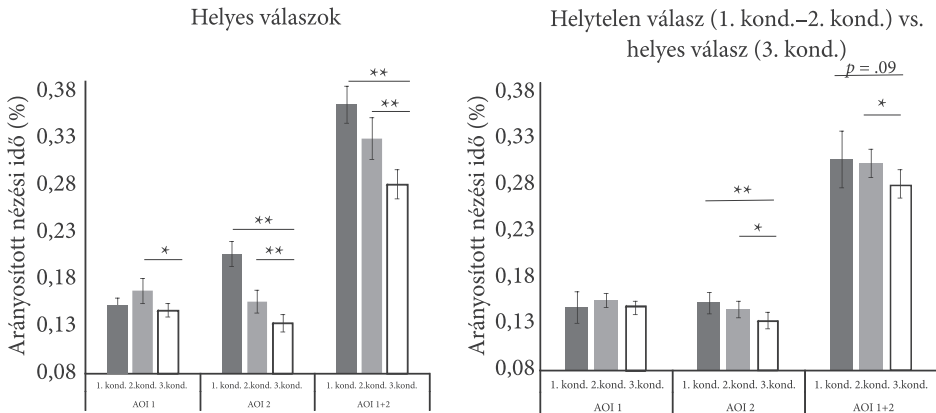


**9. ábra:** Az arányosított nézési idő a három kondícióban, a különböző releváns AOI-k esetében. A hibásávok a standard hibát ábrázolják; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ .

A helyes és helytelen válaszok szerinti bontást az első fixáció hosszával kapcsolatos elemzések mintájára,  $t$ -próbával végeztük el (1. 10. ábra, bal oldal). A helyes válaszok elemzésénél az előző elemzéshez hasonló mintázatot kapunk: az AOI 1 esetében az 1. és 3. kondíció összehasonlítása nem szignifikáns,  $t(13) = 1,055$ ;  $p = 0,311$ ; minden más összehasonlítás azonban igen (minden  $t > 2,693$ ; minden  $p < 0,022$ ).

Érdekes eredményt kapunk, ha a nem szabályszerű kondíciók helytelen válaszait hasonlítjuk össze a kontrollkondíció helyes válaszaival (10. ábra, jobb oldal): az AOI 1 esetében nincs szignifikáns különbség a kísérleti és a kontrollkondíciók között (1. kond. vs. 3. kond.:  $t(8) = 1,024$ ;  $p = 0,336$ ; 2. kond. vs. 3. kond.:  $t(13) = 2,072$ ;  $p = 0,336$ ), azonban AOI 2 esetében szignifikánsan nagyobb nézési idő mutatható ki a kísérleti kondíciók esetében, mint a kontrollkondíció esetében (1. kond. vs. 3. kond.:  $t(8) = 3,025$ ;  $p = 0,016$ ; 2. kond. vs. 3. kond.:  $t(13) = 2,681$ ;  $p = 0,019$ ), és hasonló a helyzet AOI 1+2 esetében is (1. kond. vs. 3. kond.:  $t(8) = 3,118$ ;  $p = 0,014$ ; 2. kond. vs. 3. kond.:  $t(13) = 2,917$ ;  $p = 0,012$ ). Az első fixáció hosszával

kapcsolatos elemzéshez hasonlóan itt is ugyanaz a figyelemreméltó mintázat jelenik meg: azt láthatjuk, hogy a **helytelenül szabályosnak ítélt** szavak feldolgozásakor hajlamosak a kísérleti személyek többet időzni a szabályt nem követő szótagokon, mint a **helyesen szabályosnak ítélt** szavak esetében. Mivel itt végül rossz választ adnak, ez megint csak az implicit tanulás jelenlétét bizonyíthatja.



**10. ábra:** Az arányosított nézési idő a három kondícióban, a különböző releváns AOI-k esetében. Bal oldal: csak a helyes válaszokat figyelembe véve. Jobb oldal: az 1–2. kondíció helytelen válaszait hasonlítjuk össze a 3. kondíció helyes válaszaival. A hibásávok a standard hibát ábrázolják. A szövegben leírt páros összehasonlításokhoz használt átlagok és standard hibák a kizárt emberek elemzésenként eltérő száma miatt az ábrázolt értékektől eltérhetnek, ezért a statisztikai elemzések eredményeit ezen az ábrán nem szerepeltetjük.

