

Steklács János

A szemmozgás vizsgálatának lehetőségei az olvasás és a vizuális információfeldolgozás képességének a megismerésében

A szemmozgás műszeres vizsgálata egyre inkább meghonosodik a hazai kutatásokban. Ez a vizsgálati technológia lehetővé teszi, hogy alaposabban megismerjük a diákok kognitív képességeinek kialakulását, és útmutatást kapjunk hatékony fejlesztésükhöz. A tanulmány összefoglalja a szemmozgás, a vizuális információfeldolgozás és az olvasás összefüggéseinek legfontosabb jellemzőit, áttekinti a szemmozgás műszeres vizsgálatának elméleti hátterét. Részleteket mutat be az eddigi vizsgálati eredményekből az elmúlt években szerzett tapasztalatok alapján az olvasás, a vizuális nevelés, az ének-zene és a matematika tanításának a területéről. Javaslatokat fogalmaz meg arra vonatkozóan, hogyan hasznosíthatjuk a kutatási eredményeket a tanulók gondolkodási, tanulási, olvasási, információfeldolgozási és feladatmegoldási stratégiáinak jobb megismerésében és fejlesztésében.

Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben a szemmozgás műszeres vizsgálata (eye-tracking) jelentős mértékben fejlődött, több területen meghonosodott a kutatásokban. A rendelkezésre álló technológia lehetővé teszi, hogy új szempontból, pontos adatokat nyerve közelebbről megismerjük a kognitív képességek kialakulásának a folyamatát, a tanulási képességek fejlődésének közös és egyénre jellemző vonásait az iskolás tanulók körében is.

Az iskolarendszerben a tanulás, az olvasás eredményessége a sikeresség kulcsa, ezért ezeknek a képességeknek a megismerése, a tanulók által alkalmazott stratégiák tudatos és nem tudatos használatának ismerete nagyban meghatározza a tanítás, a fejlesztés módszereit. A vizuális információszerzés és -feldolgozás kulcsfontosságú szereppel rendelkezik a legtöbb tantárgy esetében, ezért a szemmozgásvizsgálatok eredményei befolyásolhatják, hatékonyabbá tehetik a különböző tantárgyak szakmódszertanát, és általánosságban a tanítás módszertani kérdéseinek a megválaszolásában is adhatnak útmutatást. Ezen kívül ez a vizsgálati technológia segítséget nyújt a fejlődési problémák diagnózisában is.

A következőkben a tanulmány áttekinti a szemmozgás, a vizuális információfeldolgozás és az olvasás összefüggéseinek a legfontosabb jellemzőit, röviden bemutatja a szemmozgás műszeres vizsgálatának elméleti hátterét. A továbbiakban az eddigi vizsgálataink eredményeiből mutatok be néhányat az olvasás, a vizuális nevelés, az ének-zene és a matematika oktatásának a területéről. A cél most elsősorban nem a kutatási eredmények részletes ismertetése, hanem a szemmozgásvizsgálat pedagógiai folyamatokban megjelenő lehetőségeinek a bemutatása az elmúlt években szerzett legfontosabb tapasztalatok alapján.

Szemmozgás, vizuális információfeldolgozás, olvasás

A vizuális információfelvétel és a szem működésének legfontosabb, alapvető tényezői az 1980-as és a 90-es évek végére tisztázódtak, bár sok kérdés maradt megválaszolatlanul. Számos angol nyelvű összefoglaló munka született (Rayner 1983; Carpenter–Robson 1998; Radach et al. 2004; Van Gompel et al. 2007), és a

magyar nyelvű szakirodalomban is megjelent ez a terület (Cs. Czachesz 1998; Tóth 2002; Csépe 2006; Steklács 2013). Jelen írás a következőkben ezekre támaszkodva mutatja be a legfontosabb elméleti eredményeket.

A szemünkbe érkező vizuális információt a szemgolyó hátsó részén található retina észleli. A retina legérzékenyebb része a fovea, ezt a parafovealis terület veszi körül, illetve a periférikus terület. A látás a fovea területén a legélesebb, a parafovea már jóval homályosabb képet észlel, az ezen kívüli perifériális területek pedig életlen, homályos, nehezen felismerhető ingereket vesznek fel. A teljes élességű látás mindössze 2 fokban érvényesül, ez a vizsgálatok során számított 64 cm-es távolságban mindössze egy 2,5 cm átmérőjű körre szorítkozik. Az agyban feldolgozott látáskép azt az illúziót kelti, mintha mindenhol élesen látnánk, ehhez viszont arra van szükség, hogy a szemünk egyik pontról a másikra ugorjon. Ezeket az ugrásokat nevezik szakkádnak, fixációnak pedig azt, amikor a szemünk megáll. A szakkádok az emberi test által végzett leggyorsabb mozgások, 20–30 ezredmásodpercig tartanak, közben nincs információfeldolgozás, nem látunk semmit. Ez utóbbi jelenséget nevezik szakkadikus elfojtásnak (saccadic suppression). A fixáció, az információfelvétel ideje is változó, átlagosan 250–500 ezredmásodperc közötti, de vannak ennél jóval rövidebb és hosszabb fixációink is, és egyénenként is nagy eltérések tapasztalhatók. Ha nem sikerült az információfeldolgozás, újabb információra van szüksége az agynak, visszatér a szem a már fixált területre, ezt a visszafelé történő mozgást nevezzük regresszióknak. A 10 karakternél nagyobb vagy sorokat átlépő szakkádot hosszú regressziós szakkádnak nevezik, másik tipikus fajtája, a szón belüli, 1-2 betűnyi távolságot ugró korrekciós szakkád. A szakkád, a fixáció és a regresszió a szem makromozgásai közé tartozik, akárcsak a vestibularis ocularis reflex (VOR), amely a fej elmozdulásakor igazítja a szemet a figyelt objektumra, valamint az optokinetikus reflex (OKR), amelynek a fovea centrálisra állításában van szerepe.

