



TANKÖNYVI SZÖVEGEK NYELVI FELDOLGOZHATÓSÁGÁNAK MUTATÓI ÉS VIZSGÁLATI MÓDSZEREI

Lukács Ágnes^{1,2}, Rácz Péter^{1,2}, Kas Bence^{2,3,4}

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Kognitív Tudományi Tanszék

² MTA-BME Lendület Nyelvelsajátítás Kutatócsoport

³ MTA-ELTE Nyelvfejlődési Zavarok Kutatócsoport

⁴ ELKH Nyelvtudományi Kutatóközpont

A tankönyvi szövegek nyelvezte

A nyelv a tankönyvi ismeretek átadásának folyamatában elsősorban mint közvetítő jelenik meg: a legtöbb ismeret olyan tényekből, illetve tények láncolatából áll, amelyek nyelvi megformálása nem eleve meghatározott. A pákozdi csata történetét vagy a hidrogéngáz képződésének folyamatát sokféleképpen megfogalmazhatjuk nyelvi, mely megfogalmazások különböző fognak a használt szavak mennyisége, stílusértéke, gyakorisága, a mondatok szintaktikai szerkezete és terjedelme, a mondatok által közvetített logikai lépések kapcsolatai és még számos más jellemző – összefoglaló néven: a szöveg nyelvezte – tekintetében. A különböző nyelveztű szövegek interakcióban vannak az olvasó (gyerekek) nyelvi felkészültségével: a szövegnyelvezte bizonyos összetevői alapvetően meghatározzák az egyes korcsoportok (felnőttek esetében műveltségi csoportok) számára a tankönyvi szövegek feldolgozhatóságát, azaz a mediálni kívánt ismeretek elsajátíthatóságát¹.

Kantor és munkatársai (1983) a tankönyvi szövegek feldolgozhatóságát meghatározó tényezők közül a legfontosabbnak a struktúrát (a gondolatok szövegbeli elrendezését), a koherenciát, az egységességet és a közönségnek való megfelelést tartják. Ezt a gondolatmenetet követve Wikman (2009) kibővíti és újrafogalmazza Kantorék pontjait, és a következő öt maximát sorolja fel mint a jó, vagyis az olvasó számára könnyen fogyasztható tankönyv ismérveit (1) optimalizáció: a tankönyv szövege feleljen meg az olvasó megértési szintjének; (2) struktúra: a szövegek legyenek jól strukturáltak; (3) metadiskurzus: a szöveg tartalmazzon a feldolgozásra vonatkozó explicit jelzéseket; (4) konfliktus: a szöveg szembesítse az olvasót a lehetséges félreértelmezésekkel és azok elkerülési lehetőségeivel; (5) élvezet: a szöveg különböző módokon növelje az olvasó motivációját. E maximák részletesebb és specifikusabb kifejtését adja Mikk (2000), aki az olvasóbarát szövegek tulajdonságait vizsgálva az alábbiakban látja megragadhatónak a jól olvasható tankönyv jellemzőit:

- Ismerős (gyakori) és rövidebb szavakat használ.
- Az új, ritka és idegen szavakat definiálja és megmagyarázza.
- Korlátozott mennyiségű új szót vezet be.

¹ A szövegértés egyéni különbségeinek kognitív meghatározóival kapcsolatos vizsgálatok eredményeit egy korábbi tanulmányunkban tekintettük át (Lukács & Kas, 2021).

- Konkrét szavakat használ: kerüli az absztrakt toldalékokkal ellátott szavakat, konkrét példákat ad, emberekről ír.
- Rövid mondatokban és egyszerű konstrukciókban fogalmaz.
- Minden gondolatot külön mondatban fejez ki.
- Leginkább aktív állító mondatokat használ.
- A fejezet címe kifejezi a fő gondolatot.
- A főszöveg világosan elkülöníti a fogalmakat.
- A fogalmak közötti kapcsolatokat kohéziós eszközökkel fejezi ki.
- Induktív bemutatást használ a fiatalabb, és deduktív bemutatást az idősebb diákoknál.
- Az egymáshoz kapcsolódó szövegelemek egymás közelében helyezkednek el.
- A premisszák az általánosítások előtt jelennek meg.
- Az általánosítások hangsúlyosak.
- A konklúzió megismétli a fő gondolatokat, a többi fejezettel való kapcsolatokat és a korábban nem említett problémákat.