#### 5.2.4. Transition matrix elemzés

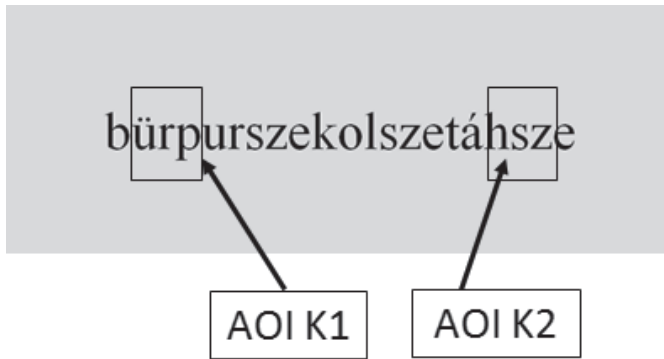
Ezen elemzés során összeszámoltuk, hogy az egyes kondíciókba tartozó trialok alatt átlagosan hány átmenet történt az AOI 1-ből az AOI 2-be és fordítva, illetve az AOI SZÓ-ból hány átmenet történt az AOI 2-be vagy az AOI 1-be. Az eredmények a 2. táblázatban láthatóak. Statisztikai elemzésünk során azt vizsgáltuk meg, hogy a különböző átlépések átlagos száma eltér-e a kísérleti és a kontrollkondíciók között. Az ANOVA-elemzés mind a 4 esetben szignifikáns kondíciók közti eltérést mutatott (minden  $F > 15,710$ ; minden  $p < 0,001$ ; minden  $\eta_p^2 > 0,547$ ). A kondíciók közti kontrasztok minden esetben szignifikáns eltérést mutattak (minden  $F > 6,226$ ; minden  $p < 0,027$ ; minden  $\eta_p^2 > 0,324$ ), kivéve AOI 2-ből AOI 1-be történő átlépések számát az 2. és a 3. kondíció kontrasztjában ( $F(1,13) = 3,109$ ;  $p = 0,101$ ;  $\eta_p^2 = 0,193$ ). Elmondható tehát, hogy a kísérleti kondíciókban a kísérleti személyek tekintete gyakrabban váltott az egyes releváns AOI-k között, mint a kontrollkondícióban, ami mélyebb feldolgozásra vagy hibadetekcióra utal.

**2. táblázat:** Átmenetek az egyes AOI-k között. M: átlag. SE: standard hiba.

		Cél-AOI						
		AOI 1			AOI 2			
		1. kond	2. kond	3. kond	1. kond	2. kond	3. kond	
AOI 1	M (SE)				0,83 (0,20)	0,76 (0,18)	0,69 (0,22)	
Kiinduló AOI	AOI 2	M (SE)	0,15 (0,07)	0,07 (0,03)	0,05 (0,05)			
	AOI SZÓ	M (SE)	1,62 (0,32)	1,41 (0,32)	1,21 (0,29)	1,51 (0,38)	1,16 (0,25)	1,03 (0,25)