Ezekon kívül ismerünk mikromozgásokat, ezek a mikroszakkádok, a driftek, a nystagmusok (rezgések), amelyek különböző típusú apró mozgásai, illetve rezgései a szemnek. Szerepüket még nem sikerült megnyugtatóan tisztázni, a kutatók valószínűsítik, hogy a szem pontos információfelvételét segítik. A fentiekon kívül ismert a szem úgynevezett vergens (konvergens, divergens) mozgása, amely a szemgolyók testre merőleges vízszintes tengelye körüli apró mozgásait jelenti.

Az információ feldolgozásának agyi mechanizmusára, a szem és az agy együttműködésére szintén számos elmélet, modell született, amelyek még több kérdést vetettek és vetnek fel. Ilyen például az információfeldolgozás időpontjának a kérdése. Valószínű ugyanis, hogy a fixáció első tizedmásodpercében már megszületik a döntés a következő fixációról, ekkor viszont még nem valószínű, hogy az adott információ feldolgozása megtörtént. Ezzel kapcsolatban kérdés még, hogy az információ feldolgozása az agyban a fixáció alatt vagy után történik-e meg. Valószínűsíthető továbbá, hogy a szakkádok alatt a kognitív tevékenység szünetel, kivétel ez alól a szófeldolgozás.

Az olvasás folyamatában a retina különböző területeire más-más feladat hárul. A feltételezések szerint a foveán történik a betűk képének a felismerése, a parafovea a szavak hosszúságáról, a grafikus jellemzőkről, az ezen kívüli területek a magasabb szintű nyelvi egységekről közvetítenek szimultán információt az agynak.

Az olvasás, a szövegértés és a szemmozgás összefüggésében a legfontosabb jellemzők, hogy a jó olvasó 7–9 karaktert átfogó szakkádokkal (ezek nem esnek egybe a szavakkal) halad előre a szövegben. A szórási sebesség: 1 és 20 karakter közötti, átlagosan 200–250 ezredmásodperces fixációkra van szükség a megértéshez. Ritkán jelentkezik a regresszió. Az olvasás kezdő szakaszában járókra és a gyenge olvasókra jellemző, hogy jóval rövidebbek a szakkádok, a fixációk hosszabbak, gyakoribb a regresszió. Jól mutatja mindez, hogy a szórutinok nem alakultak ki a megfelelő mennyiségben és minőségben, nem automatizálódott a képesség, nem áll rendelkezésre a folyékonyosság, vagyis az, hogy az agy a dekódolás helyett a megértésre koncentráljon. Fontos felismerésük a kutatásoknak az is, hogy az olvasó aktivitásának, motiváltságának szintje, a szöveg

tipográfiája, szerkesztettsége, megfogalmazásának nehézsége, az anyanyelvi normától eltérő szórendű mondatok alkalmazása megnyújtja az olvasó fixációit, rövidíti a szakkádokat, növeli a regressziók számát.

Viszonylag hamar felmerült a kérdés arra vonatkozóan is, hogy mi a különbség az eltérő írástípusok (alfabetikus, szótag-, szójelölő írásjeleket alkalmazó) olvasása esetében. Az előzetes elképzelésnek megfelelően azt tapasztaljuk, hogy például a kínai olvasó tulajdonképpen ugyanannyi idő alatt olvassa el az adott szöveget, mint egy alfabetikus nyelven olvasó, az ő esetében viszont hosszabbak a fixációk. Mindez jól szemlélteti az agy információfelvevő, -feldolgozó rendszerének meghatározó szerepét, hatását a szemmozgásokra (Rayner et al. 2005).

A szemmozgás műszeres vizsgálata

A szem olvasás közben mutatott viselkedésére először Luis Émile Javal párizsi szemész hívta fel a figyelmet a XIX. század végén, a szemmozgás vizsgálata is ekkortól datálható. Fejlődése több korszakra osztható a technológia fejlődése és az elért eredmények viszonylatában (Rayner 1998), illetve olyan kutatók tevékenységéhez igazodva, mint Edmund Huey, Guy Thomas Buswell vagy Alfred L. Yarbus. A magyar nyelvben ennek a kutatási területnek a terminológiája nem alakult még ki, de néhány esetben az angolban is problematikus. Valójában nem a szem mozgását vizsgáljuk, hanem a tekintet (nézés) útját, megállót. Az angolban is jobban kifejezi a jelenséget a gaze-tracking (tekintet-, nézésekövetés), mint az eye-tracking. Leegyszerűsítve a kérdést azt mondhatjuk, hogy a szemmozgáskövetés (helyesebben a tekintetkövetés) vizsgálata ezredmásodperc pontossággal ad információt egy adott területre eső fixációk időtartamáról, a szakkádok hosszáról és irányáról, valamint néhány eszköz esetében a folyamat közben a pupilla átmérőjéről, annak változásáról. Az eljárás lényege az, hogy a műszer infravörös fényt juttat a szembe, és kamerák segítségével számítja ki szemünk viselkedését, útját, mozgását azon a területen, amelyen bármilyen vizuális információ, kép, szöveg, mozgókép, honlap megjelenik.