Wikman (2009) terminológiája szerint a fentiek közül a következőkben az optimalizációval és a strukturáltsággal, azaz a tankönyvek nyelvezetének feldolgozhatóságot befolyásoló tényezőivel, a nyelvi szerkesztés jellemzőivel foglalkozunk. Ahogy az Mikk listájából is érezhető, tárgyunk szempontjából a nyelvi szerkesztés három szintje, a szókincs, a szintaxis és a szöveg szintje a leginkább releváns.

Szókincs

Mindennemű szöveg megértésének alapfeltétele, hogy az olvasó ismerje, illetve gyorsan felismerje, elő tudja hívni a mentális szótárából a szövegben szereplő szavak túlnyomó többségét. Ennek az előhívásnak a gyorsaságát és hatékonyságát több tényező befolyásolja. Ezek közül a legismertebb a szó gyakoriságának a hatása: a gyakoribb szavakhoz gyorsabban férünk hozzá, illetve kevesebb kontextuális támogatásra van szükség az előhívásukhoz (pl. Baayen et al., 2016; Forster & Chambers, 1973). Ez a hatás szövegen belül az olvashatóságban is tükröződik: a megfelelő szógyakorisági mutató, ami a gyakoriságok átlaga mellett azok szórását is figyelembe veszi, egyben hatékony olvashatósági index is (Chen & Meurers, 2018). Magyar adatok is vannak az előhívást befolyásoló tényezőkről, és bár nem olvasási helyzetekből származnak, a hatások érvényessége kiterjeszthető az írott szövegek feldolgozására is. Székely (2002, 2003) képmegnevezési helyzetben vizsgálta az előhívás gyorsaságát magyar személyeknél is, és azt találta, hogy minél gyakoribb a célszó, annál gyorsabb a megnevezés (Szekely et al., 2004). Bates és munkatársai (2003) adatai szerint ez összhangban áll hét másik nyelv hasonló vizsgálatainak eredményeivel.

Fontos módszertani kérdés, hogy milyen gyakorisági mutatót használjunk egy vizsgálat során (l. pl. Baayen et al., 2016; Chen & Meurers, 2018). A leggyakrabban az ilyen mutatókat írott szövegekből összeállított nagyméretű korpuszokból számolják, mivel ez oldható meg a legegyszerűbben automatikusan. Ilyen korpuszok és gyakorisági keresők már magyar nyelven is rendelkezésre állnak (Magyar Webkorpusz: <http://mokk.bme.hu/resources/webcorpus>; Halácsy et al., 2004; Kornai et al., 2006; a hozzátartozó gyakorisági kereső: <http://szotar.mokk.bme.hu/szoszablya/searchq.php>; Magyar Nemzeti Szövegtár: <http://corpus.ny-tud.hu/mnsz/>). A fő problémát az jelentheti, hogy a beszélt nyelv gyakorisági eloszlásai eltérnek az írott gyakoriságoktól. Ráadásul a gyakorisági adatok idővel és az egyéni környezettől függően változhatnak; ez különösen befolyásolhatja a tankönyvvizsgálatokat: a gyerekeknek

készített szövegek gyakorisági mutatói, illetve a gyerekek fejében leképeződő élőnyelvi gyakoriságok – minden bizonnyal – eltérnek a felnőtt gyakoriságoktól. Ennek ellenére a különböző korpuszok alapján számolt gyakorisági mutatók erős együttjárást mutatnak egymással. A korpuszalapú nyelvi erőforrások, ezen belül az olvashatóság korpuszalapú megközelítései jelentős mértékben elterjedtek az utóbbi években (Buck et al., 2014; Kilgariff et al., 2014); Lennon & Burdick, 2004.

A gyakorisági hatásokat néhányan elsajátítási életkori hatásoknak tulajdonítják: a gyakori szavakat korábban tanuljuk meg. E változó szubjektív mércéje az, amikor felnőtt személyektől kérdezik meg, szerintük mikor sajátították el az adott szavakat. Az objektívnek tekintett szóelsajátítási életkort szülői beszámolók alapján határozzák meg (pl. Fenson et al., 1994). Székely (2002, 2003) már említett vizsgálatában a szubjektív elsajátítási kornak is szignifikáns hatása van, a korábban megtanult szavakat gyorsabban hívjuk elő a megnevezésben. A gyakoriság és az elsajátítási életkor erős együttjárást mutat (-0,56): a gyakoribb szavakat korábban sajátítjuk el. A szóhosszúság hatása is jelentős, és szintén nem független a gyakoriságtól; ez a hatás jelentősebb olvasáskor, mint képek megnevezésekor (Bates & Goodman, 2001).