### 5.2.5. Kontroll-AOI-k vizsgálata

Annak bizonyítására, hogy a fent feltárt szignifikáns eltérések valóban a szavak kritikus részeihez kapcsolódnak, kijelöltünk további két AOI-t, amelyek a kritikus részek előtt, illetve mögött helyezkednek el (11. ábra), és a fent leírt főbb elemzéseket ezen kontroll-AOI-k esetében is elvégeztük. Az első fixáció esetében itt nem találtunk eltérést a kísérleti és a kontrollkondíciók között (AOI K1:  $F(2,26) = 0,842$ ;  $p = 0,442$ ;  $\eta_p^2 = 0,061$ ; AOI K2:  $F(1.4,18.5) = 0,601$ ;  $p = 0,556$ ;  $\eta_p^2 = 0,044$ ). A visszatérések és az arányosított nézési idők vizsgálatakor az AOI K1 esetében szignifikáns eltérést találtunk a kondíciók között (visszatérések:  $F(2,26) = 10,505$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,447$ ; arányosított nézési idő:  $F(2,26) = 21,045$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta_p^2 = 0,618$ ). Kontrasztelemlzés segítségével kimutatható, hogy ezek a szignifikáns eredmények annak köszönhetőek, hogy a kontrollkondícióban több a visszatérés és magasabb a nézési idő aránya (minden  $F > 5,920$ ; minden  $p < 0,030$ ; minden  $\eta_p^2 < 0,313$ ). Ennek az lehet az oka, hogy a kísérlet szempontjából releváns AOI-kra (AOI 1 és AOI 2) a két kísérleti kondícióban volt kimutatható magasabb érték (l. 5.2.2. és 5.2.3.), és ezáltal az ettől eltérő AOI-kon arányosan kevesebbet lesz a tekintet. Az AOI K2-t vizsgálva nem találtunk különbséget a kísérleti és a kontrollkondíciók között a visszatérések és a nézési idő tekintetében (visszatérések:  $F(2,26) = 1,561$ ;  $p = 0,229$ ;  $\eta_p^2 = 0,107$ ; arányosított nézési idő:  $F(2,26) = 1,551$ ;  $p = 0,231$ ;  $\eta_p^2 = 0,107$ ).



11. ábra: A kritikus részeket nem lefedő, kontrollként használt AOI-k

### 5.2.6. Szemmozgásmutatók: a kísérleti személyek két csoportja

A szerkezetkiemelő és a szerkezetet nem kiemelő csoport közötti különbségeket az egyes szemmozgásmutatók tekintetében is megvizsgáltuk. Mivel az alapvető szemmozgásmutatókban nagyon nagy egyéni variabilitás figyelhető meg, a csoportok közötti összehasonlításnál célszerű az adott személyek baseline-szintjéhez viszonyított eltéréseket vizsgálni. Ezért az összes mutató esetében kiszámoltuk a kontrollkondíció és a kísérleti kondíciók közötti eltéréseket, külön AOI 1-re és AOI 2-re. Tehát minden AOI és minden mutató esetében a harmadik kondíció értékéből kivontuk az első, illetve a második kondíció értékét. Az alábbi eltéréseket kaptuk:

A kísérleti kondíciókban az első fixációk hosszabbak a két AOI-n, mint a kontrollkondícióban (l. 6. ábra). Ez a különbség AOI 1-re és a 2. kondícióra számítva szignifikánsan nagyobb a szerkezetkiemelők esetében, mint a másik csoportban (szerkezetkiemelők:  $M = -22,34$ ;  $SD = 5,17$ ; szerkezetet nem kiemelők:  $M = -0,34$ ;  $SD = 7,99$ ;  $t(12) = 2,378$ ;  $p = 0,035$ ). Tehát a szerkezetet kiemelők első fixációja hosszabb volt a releváns, hibát hordozó AOI-ra a kísérleti kondícióban, mint a kontrollkondícióban, míg nem volt ilyen eltérés a szerkezetet nem kiemelők csoportjában. Hasonló, ámde nem szignifikáns tendencia mutatható ki az 1. kondícióban a hiba szempontjából releváns AOI 2 esetében is (szerkezetkiemelők:  $M = -63,45$ ;  $SD = 7,31$ ; szerkezetet nem kiemelők:  $M = -31,56$ ;  $SD = 15,91$ ;  $t(12) = 2,098$ ;  $p = 0,058$ ).

Hasonló eltérést kaptunk akkor is, ha a 3. kondíció helyes válaszaihoz tartozó értékekből vonjuk ki az 1. és a 2. kondíció helytelen válaszaira kapott értékeket: **A 2. kondíció és az AOI 1 esetében a különbség az első fixációk között**

**szignifikánsan nagyobb a szerkezetkiemelők csoportjában**, mint a másik csoportban (szerkezetkiemelők:  $M = -28,67$ ;  $SD = 8,43$ ; szerkezetet nem kiemelők:  $M = 6,93$ ;  $SD = 4,47$ ;  $t(11) = 3,129$ ;  $p = 0,010$ ). Ezt az elemzést az 1. kondíció esetében nem lehetett elvégezni, mert a szerkezetkiemelő csoport tipikusan nagyon jól teljesített az 1. kondícióban, és így nem volt elég helytelen válasz az elemzéshez.