A vizsgálat műszerei jelentősen fejlődtek az évtizedek során, a huszadik század elején még olyan is előfordult, hogy fémeszközt helyeztek a szembe. A számítógép megjelenésével a fejlődés rohamléptekben új útra lépett. Három típusa alakult ki a műszereknek, a vizsgálatoknak: 1. a monitoron megjelenő információk vizsgálata; 2. a tetszőleges sík felületen megjelenő információk feldolgozásának vizsgálata (például plakát, újság nézegetése, olvasása); 3. hordozható szemkamerák (mostanra már szemüvegek). Ezekon kívül néhány éve megjelent egy, az okostelefonok felhasználását vizsgáló, rögzített műszer is. A fentiekon kívül új lehetőségek, kutatási irányok adódtak azáltal is, hogy a szemmozgáskövető műszereket szinkronba állították az agy működéséről információt szolgáltató EEG-vel, illetve az arc-érzelem vizsgáló szoftverekkel. Az EEG-vel történt szinkronizálás lehetővé tette például annak a vizsgálatát, hogy a gyermekek egy-egy tankönyv feladatait hogyan, milyen motiváltsággal fogadják, oldják meg (Knight 2011).

Az eszközök fejlődésével párhuzamosan az elmúlt évtizedekben egyre több tudományterületen használták, használják fel a szemmozgáskövető műszereket, ilyenek például a kognitív pszichológia, a fejlődéslélektan, az olvasáskutatás, a pszicholingvisztika, a hadiipar, a járműgyártás, a sporttudomány vagy az etológia (ugyanis állatokkal is végezhetők ilyen kísérletek). Népszerű lett továbbá ez a vizsgálati eljárás az informatikában a honlapok hatékonyságának a vizsgálatában (web usability) és a piackutatásban, valamint a marketing és a reklámok hatásának elemzésében. Ez utóbbiak esetében leginkább hordható eszközöket, szemüvegeket alkalmaznak (Duchowski 2007).

Két évtizede még az információs területtől adott, 64 cm-es távolságban rögzítették a kísérleti személyek fejét az adatok pontossága végett, és ez sokat torzított a különös helyzetből fakadó viselkedés következtében. Ma már erre sincs szükség, a műszer követni tudja a monitor előtt ülő, vizsgálatban részt vevő gyermek, felnőtt mozgását 40–70 cm-es távolság között, aki a felmérés közben gyakorlatilag egy számítógép monitorját nézi.

Az adatok számát és az eredmény pontosságát nagyban befolyásolja pozitív irányban az is, hogy már két kamerát alkalmaznak, amelyek egyszerre veszik mindkét szemet. Saját vizsgálataink során is általában 90% feletti arányban tudjuk rögzíteni az adatokat, a legtöbb kísérleti személy esetében ez az érték 92 és 98% között van.

A kapott adatokból származó eredményeket a szoftver a vizsgált területre eső nézésgyakoriság alapján hőtésképpel szemlélteti, zölddel látjuk azokat a területeket, ahová kevesebbet, pirossal pedig, ahová a legtöbbet fixáltak a kísérletben részt vevők. A szemléltetés másik módja az úgynevezett gaze-plot, ahol a fixáció időtartamának nagyságát jelző körökben látjuk sorrendben megszámozva a fixációkat. Ezen kívül valós időben vagy akár gyorsítva, lassítva, több személy szemmozgását is egyszerre vetítve képesek visszajátszani a szoftverek, azt illusztrálva, hogy a vizsgálatban részt vevők hova, mennyi ideig fixáltak. Legtöbb esetben az eszközök képesek a felmérés közben képet és hangot rögzíteni, és ez lehetővé teszi a *think-aloud* protokoll alkalmazását. A kutatásban használatos szoftverek adatelemzést végző része a fixáció átlagos idején, számán kívül többek között azt is elemezheti, hogy egy adott, a kutató által kijelölt vizsgálati területre (POI, point of interest) vagy területek csoportjára hányszor tért vissza a szem, illetve ott mennyi időt töltöttünk el a tekintetünkkel.

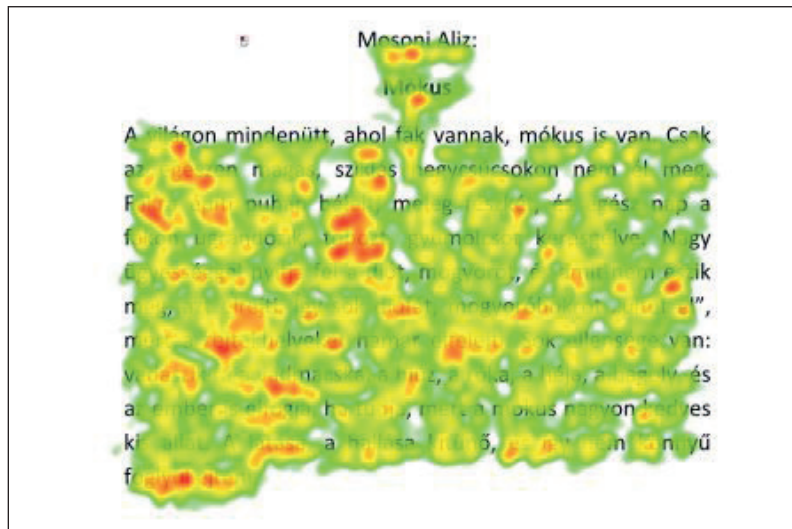
A következőkben bemutatok néhány, a vizsgálataink során kapott eredményt, amelyek tipikusan szemléltetik a szemmozgásvizsgálat pedagógiai relevanciáját, valamint továbbgondolásra érdemes lehetőségeket vetnek fel. A kutatásokat a Kecskeméti Főiskola tanító szakos hallgatóival és a Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola doktoranduszaival közösen végeztük Tobii T120 típusú szemmozgásvizsgálóval és Tobii Studio szoftver alkalmazásával.