Van, amikor a nyelvtani kategória is befolyásolja a szótári hozzáférést. Székely (2002, 2003) vizsgálatában jelentős különbségeket talált a tárgyak (amelyek megnevezésére főneveket használtak) és a cselekvések (ezeket igékkel írták le) megnevezési idejében: a cselekvéseket mindkét nyelvben lassabban nevezték meg. A vizsgálatból az is kiderül, hogy a képmegnevezés körülbelül kétszer olyan hosszú ideig tart, mint a szókiolvasás, és a képmegnevezéssel szemben a szókiolvasásnál a szófaj nem befolyásol, vagyis itt nincs az igék és főnevek között kiolvasási időbeli különbség.

További fontos tényező a szavak elvontsága is: a konkrét jelentésű szavakat számos vizsgálat eredményei szerint könnyebb előhívni, mint az absztraktakat (Bleasdale, 1987; de Groot, 1989; Kroll & Merves, 1986; Strain et al., 1995). Paivio (2006, 2014) kettős kódolás elméletében ezt azzal magyarázza, hogy a konkrét szavaknak nagyobb a képkiváltó értéke, vagyis könnyebben tudunk róluk gazdagabb mentális képet kialakítani, mivel érzékleti és mozgásos tulajdonságok is támogatják őket, szemben az elvont jelentésű szavakkal, melyeket csak a nyelvi, asszociatív kontextus támogat. A képkiváltó értéket skálázási eljárásokkal mérik, minden szóról meg kell mondania a személynek, hogy mennyire jut róla eszébe valamilyen kép. Más érzékleti modalitásokra is kiterjeszthető a képzetek elérhetőségének megbecslése: Yuille és Barnsley (1969) vizsgálatában vizuális (V), auditoros (A) és taktilis (T) képzeteket kell ugyanígy megbecsülni, ezek átlaga adja a VAT-mutatót.

A tankönyvkutatásban a szavak gyakoriságának ellenőrzéséhez általában szólistákat állítanak össze, melyek az adott nyelv leggyakoribb szavait tartalmazzák, néhány száz, vagy akár néhány ezer szóból álló listákban. A vizsgált szöveg lexikai hozzáférhetősége pedig a legegyszerűbben úgy adható meg, ha megnézzük a szövegben a listán szereplő szavak arányát. Kérdéses, hogy a gyakorisági lista milyen nyelvi minta alapján legyen összeállítva. A legjobb az adott területre vonatkozó és az adott életkornak megfelelő szövegek gyakorisági listája lenne, ami kevésbé lehetséges, hiszen a cél éppen az életkorspecifikus értékek meghatározása. Alternatívaképpen a köznyelvi írott korpuszok vagy a beszélt nyelvi gyakorisági adatok használhatók. Ezek közül gyerekek számára írott tankönyvek megítéléséhez a beszélt nyelvi adatokat érdemes használni, hiszen az írott nyelv elsajátításának kezdetén az írott nyelvi képesség még inkább tükrözi a beszélt nyelvi képességet. A magyar nyelvben is több olyan gyakorisági szótár született, (pl. Bácsi & Kerekes, 2002; Cs. Czachesz & Csirik, 2002), amely tanulók írásbeli szövegei alapján számol gyakorisági mutatókat.

Mikk (1997) vizsgálati adatai azt mutatják, hogy nem minden kategória gyakorisági megoszlásai jelzik egyformán jól előre a szöveg nehézségét. A funkciósavak gyakoriak, és jellemzően nagy sűrűségben fordulnak elő az egyes szövegeken belül is, azonban a mondatjelentés megértéséhez kevésbé járulnak hozzá, hiszen lexikai tartalmat nem hordoznak, ezért nem számítanak a szövegértés erős bejósolójának. A tankönyvelemzések eredményei szerint az szövegben kódolt új információt leginkább a főnevek és melléknevek hordozzák. Ebben a két szófaji csoportban fordul elő a legtöbb ritka szó, és ezek előfordulási gyakorisága jár együtt a legszorosabban a szövegnehézséggel. Elley (1969) például jelentős (0,90) együttjárást talált a főnevek előfordulási gyakorisága és a szövegek tapasztalt nehézsége között. A melléknevekre hasonló értékeket kapott Klein-Braley (1985).