A másik két mutató esetében nem mutatkozott értelmezhető mintázat ezen elemzéseknél, ezért közlésüktől eltekintünk.

## 6. Összefoglalás

### 6.1. A mesterséges nyelvtan tanulásának jegyei a viselkedéses válaszokban

A személyeknek a tesztfázis során tett döntései tükrözik, hogy az MNyE-paradigma keretében tényleges tanulási folyamat ment végbe. A kondíció (1. kondíció vs. 2. kondíció vs. 3. kondíció) főhatás szignifikáns volt. Az 1. kondíció (száliens hiba) és a 3. kondíció (szabályos) találati aránya nem tért el egymástól szignifikánsan. Ugyanakkor szignifikáns különbség mutatkozott 1. kondíció és 2. kondíció („nehezen detektálható hiba”) között, valamint a 2. kondíció és a 3. kondíció (szabályos) találati arányai között.

Az eredmények szerint mindhárom kondícióra adott teljesítmény eltért a véletlentől. Amíg az 1. és 3. kondíció esetében a teljesítmény szignifikánsan a véletlen fölött volt, addig a 2. kondíciónál a teljesítmény szignifikánsan véletlen alatti.

### 6.2. A mesterséges nyelvtan tanulásának jegyei a szemmozgásadatokban

A szemmozgásmutatókhoz kapcsolódó, szignifikáns eltérések az álszavak kritikus részeihez kapcsolódtak. A kísérleti manipuláció megjelent a szemmozgásmutatók eltéréseiben. A szabálytól eltérő szavak esetében a kritikus szótagokon hosszabb volt az első fixáció, illetve arányaiban többet nézték őket. Ez igaz volt mind az összes trialra számolt mutatókra, mind pedig a csak a helyes válaszokra számolt mutatók esetében. Érdekes, hogy eltérés található a szemmozgásmutatókban a nem szabályszerű elemekre adott rossz válaszok, illetve a kontrollkondícióra adott jó válaszok összehasonlításakor is. Azaz szemmozgásmutatókban kimutatható különbség van aközött, ha a kísérleti személy egy szabályszerű elemre mondja azt,

hogy szabályszerű, illetve aközött, ha a kísérleti személy egy **nem** szabályszerű elemre mondja azt, hogy szabályszerű. Az átmenetek száma is azt mutatja, hogy a nem szabályos szavak esetében alaposabban vették szemügyre a személyek a kritikus AOI-kat. A visszatérések számában nem volt jelentős különbség – ezt talán az okozhatta, hogy a rövid döntési idő miatt ez a legkevésbé érzékeny mutató.

### 6.3. A személyek két fő csoportja

A kísérlet végén adott önreflexióik alapján két fő csoportba soroltuk a személyeket: a szerkezeti jegyeket kiemelők és a szerkezeti jegyeket nem kiemelők csoportjaira. A **szerkezetkiemelő** csoport tendenciózusan magasabb találati arányt mutatott, és ez a teljesítménynövekedés a szabályos és szálens hibával rendelkező szavak helyes kategorizációjára volt érvényes (vö. 4.3. pont). A szerkezetkiemelők teljesítménye az 1. és 3. kondíción szignifikánsan eltért a véletlentől, a 2. kondíción azonban nem. A szerkezetet nem kiemelő csoport teljesítménye csak a 3. kondíciónál tért el a véletlentől, az 1. és 2. kondíciónál nem.

A szerkezetkiemelő csoport önreflexiói jelezték, hogy az MNyE ingeranyagából a személyek által kiemelt jegyek jelentős része a természetes nyelvelsajátítás eszköztárához tartozik. A szótagok fonetikai analízise és az erre épülő sorrend, a rövid-hosszú szótagok váltakozása, egy ismétlődő elem (-sze) kiemelése (amit több személy is toldaléknak vagy végződésnek nevezett), a prozódiai jegyek és a sorrendi szabályosság kapcsolatának feltételezése: olyan eszközök, illetve jegyek, amelyek a természetes nyelvelsajátítási folyamatban is működnek, a nyelvelsajátítási eszköztár egy-egy részrendszeréent.