Másodikos tanulók olvasási folyamatának a vizsgálata

Kutatásunk célja általános jellemzők meghatározása volt, nem rendelkezünk még eredményekkel arra vonatkozóan, hogyan olvasnak a magyar tanulók, miben tér el és miben egyezik meg az olvasás magyar nyelven a már vizsgált nyelvekhez viszonyítva. A kutatást Rédei Zita tanító szakos hallgatóval végeztük, 23 tanulóval vettük fel a tesztet, amely egy instrukciós elemből, Mosoni Aliz *A mókus* című szövegéből és öt kérdésből állt. Végig rögzítettük a szemmozgást. Az instrukció a következő volt: *Olvasd el figyelmesen a szöveget, majd válaszolj a kérdésekre!* Az instrukciós és a kérdőívelemeket azért alkalmaztuk csupán, hogy a tanulókat ösztönözzük a figyelmes olvasásra, a kép, a szöveg előtti utasítás ugyanis mindig hatással van a megfigyelés, az olvasás módjára.

Legfontosabb szempontunk tehát az volt, hogyan olvasnak a második osztályos magyar tanulók. A következő felvételen egy korának megfelelően, jól olvasó kislány olvasási folyamatát látjuk valós időben. Megfigyelhetjük, hogy a szöveg elején a szerző és a cím elolvasása után a szöveg végére ugrik a tekintete, ezt tekinthetjük már egyszerű, szövegáttekintési stratégiának. Az olvasás során jól látszanak az átlagosan 2–4 karakter távolságú fixációk. Az olvasás közben viszonylag kevés regresszióra volt szükség, viszont néhány szó megértése többszöri, hosszú fixációt igényelt (1. felvétel: *2. osztályos tanuló olvasási folyamata*).

Az adatok elemzése során azt tapasztaltuk, hogy a vártak megfelelően a jobban és a gyengébben olvasó tanulók olvasásra fordított ideje nagy különbséget mutat, jól látható volt továbbá, hogy a gyengébben olvasók fixációs távolságai rövidebbek, gyakrabban alkalmaztak regressziós szakkádokat. A fiúk és a lányok átlagait összehasonlítva nem tapasztaltunk lényeges különbségeket. Egységesség mutatkozott viszont azon a területen, hogy mely szavakat fixálták a tanulók a legtöbb ideig. A kapott eredményeket az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra
2. osztályos tanulók fixációi

Több szó esetében nem tudjuk megnyugtatóan indokolni, hogy miért van szükség több időre az olvasáshoz, a megértéshez, ilyenek a *fákra* és az *egészen* szavak. A *toboz* és a *bélelt* szavak valószínűleg azok közé az elemek közé tartoznak, amelyek nem szerepelnek még azok között a könnyebben, egészében azonosítható szavak között, amelyeket a gyerekek gyorsan felismernének. Az átlagoshoz képest több időt, hosszabb és több fixációt igényelt az olvasás során némelyik *j–ly*-t tartalmazó szó: *elrejtí, elfelejtí, rejtékhelyek, foglyul ejteni*; vélhetőleg azért, mert a *j–ly* ebben az időszakban szerepel a tananyagban.

A szakirodalomból ismert az a jelenség, amely szerint a sorok első és utolsó fixációi általában hosszabbak (Heller 1982). Gyakorta tapasztaljuk, hogy ez a különbség sorról sorra fokozatosan nő a szövegek olvasásakor, valószínűleg azért, mert az olvasó egyre jobban, gyorsabban dolgozza fel a szöveget. Ezzel magyarázható a hőtésképen is megfigyelhető V alakzat.

A szöveg megértését ellenőrző feladatok egyszerű kérdésekből álltak, négy lehetőség közül kellett kiválasztaniuk a tanulóknak a helyes választ. A feladatok megoldásának folyamatát vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a tanulók meglepően sok esetben úgy választják ki a helyes és a helytelen választ is, hogy nem olvasnak el minden válaszlehetőséget. A vizsgálatunk során megfigyeltük azt is, hogy az alfabetikus írást használó flektáló nyelvekhez hasonló a magyar anyanyelvű olvasás, nyelvünk agglutinatív sajátossága nem eredményez különbséget például az angolhoz viszonyítva, nem esik arányaiban több fixáció a szavak végződéseire, ezt a felsőbb éves tanulók, felnőttek esetében kapott tapasztalataink is megerősítették.