Mikk és Elts (1999) 48 tudományos ismeretterjesztő biológiakönyvből vett egyoldalas szöveget elemezve vizsgálták számos tényező hatását az olvasási eredményekre, így az olvasók által tapasztalt szubjektív érdekességre, illetve a feldolgozhatóságra, amit szövegkiegészítési feladatokkal és a megértésre vonatkozó utólagos kérdésekkel mértek. Mikk (2000) ezek alapján az alábbi formulát javasolja a szöveg szófaji bonyolultságának kiszámítására (a képletben az egyes szófajokba tartozó szavak összesített gyakorisági értékei szerepelnek):

$$\text{Szófaji bonyolultság} = \frac{\text{főnevek} + \text{melléknevek}}{\text{igék} + \text{határozószók}}$$

A fenti vizsgálatban a főnevek előfordulási gyakorisága mutatta a legszorosabb együttjárást a szöveg érthetőségével (megelőzve az olvashatósági formulák együttjárását).

A gyakori szavak listája mellett idegen szavakat tartalmazó listákat is alkalmaznak: minél több szót tartalmaz a listáról a szöveg, annál nehezebb. Mikk (1980, idézi Mikk, 2000) például 0,51-es korrelációt talált az idegen szavak aránya és a szövegkiegészítési teljesítmény között. E módszer korlátja, hogy elméletileg nehezen megítélhető, hogy mi számít idegen szónak, a nyelvbe ugyanis története során folyamatosan épülnek be jövevényszavak; nem könnyű elhatárolni a nyelvbe már „beépült” szavakat az idegenektől.

A nyelvészetben régóta ismert tény, hogy a gyakoriság és a szóhossz egymástól nem függetlenek, így a szavak hosszúsága is jó mutatója lehet az ismerőségnek. Mikk (1980, idézi Mikk, 2000) 0,79-es korrelációt talált a szóhossz és az ismerőség (illetve ismeretlenség) között; a fenti, biológiai szövegeket érintő vizsgálatban észt szövegeknél 0,45, orosz szövegeknél 0,76 volt az együttjárás az átlagos szóhossz és a szövegértési mutatók között. Az olvashatósági formulákban is többféle hosszmutatót használnak: számolhatnak átlagos szóhosszal vagy a hosszú (három vagy annál több szótagos) szavak szövegbeli arányával. Mivel a funkciósavak általában rövidek és kevésbé fontosak, mint a tartalmas szavak, a hosszúsági (és más) számítások is hatékonyabbak lehetnek, ha csak a tartalmas szavakra korlátozódnak.

A szöveg nehézségének és információs terhelésének fontos mutatója lehet a szakkifejezések aránya is. A szakkifejezések szövegbeni arányának megállapításához – az idegen szavakéhoz hasonlóan, illetve azzal átfedésben – használhatnak előre megadott listákat, bár itt sem mindig egyértelmű a szakkifejezések körének meghatározása. Egy lehetséges megoldás erre, hogy szakkifejezésnek tekintünk mindent, ami definiálva van a szövegben. Elts (1992) észt nyelvű vizsgálataiban három kategóriába sorolták a főneveket: (1) a mindennapi szóhasználat részét képező szavak (pl. asztal, ló); (2) a minden-napi szóhasználatnak megfelelő jelentésben használt szavak (pl. sebesség, gyorsulás); (3) olyan szakmai kifejezések, amelyeket a mindennapi beszédben nem használunk (pl. DNS, citromsav-ciklus).

A pszicholingvisztikai eredmények sugallta képpel összhangban a szöveg (illetve a szavak) elvontságának is jelentős hatása lehet az olvashatóságra. Az erre irányuló kutatások az abszt-

raktság mércéjeként különféle mutatókat használtak, például Gillie (1957) a szöveg elvontságát a határozott névelők, az igék és az absztrakt toldalékkal ellátott főnevek alapján méri. Mikk és munkatársai a főnevek jelentésbeli elvontságára nézve a következő skálát alkalmazták: (1) közvetlenül észlelhető tárgyakat jelölő főnevek (kutya, labda); (2) észlelhető cselekvéseket és jelenségeket jelölő főnevek (futás, napsütés); (3) közvetlenül nem észlelhető fogalmakat jelölő főnevek (ok, funkció). A szöveg így számított absztraktsági szintje és az érthetőség között jelentős negatív az összefüggés: minél nagyobb a szövegbeli főnevek átlagos absztraktsága, annál nehezebb a szöveg (a tanulók tanulmányi teljesítménye szerint, Mikk, 1980; Kukemelik & Mikk, 1993). Fontos módszertani megfigyelésük, hogy az absztraktsági skála felbontásának finomítása nem javít jelentősen az eredményeken (viszont bonyolultabbá teszi a vizsgálatot).