Az önreflexióikban a nyelvi szerkezetet nem említő csoport más jellegű stratégiákat követett. A vizuális, illetve auditív emlékezetben tárolt példák alkalmazásának kísérlete, a szótagok pusztán listázása, az „ismerős”-nek, „helyes”-nek megjegyzett sorok, a ritmus általános „érzése”, valamint a szótagokból mechanikusan párok képzése olyan stratégiák voltak, amelyek minden kondíciónban a találgatás szintje felé tolták a teljesítményt.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> A kézirat bírálója felvetette, hogy milyen kapcsolat lehet a szabályosságok (nem tudatos) statisztikai tanulása és a szabálytanulás között. Korábban rendkívül sok vizsgálat foglalkozott ezzel a kérdéssel. Egyes elméletek szerint a nyelvtani szabályok ismerete a nem tudatos statisztikai információ kiemelése után kezdődik (például Seidenberg et al. 2002). Mások amellett érvelnek, hogy minden tanulás alapja a szabályosság explicit kiemelése (például Shanks–St. John 1994), illetve hogy statisztikai tanulás csak a szabály felismerése után jöhet létre (Brewer 1974). A harmadik irányzat szerint a szabálytanulás és a statisztikai tanulás egymástól elkülönült mechanizmusok, amelyek közül az

## 6.4. Szemmozgásmutatók eltérései a két csoport között

A személyek önreflexiói alapján képezett csoportok között is ki tudunk mutatni eltéréseket a szemmozgásmutatókban. Azokra a kísérleti személyekre, akik a szerkezet jegyeit emelték ki, a releváns AOI-ra nézve, hosszabb első fixáció volt jellemző a 2. kondícióban, mint a 3. kondícióban. **A 2. kondíció és az AOI 1 esetében a különbség az első fixációk között szignifikánsan nagyobb a szerkezetkiemelők csoportjában**, mint a másik csoport esetében, a nem a szerkezetről beszélő csoportnál. Ez megerősíti, hogy az első fixáció hossza a grammatikai szabályosságok kivonásával hozható kapcsolatba jelen paradigmában.

Összegezve tehát elmondhatjuk, hogy a mesterséges nyelvtan elsajátítására utaló különbségek megjelentek a szemmozgásmutatókban is. Mivel az 1. kondícióban a hiba nagyon szálens volt, ezért itt ez az eredmény viszonylag triviálisnak tekinthető. Jóval érdekesebb azonban a 2. kondíció, ahol a kísérleti személyek találati aránya jóval 50% alatt volt, tehát az explicit viselkedés szintjén nem mutatták nyomát, hogy felismerték a hibát, mégis a mesterséges nyelvtan elsajátításának nyomai megjelentek a szemmozgások szintjén.

### Irodalom

- Bahlmann, Jörg – Ricarda I. Schubotz – Angela D. Friederici 2008. Hierarchical artificial grammar processing engages Broca's area. *NeuroImage* 42: 525–534.
- Brewer, William F. 1974. There is no convincing evidence for operant or classical conditioning in adult humans. In: Walter B. Weimer – David S. Palermo (szerk.): *Cognition and the symbolic processes*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. 1–42.