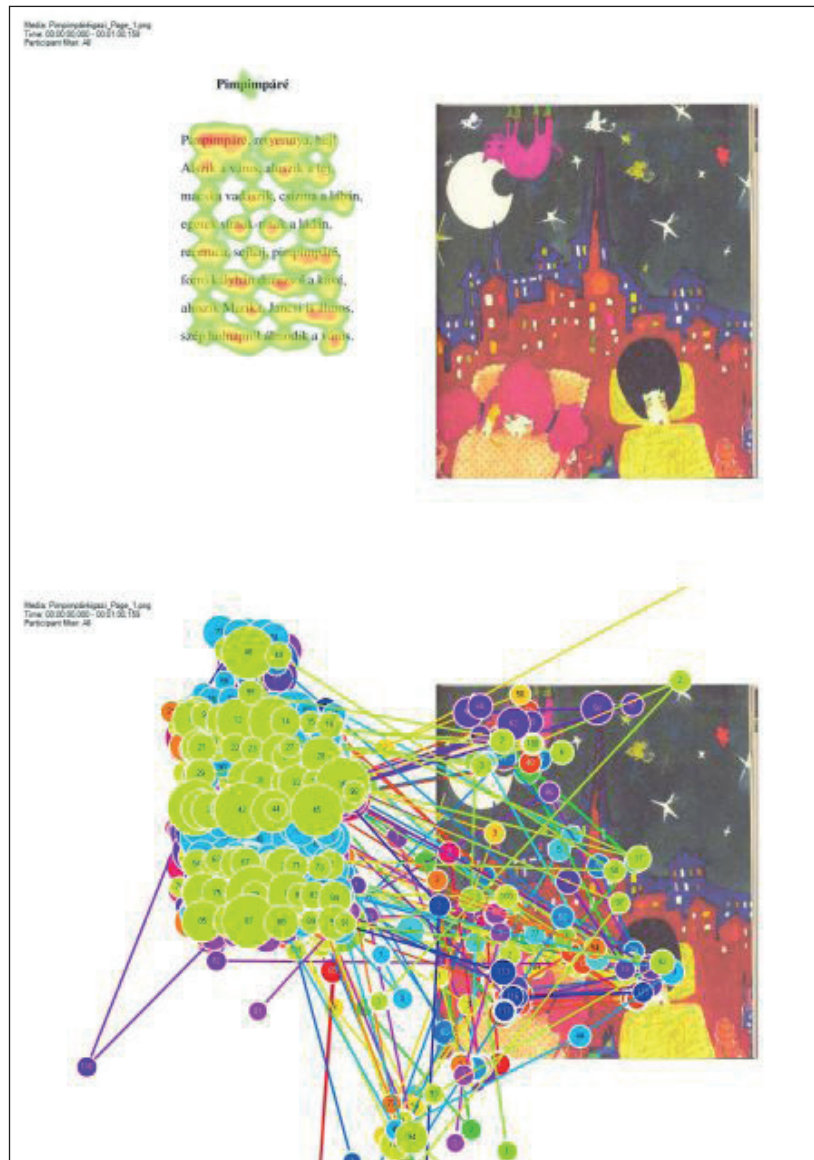
Vizuális nevelés, vizuális kommunikáció

Simon Tünde doktorandusz hallgatóval a vizuális kommunikáció terén vizsgáltuk 6. osztályos tanulók feladatmegoldási folyamatát, stratégiáit. A Szegedi Egyetem Neveléstudományi Intézetének koordinálásával folyó, online diagnosztikus értékelési rendszerben a vizuális nevelés területén készített feladatok megoldását elemeztük. A vizsgálatban 12 tanuló vett részt.

A fentebb említett feladatmegoldási eljárást itt is tapasztaltuk: a tanulók gyakran nem vették figyelembe a lehetséges megoldásokat, illetve az ehhez szükséges információkat. A kevés résztvevő többféle módon olvasta a szöveget, nézte a képeket. Az egyik feladatban 5 ókori görög mitológiai lény meghatározását olvashatják a gyerekek, de csak 4-nek a képét látják. Meg kellett határozniuk, hogy melyik leíráshoz nem tartozik kép. A következő illusztráció két tanuló feladatmegoldási folyamatát mutatja valós időben, egymásra

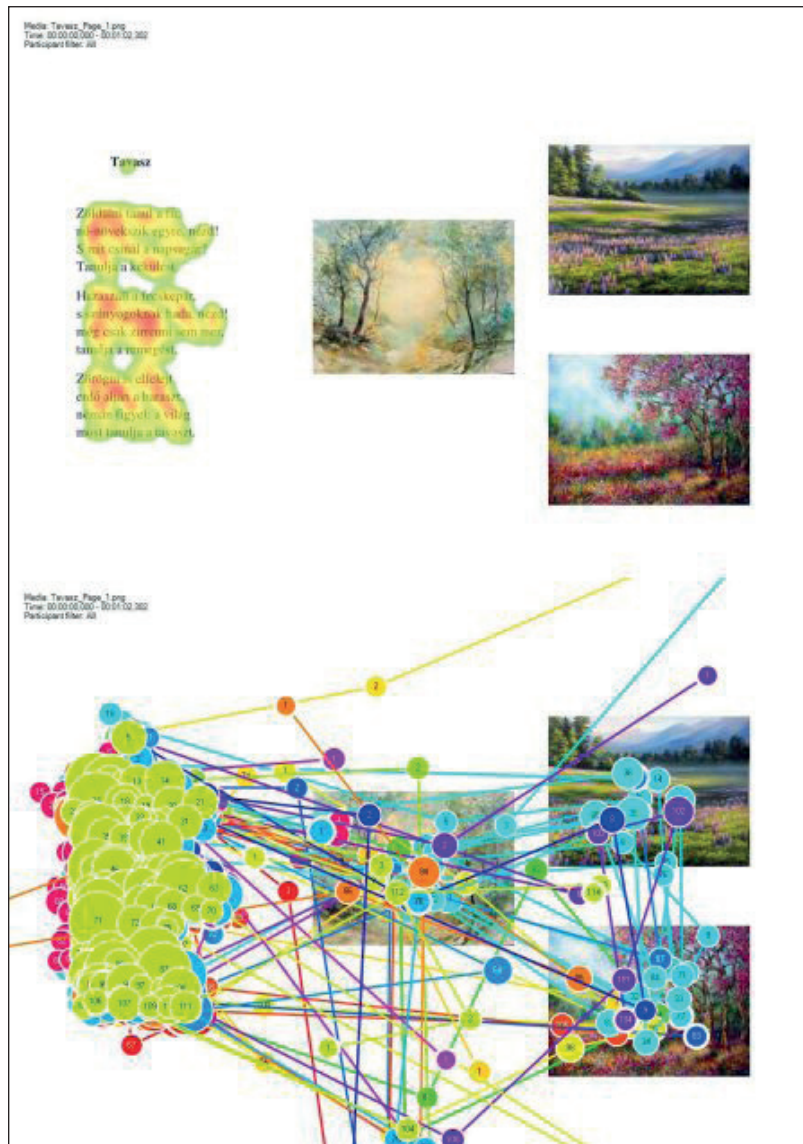
vetítve. Jól láthatók a különbségek, egyikük a meghatározások közben gyakran, többször is fixál a képekre, a másik csak néhány esetben, ráadásul nem is mindegyikre (2. felvétel: 6. osztályosok feladatmegoldási folyamata a vizuális nevelés területén).