Manapság már igen gyors, hatékony és komplex gyakorisági elemzéseket lehetővé tevő számítógépes nyelvtechnológiai módszerek léteznek, melyek jól használhatók a tankönyvek szókincsének és egyéb nyelvi jellemzőinek a feltérképezésében (l. pl. Martinc et al., 2021). Azokban a nyelvekben, amelyeknél rendelkezésre áll automatikus morfológiai elemző-program, már nem kizárólag a szavak felszíni alakjaira, hanem a toldalékoktól megtisztított tövekre, illetve azok kategóriáira is adhatók listák, készülhetnek adatbázisok. Mikk (2000) saját vizsgálatainak bemutatásán keresztül illusztrálja a számítógépes módszerek használatának előnyeit a tankönyvelemzésben, angol idegennyelv-tankönyvek, valamint ész – pl. történelem, biológia, fizika – tankönyvek vizsgálatának Uibo (1995) által kidolgozott mutatói alapján. Egy tankönyv minden leckéjének gyakorisági mutatóit kiszámolva össze lehet hasonlítani egy új lecke szavait az előzőével, így kiderül, hogy például hány új szót vezet be a lecke, ezek az új szavak hányszor fordulnak elő. A jó tankönyvi szövegre a következő, feltételezhetően korábbi kutatásokon alapuló megszorításokat teszi: (1) az egy tanórán aktívan használt új szavak száma ne haladja meg az ötöt, (2) egy leckén belül minden új szót legalább hatszor meg kell ismételni. Ezek automatikusan számolható és ellenőrizhető kritériumok. Az egyes leckék szavainak gyakorisági mutatóit összehasonlította az angol nyelv leggyakoribb szavainak a listájával; a tankönyvnek azok a szavai, amelyek nem szerepelnek ezen a listán, kicserélhetők gyakoribbakra a tankönyvírás során. Az alábbi mutatókat használta az angol tankönyvek elemzésében:

- 1) Hetenkénti leckék (órák) száma
- 2) A szavak száma a szövegekben (az ismétlődő szavakkal együtt)
- 3) A különböző szavak száma a szövegekben
- 4) A különböző új szavak száma
- 5) Az új szavak ismétlésének átlagos mennyisége
- 6) Az új szavak átlagos aránya egy leckén belül
- 7) A kurzus végére megtanult összes szó száma
- 8) A hatnál kevesebbszer ismételt szavak száma a tankönyvben
- 9) Az alacsony előfordulási számú szavak átlagos ismétlési aránya
- 10) A Dale-listában (a 3000 leggyakoribb angol szó listája) nem található szavak száma
- 11) A Dale-listában nem található szavak átlagos ismétlési aránya

Uibo (1995) az iskolai tankönyvek elemzésében más mutatókat használt, a morfológiai elemzőre támaszkodva. Az egyik mutató a szóosztályok megoszlási aránya volt (ige, főnév, névmás, melléknév, határozószó, kötőszó, elöljárószó és névutó). Emellett megszámlolta, hogy a szavak hány százaléka tartozik a nyelv 2000, 4500 és 8000 leggyakoribb szavai közé, és átlagos absztraktságot is mért. Ezeknek a mutatóknak a segítségével könnyen össze lehet hasonlítani a különböző tankönyveket.