---

előbbi a nyelvi, illetve nyelvvel kapcsolatos mintázatok, utóbbi az egyéb mintázatok kiemelésére szolgál (Marcus et al. 2007; másfelől ezzel ellentétes, tartományfüggetlen statisztikai tanulás melletti eredményekért l. Saffran et al. 2007). Az itt leírt vizsgálat eredményei szerint vannak résztvevők, akiknek esetében a grammatikalitási döntésük alapjául szolgáló kritériumok viszonylag jól fedték az általunk alkalmazott szabályt; míg mások egyéb, közelítő kritériumokat vagy a megérzéseik fontosságát emelték ki döntéseik során. Ez azt mutatja, hogy a szabály felismerése nem feltétele a véletlen szintje fölötti teljesítménynek. Arra viszont nem tudunk következtetni, hogy a nem tudatos tanulás feltétele-e a szabály elsajátításának: vagyis hogy a statisztikai tanulás előfeltétele-e a szabálytanulásnak. Ez éppúgy plauzibilis, mint az a lehetőség, hogy két független rendszerről beszélünk, és a résztvevők némelyike az egyiket, míg mások a másikat használják. A kísérlet előkészületei folyamán azonban ez nem volt szempont, így a kísérlet eredményei sem mutatnak irányt ebben az amúgy lényeges kérdésben.



- Conway, Christopher M. – Michelle R. Ellefson – Morten H. Christiansen 2003. When less is less and when less is more: Starting small with staged input. In: Proceedings of the 25th Annual Conference of the Cognitive Science Society. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. 270–275.
- De Vries, Meinou H. – Padraic Monaghan – Stefan Knecht – Pienie Zwitserlood 2008. Syntactic structure and artificial grammar learning: the learnability of embedded hierarchical structures. *Cognition* 107: 763–74.
- Elman, Jeffrey L. 1993. Learning and development in neural networks: the importance of starting small. *Cognition* 48: 71–99.
- Friederici, Angela D. – Jörg Bahlmann – Roland Friedrich – Michiru Makuuchi 2011. The neural basis of recursion and complex syntactic hierarchy. *Biolinguistics* 5: 87–104.
- Fitch, W. Tecumseh – Angela D. Friederici 2012. Artificial grammar learning meets formal language theory: an overview. *Philological Transactions of the Royal Society B* 367: 1933–1955.
- Folia, Vasiliki – Karl Magnus Petersson 2014. Implicit structured sequence learning: an fMRI study of the structural mere-exposure effect. *Frontiers in Psychology* 5: 41.
- Gervain, Judit 2017. Gateway to language: the perception of prosody at birth. In: Huba Bartos – Zoltán Bánréti – Marcel den Dikken – Tamás Váradi (szerk.): *Boundaries crossed: At the crossroads of morphosyntax, phonology, pragmatics and semantics. (Studies in Natural Language & Linguistic Theory)*. Springer. (megjelenés előtt)
- Gervain, Judit – Marina Nespor – Reiko Mazuka – Ryota Horie – Jacques Mehler 2008. Bootstrapping word order in prelexical infants: A Japanese–Italian cross-linguistic study. *Cognitive Psychology* 57: 56–74.
- Holmqvist, Kenneth – Marcus Nyström – Richard Andersson – Richard Dewhurst – Halszka Jarodzka – Joost van de Weijer 2011. *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford: Oxford University Press.
- Kemény, Ferenc – Enikő Ladányi – Bence Kas – Zoltán Bánréti 2014. Learning and strategy use in an artificial grammar learning task using recursive structures. *The syntax of mind: International conference, Vienna, 2014*. 04. 17–19.
- Kemény Ferenc – Lukács Ágnes 2017. Statisztikai tanulás és kicsiben kezdés specifikus nyelvfejlődési zavarban. *Általános Nyelvészeti Tanulmányok XXIX. (jelen kötetben)*
- Kiefer Ferenc 2000. A szóösszetétel. In: Kiefer Ferenc (szerk.): *Strukturális magyar nyelvtan 3: Morfológia*. Budapest: Akadémiai Kiadó. 519–568.
- Lai, Jun – Fenna H. Poletiek 2013. How “small” is “starting small” for learning hierarchical centre-embedded structures? *Journal of Cognitive Psychology* 25. 423–435.
- Lukics Krisztina Sára – Kemény Ferenc 2016. Szabályok kiemelése nyelvi és nem nyelvi ingerekből. *Magyar Pszichológiai Szemle* 71: 229–24.
- Marcus, Gary F. – Keith J. Fernandes – Scott P. Johnson 2007. Infant rule learning facilitated by speech. *Psychological Science* 18: 387–391.
- Misyak, Jenifer, B. – Morten H. Christiansen 2012. Statistical learning and language: An individual differences study. *Language Learning* 62: 302–331.
- Perruchet, Pierre – Chantal Pacteau 1990. Synthetic grammar learning: Implicit rule abstraction or explicit fragmentary knowledge? *Journal of Experimental Psychology: General* 119: 264–275.
- Petersson, Karl Magnus – Vasiliki Folia – Peter Hagoort 2012. What artificial grammar learning reveals about the neurobiology of syntax. *Brain and Language* 120: 83–95.
- Reber, Arthur S. 1967. Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6: 855–863.