A szöveg és a kép kapcsolatát vizsgáltuk egy másik esetben is Károlyi Anett főiskolai hallgatóval. Ennél a felmérésnél 4. osztályos gyermekeknek kellett Szilágyi Domokos *Pimpimparé* és *Tavaszi* című versét elolvasni, a versek mellett illusztrációkat is megjelenítettünk. Tapasztalataink szerint a gyerekek nagyon ritkán és kevés idő ráfordításával nézték a verseket illusztráló képeket, jellemzően a vers olvasása előtt és után. A fixációs időtartamot vizsgálva azt látjuk, hogy arányaiban a képekre eső fixációk száma annyira kevés, hogy a hőtésképen nem is jelenik meg (2–3. ábra).



2. ábra

Szilágyi Domokos *Pimpimparé* című versének olvasása (hőtésképes és gaze-plot elemzés)



3. ábra

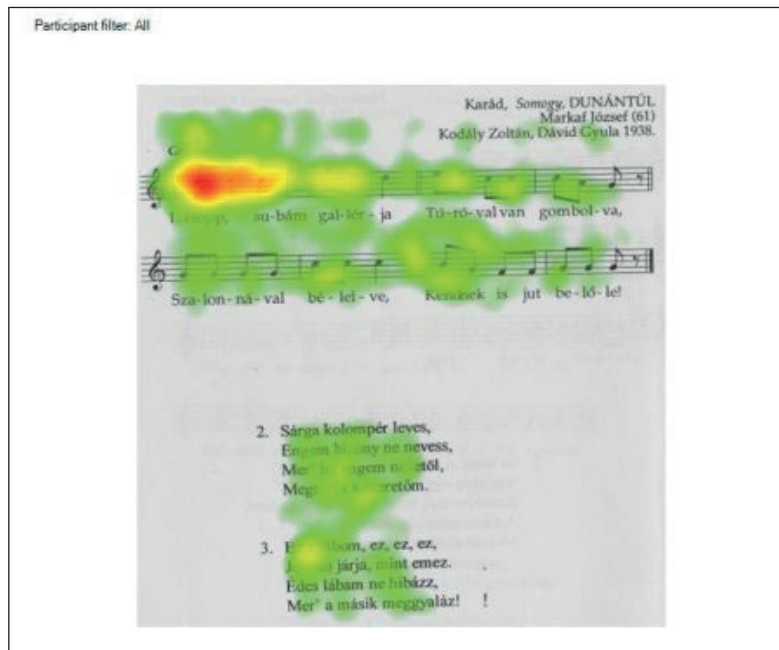
Szilágyi Domokos Tavasz című versének olvasása (hőterképes és gaze-plot elemzés)

Kottaolvasás, hangszeres játék

A kottaolvasás képessége, folyamata, stratégiái, ezek fejlődése és összefüggései a szolmizálással, az énekkel, a hangszeres játékkal önmagában is érdekes, viszonylag keveset kutatott terület. Vizsgálatával meggyőződésem szerint általánosságban az olvasási folyamatról, képességről is többet megtudhatunk, hiszen a néma és a hangos kottaolvasás során is vizuális, konvenciókon alapuló szimbólumok dekódolása történik, és ebben szerepe van a gyakorlottságnak, az előzetes tudásnak, a folyamat automatizáltsági szintjének, a folyamatosságnak. A mechanizmus ugyanaz, viszont ez az olvasási folyamat a szolmizálásnál és a hangszeres játéknál kiegészül egy nem nyelvi szinttel. A kottából éneklés esetében pedig a zenei és a nyelvi szint együtt jelenik meg, egyszerre történik a két szinten.

A kottaolvasás, az ének és a hangszeres játék szemmozgással folytatott vizsgálatát több szempontból is elvégeztük Buzás Zsuzsával, a Kecskeméti Főiskola oktatójával és Sörös Edit főiskolai hallgatóval. Az eredmények egy része tanulmány formájában is megjelent (Benedekfi–Buzás 2013). Tapasztalatainkat

összegezve ezen a területen elmondhatjuk, hogy mindegyik feladattípusban (szolmizálás, éneklés, hangszeres játék) a kotta elején, az ütemjelzésnél, az előjegyzésnél találjuk a legtöbb, leghosszabb fixációt (4. ábra).



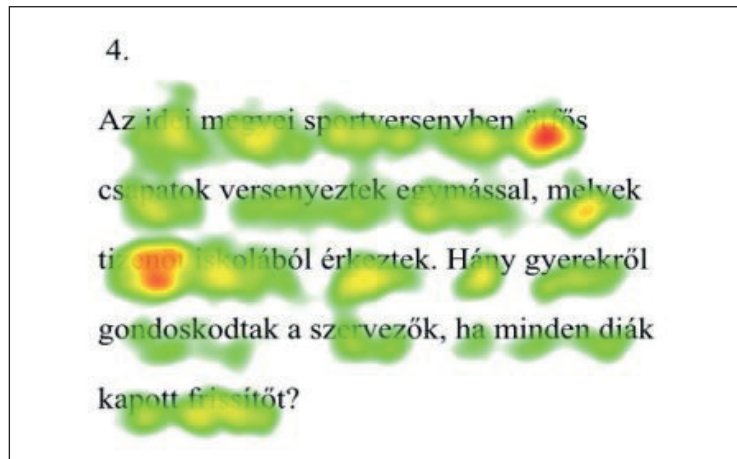
4. ábra
Fixációk időtartama népdaléneklés közben

A nehezebben feldolgozható, bonyolultabb részeknél is többet időzik a szem, akárcsak az olvasás esetében. A különböző feladatok megoldásánál minden esetben többféle stratégia alkalmazását tapasztaltuk. A szakirodalomból régóta ismert a zenészek szem-kéz késleltetése (eye-hand span) játék közben (Sloboda 1974). Megfigyelésünk alapján már a tanulás időszakájában is tapasztalható ez a jelenség. Énekléskor, hangszeres játék közben a szem előrébb jár, a szem-ének késleltetés viszont rövidebb, mint a szem-hangszeresjáték késleltetés. A 3. felvétel furulyázás közben szemlélteti ezt (3. felvétel: *Szem-hangszeresjáték késleltetés*).

Szöveges matematikafeladatok megoldása

Csikos Csaba és Vigh-Kis Erika, a Szegedi Egyetem oktatója és doktorandusz hallgatója koncepciója alapján negyedik osztályos tanulók adaptív stratégiahasználatát vizsgáltuk. A felmérésben 13 tanuló vett részt. A kutatás során a diákok papíralapú tesztet töltöttek ki. Megvizsgáltuk egy nyolc szöveges matematikafeladtból álló kérdéssor megoldása során a szemmozgásukat, illetve interjú készült velük a feladatok megoldásának általuk alkalmazott módjáról, stratégiájáról. A szemmozgásvizsgálat során kutattuk a számmal és a betűvel írt számadatok feldolgozása közötti különbséget, az adatokra és a matematikai műveletre vonatkozó szavak, kifejezések feldolgozásának a jellemzőit és a feladatmegoldás tanulók által alkalmazott módjait és stratégiáit. A kutatás néhány fontos eredményét Vigh-Kis Erika konferencia-előadás formájában publikálta, most az olvasás-feladatmegoldás terén tapasztalt jellemzőkre térek ki (Vigh-Kis et al. 2013).

Az összes tanuló adatait összegző hőtérkép, amely a 4. feladat megoldása közben végzett fixációk idejét szemlélteti, jól mutatja, hogy a feladat számadatait nézték a diákok a leghosszabb ideig, ezekre esett a legtöbb fixáció (5. ábra). Minden feladat esetében ezt tapasztaltuk.



5. ábra

A fixációk időtartama szöveges matematikafeladat megoldása közben

Külön megvizsgáltuk a fiúk és a lányok, a matematikából és az olvasásból gyengébb és jobb teljesítményt nyújtó diákok által produkált eredmények hőterképeit, de jelentős különbségeket nem tapasztaltunk.

Érdeemes azonban elemezni az olvasás folyamatát a szöveges feladat megoldása közben. Az egyik kislány tipikusnak nevezhető olvasási folyamatának felvételét végignézve azt tapasztaltuk, hogy a tanuló először végigolvassa a szöveget, olvasás közben rövidebb és hosszabb regressziós szakkádokat is alkalmaz. A *melyek* és a *tizenöt* szavakra már itt is ismételten visszatér. Más típusú szövegek olvasásához képest rövidebbek a szakkádjai, sűrűbbek és hosszabbak a fixációk, vagyis az átlagosnál lassabban, figyelmesebben, a hangos olvasás jellemzőivel olvas, magában valószínűleg hangoztatja a szöveget a pontosabb, eredményesebb megértés érdekében. Az első olvasás után a hangoshoz hasonló olvasási mód megszűnik. Többet is felfelé ugrik a szem, átfut több területet, többször visszatér a kulcskifejezésekre, az első olvasás során esetlegesen nem teljesen tisztázott, valamint a legfontosabb információkat keresi. Ezután ismét olvasni kezdi a szöveget, majd végül többször hosszasan fixál a *tizenöt* szóra. Ez utóbbi jelenséget többször is tapasztaljuk, felnőttek esetében is, nevezetesen, hogy a megoldás megadása előtti pillanatokban néhány, az átlagoshoz képest nagyon hosszú, óriás fixációt produkál a szem. Azt mondhatjuk, ilyenkor gondolkodás közben hosszasan, meredten néz egy pontot, feltevésünk szerint ilyenkor a gondolkodási folyamat mellett nem folyik információfelvétel (4. felvétel: *Negyedik osztályos tanuló – szöveges matematikafeladat megoldása*).