- Rohrmeier, Martin – Qiufang Fu – Zoltán Dienes 2012. Implicit learning of recursive context-free grammars. *PLoS One* 7: e45885.
- Saffran, Jenny R. – Seth D. Pollak – Rebecca L. Seibel – Anna Shkolnik 2007. Dog is a dog is a dog: Infant rule learning is not specific to language. *Cognition* 105: 669–680.
- Seidenberg, Mark S. – Maryellen C. MacDonald – Jenny R. Saffran 2002. Does grammar start where statistics stop? *Science* 298: 553–554.
- Shanks, David R. – Mark F. St. John 1994. Characteristics of dissociable human learning systems. *Behavioral and Brain Sciences* 17: 367–447.
- Uddén, Julia – Martin Ingvar – Peter Hagoort – Karl Petersson 2012. Implicit acquisition of grammars with crossed and nested non-adjacent dependencies: investigating the push-down stack model. *Cognitive Science* 36: 1078–1101.
- Zimmerer, Vitor 2010. Intact and impaired fundamentals of syntax: Artificial grammar learning in healthy speakers and people with aphasia. *Doktori értekezés*. University of Sheffield.
- Zimmerer, Vitor C. – Patricia E. Cowell – Rosemary A. Varley 2011. Individual behavior in learning of an artificial grammar. *Memory & Cognition* 39: 491–501
- Zimmerer, Vitor C. – Patricia E. Cowell – Rosemary A. Varley 2014. Artificial grammar learning in individuals with severe aphasia. *Neuropsychologia* 53: 25–38.

## Függelék: Az önreflexiók csoportosítása

### A) SZERKEZETI INFORMÁCIÓKAT kiemelők

„Kérjük, foglalja össze, milyen szabályosságokat ismert fel! Mi alapján döntötte el az utolsó részben, hogy egy szó szabályos-e vagy sem?”

Válaszok:

---

Sz01.: „Minden szó elején egy magas hangrendű szótag áll, utána három szótagpár, amelyek az első fele mély hangrendű, a második mindig a sze.”

---

Sz02.: „zöngés/zöngétlen mássalhangzó, egy zöngétlen ne legyen csupa zöngés között, mély/magas magánhangzó”

---

Sz03.: „A *kol*, *-sany* *-fűm* *-pur*... ötösben szereplő szótagok állhattak a szó második harmadik, negyedik szótagjában, és ezek kaphattak *-sze* toldalékot.. A *bür*-os csoport állt a szó elején és ezek nem kaptak *-sze* végződést, és én úgy emlékeztem, hogy csak a szó elején állhattak, a szó közepén nem.”

---

Sz04.: „A hosszabb szóösszetételeknél az első kivételével minden összetevő után *-sze* következett. A szó végén is. Ha ez a *-sze* kimaradt, akkor számomra nem volt szabályos.”

---

Sz05.: „Rövid, hosszú szótagok egymásutániságát figyeltem. Szabályos az a szó, ami egy rövid elemmel kezdődik és legalább egy hosszú elemekkel folytatódik, tetszőlegesen sok hosszú elemmel. A hosszú elemek *-sze* szótagra végződtek.”

---

Sz06.: „egy elem az elején, utána minden második *-sze*, hosszú magánhangzósok a szavak elején voltak, a szavak második felében nem, néha *vel* volt a *-sze* helyén, ezek szabálytalanok”

---

Sz07.: „A *-sze* szótag választja el egymástól az *i*, *ű*, *ő* magánhangzót tartalmazó szótagokat (*düm*, *gij*). Az utóbbiak halmozása, egymás mellé tevése helytelen.”