Összegzés

A gyermekek által alkalmazott stratégiák sok esetben nem tudatosak, többször is tapasztaltuk a felmérések közben, hogy a tanulók beszámoltak olyan stratégiákról, amelyeket nem alkalmaztak, és ennek ellentétjét is láttuk: alkalmaztak bizonyos adaptív stratégiákat, de nem voltak tudatában ennek. A tanítás sikeressége érdekében érdemes lenne jobban megismerni ezeket a gondolkodási struktúrákat, ezzel együtt fejleszteni a gyermekek metakognitív tudását is (Csíkos 2007).

Az oktatási rendszer hatékony működése szempontjából fontos információt jelent a tanulók gondolkodási, tanulási, olvasási, információfeldolgozási, feladatmegoldási stratégiáinak az ismerete. A szemmozgáskövetés vizsgálati módszerével lehetőség nyílik erre. Ez a kutatási eljárás kvalitatív és kvantitatív vizsgálatok folytatását egyaránt lehetővé teszi, amelyek által könnyebben diagnosztizálhatók az adott képességek deficitjei is. Megfelelő mennyiségű adat megszerzésével standardizálni lehet különböző életkorban az elvárt olvasási képesség paramétereit, ezzel együtt új taneszköz- és tankönyv-értékelési vizsgálati szempontok jelenhetnek

meg. A fenti példák is igazolják, hogy oktatás-módszertani szempontból több területen is komoly kutatási, fejlesztési lehetőséget rejt magában ez a vizsgálati módszer.

Irodalom

- Duchowski, Andrew T. 2007. *Eye Tracking Methodology. Theory and Practice*. Springer. London.
- Benedekfi István – Buzás Zsuzsa 2013. Zeneművészeti szakközépiskolás tanulók kottaolvasási készségének vizsgálata szemmozgást követő módszerrel. *Iskolakultúra* II: 20–33.
- Carpenter, Robert H. S. – Robson, John G. 1998. *Vision Research. A Practical Guide to Laboratory Methods*. Oxford University Press. Oxford. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198523192.001.0001>
- Cs. Czachesz Erzsébet 1998. *Olvasás és pedagógia*. Mozaik Oktatási Stúdió. Szeged.
- Csépe Valéria 2006. *Az olvasó agy*. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Csikos Csaba 2007. *Metakogníció – A tudásra vonatkozó tudás pedagógiája*. Műszaki Kiadó. Budapest.
- Heller, Dieter 1982. Eye movements in reading. In: Groner, Rudolf – Fraise, Paul (ed.) *Cognition and eye movements*. North Holland. Amsterdam. 139–154.
- Knight, Bruce Allen 2011. The Alignment of Eye Tracking Behaviour and Electroencephalography (EEG) while Reading English Texts. Konferencia-előadás: *Eye Track Behavior Conference*. Frankfurt, október 4–6.
- Radach, Ralph – Kennedy, Alan – Rayner, Keith 2004. Eye Movements and Information Processing During Reading. *A Special Issue of The European Journal of Cognitive Psychology*. Taylor and Frances. Hove, New York.
- Rayner, Keith (ed.) 1983. *Eye Movement in Reading. Perceptual and Language Processes*. Academic Press. New York.
- Rayner, Keith 1998. Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin* CXXIV. 3: 372–422. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.124.3.372>
- Rayner, Keith – Li, Xingshan – Juhasz, Barbara – J. Yan, Guoli 2005. The Effect of Word Predictability on the Eye Movements of Chinese Readers. *Psychological Bulletin and Review* XII. 6: 1089–1093. <https://doi.org/10.3758/BF03206448>
- Sloboda, John 1974. The eye-hand span – an approach to the study of sight reading. *Psychology of Music* II. 2: 4–10. <https://doi.org/10.1177/030573567422001>
- Steklács János 2013. *Olvasási stratégiák tanítása, tanulása és az olvasásra vonatkozó meggyőződés*. Nemzedékek Tudása Kiadó. Budapest.
- Tóth László 2002. *Az olvasás pszichológiai alapjai*. Pedellus Kiadó. Debrecen.
- Van Gompel, Roger P. G. – Fischer, Martin H. – Murray, Wayne S. – Hill, Robin L. (ed.) 2007. *Eye Movements: a Window on Mind and Brain*. Elsevier LTD. London.
- Vígh-Kis Erika – Csíkó Csaba – Steklács János 2013. *Negyedikes tanulók adaptív stratégiahasználatának vizsgálata a szemmozgás-elemzés módszerével*. Konferencia-előadás. XIII. Országos Neveléstudományi Konferencia. Eger, november 6–9.

Steklács, János

Opportunities of eye tracking experiments in the recognition of the reading and visual information processing competences

There are more and more experiments conducted with eye tracking equipment in research in Hungary. This research technology enables us to learn more about the development of students' cognitive competences and to get guidelines for their effective development. This study summarizes the most important characteristics of the connections of eye tracking, visual information processing, and reading and it also provides an overview of the theoretical background of the eye tracking experiments. It shows details about the results of the research done in the previous years in the area of teaching reading, visual education, music, and mathematics. It gives suggestions about how to utilize research results for the better understanding and development of the students' cognitive, learning, reading, information processing and problem-solving strategies.

Kulcsszók: szemmozgásvizsgálat, információfeldolgozás, olvasás, vizuális nevelés, ének-zene tanítása, matematikaoktatás

Keywords: eye tracking experiment, information processing, reading, visual education, music teaching, mathematics teaching

Az írás szerzőjéről

Steklács János

Kecskeméti Főiskola Tanítóképző Főiskolai Kar, Kecskemét, Magyarország

steklacs[kukac]gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0998-6278>