---

---

Sz08.: „Az összetett szavak a következőképpen épültek fel: ABsze, ABszeCsze, ABszeCszeDsze, ahol A, B, C, D a korábban megismert szótagok egyike. Amelyik szó ennek a szabálynak megfelelt, azt fogadtam el. Ahol hibát vettem észtre, az jellemzően a C és D közti sze egy másik szótagra cserélődése volt (ABszeCEDsze).”

---

Sz09.: „Voltak szótagok, melyek nem állhattak a -sze előtt. Első szótag -sze nélkül. UTÁNA minden második szótag -sze.”

---

Sz10.: „A megadott szótagok szabálya: 2 szótag + -sze, + /- szótag + -sze, 1x, 2x.”

---

### B) NEM a szerkezeti információkat kiemelők

„Kérjük, foglalja össze, milyen szabályosságokat ismert fel! Mi alapján döntötte el az utolsó részben, hogy egy szó szabályos-e vagy sem?”

Válaszok

---

N01.: „Sokat számított, hogy első olvasatra 'h allom-e', ahogy a gép kimondja az adott szót, el tudom-e képzelni, ahogy kimondja? A -vel-lel kezdődő szavakat kizártam, és a *gij-kol* egymás mellett szintén furcsán hangzott volna, ezért ezt is kizártam.”

---

N02.: „A ritmusa alapján próbáltam megjegyezni a szabályosságokat: *purszekolsze, tahsesanysze, bür...* Nem igazán emlékeztem, tényleg a ritmus döntött.”

---

N03.: „Ritmus, ritmikusság alapján.”

---

N04.: „A végződéses: *funsze, pursze, táhsze*. A közepén\_nem\_szokott szerepelni: *val, gjj*. A *bűny* a szavak elején fordul elő. Az első szótagot nem követte -sze. Amit el sem bírtam olvasni, az nem tűnt értelmesnek.”

---

N05.: „A szavak elejét figyeltem, az első 2-3 szótagot, és abból próbáltam „kikövetkeztetni” a szó helyességét. Az előző feladatokból ismerős és helyesnek megjegyzett szótagpároknál, akkor helyesnek jelöltem, ellenkező esetben (a szótagok kapcsolata nem volt helyes), helytelennek. Sajnos, az utolsó részre már nem emlékeztem a helyes szótagpárokra, ezért intuitívan választottam. A szótagpároknál az elején még próbáltam értelmes szavakat felfedezni, pl. *bür-géj*: burger. De később feladtam.”

---

N06.: „Két szótagból álló szavakat kerestem először, majd észrevettem, hogy a sorban ez alapján 2-3 szó is kijön, ha két szótagból áll. Az 'értelmes' szavak közt a szabályt a szememmel kerestem, a legtöbbet a sor elején és végén találtam, a sor közepén ritkábban.”

---

---

## Artificial grammar learning – behavioural responses and eye-movement markers

*Abstract:* Using artificial grammar learning, we tested the implicit acquisition of abstract structural-sequential patterns underlying Hungarian endocentric compound words in the absence of lexical-semantic information. The structural-sequential pattern was applied to meaningless pseudowords. Our results show effective learning. The participants identified the grammatical compounds, as well as the salient violations. However, compounds with non-salient errors were accepted as grammatical. Eye-movements were tracked simultaneously. Eye-movements on the three conditions differed on the critical areas of interest. Based on self-insight reports, we classified participants into two groups. The groups showed a different profile both behaviourally and in eye-movements. Another important result is that different eye-movements were observed for false alarms, that is, eye-movements are more sensitive measures of learning than behavioural responses.

*Keywords:* artificial grammar learning; compound words; eye-movement markers

---

Az alkalmazott mesterségesnyelvtan-elsajátítási paradigma viselkedéses és szemmozgás adatainak részletei:

<http://www.nytud.hu/oszt/neuro/banreti/mnye.html>



Az MTA-BME Tanulás és Emlékezet kutatócsoport honlapja:

<http://www.cogsci.bme.hu/~ktkuser/learningmemory/>