Szintaxis

A pszicholingvisztikai-gyermeknyelvi kutatásokban a szintaktikai komplexitásnak számos különböző kvantitatív mutatója használatos. A legnagyobb hagyományokkal a *mean length of utterance* (MLU, átlagos megnyilatkozás-hossz) mutató rendelkezik (Brown, 1973). Az angolban kifejlesztett MLU egy legalább 100, önállóan kezdeményezett mondatból álló spontánbeszéd-mintában mutatja meg a beszélő megnyilatkozásainak átlagos hosszúságát, morfémákban vagy szavakban mérve. A pontos MLU-adatot egy mintára nézve úgy kapjuk, hogy a mintában szereplő szavak/morfémák számát elosztjuk a mondatok számával. Az angol beszélt nyelvhasználatban az MLU egyéves kortól öt éves korig fokozatosan emelkedik – ezt mutatja az 1. táblázat, majd a növekedési ütem lassul. Emiatt a beszéd szintaktikai színvonalának felmérésére ennél későbbi életkorokban már kevésbé használják.

1. táblázat. A morfoszintaktikai fejlődés szakaszai az MLU-val összefüggésben Brown (1973) nyomán

Stádium	MLU	Életkori periódus (hónap)
I.	1,00 – 2,00	12 – 26
II.	2,00 – 2,50	27 – 30
III.	2,50 – 3,00	31 – 34
IV.	3,00 – 3,75	35 – 40
V.	3,75 – 4,50	41 – 46
V.+	4,50 +	47 +

Azonban az írott nyelvre – feltehetően a szövegek statikus jelenlétével összefüggő jobb feldolgozhatóság miatt – a beszélt nyelvinél bonyolultabb szintaktikai szerkezetek jellemzőek, így ennek elsajátításában ismét hasznos mutató lehet az MLU. Brown (1973) az MLU különböző értékeivel jelölt fejlődési stádiumokhoz rendelte az angol grammatikai morfémák és szintaktikai szerkezetek, így a tagadószavak, a többes szám, később a tagmondatok mellérendelő összekapcsolása vagy a vonatkozó mellékmondatok típusainak jellemző megjelenési időpontját is. Ez volt az a kutatás, amely kiindulópontjául szolgált az angol nyelvtani szerkezetek fejlődési kronológiájának.

A morfoszintaktikai fejlődési kronológiára épültek rá később a spontán beszéd, illetve az írott nyelvhasználat az MLU-nál komplexebb, így érzékenyebb minőségi elemzési mutatói. Ezek a mutatók nem egyszerűen a mondatok terjedelmét mutatják ki, hanem a mondattípusokhoz (pl. eldöntendő vagy kiegészítendő kérdések, hiányos szerkezetek) és a mondatokon belüli grammatikai morfémákhoz és szerkezettípusokhoz (pl. igeidők és -módok, alárendelt tagmondatok típusai, mellérendelő kötőszavak) azok tipikus megjelenési idejének megfelelően súlyozott értékeket rendelnek, és a minta elemzésekor ez alapján értékelik az egyes mondatokat, majd számolnak egységes mutatókat a mondatonkénti pontok összesített értékéből. Efféle értékelési rendszert alkalmaz a Language Assessment Remediation and Screening Procedure (LARSP) (Crystal, 1982; Crystal et al., 1976), a Developmental Sentence Scoring (DSS) (Lee & Canter, 1971) és a Systematic Analysis of Language Transcripts (SALT) (Miller & Chapman, 1982). A legtöbb módszer manapság már szoftver formájában működik, azaz digitális formátumban lejegyzett nyelvi mintákon automatizált elemzést tesz lehetővé. A szabad hozzáférésű webes nyelviminta-megosztó és elemzőrendszer úttörője a MacWhinney (2000) által kialakított Child Language Data Exchange System (CHILDES).

A morfoszintaktikai komplexitást felmérő gyermeknyelvi módszerek és az írott szövegek nyelvtani bonyolultságát felmérni kívánó eljárások között nincs kontinuitás. Az írott szövegeket felmérni kívánó módszerek a bonyolult szerkezetek megállapításához különböző, az egyes nyelvtani szerkezetek típusait felsoroló listákat használtak, mely listák tartalma kutatónként eltér, a nyelvészeti és nyelvészajátítás-irodalmat szinte teljesen figyelmen kívül hagyva. Mikk például idézi Lurija (1978) listáját, aki szerint az alábbi szerkezetek számítnak bonyolultnak: (1) fordított sorrend: egy későbbi esemény említését követi a korábbi esemény említése; (2) többjelentésű frázisok; (3) alárendelő kapcsolatok; (4) távoli konstrukciók; (5) hármas összehasonlítás; (6) kettős tagadás. E lista vitathatatlanul releváns tételeket tartalmaz, azonban a szövegelemzés konkrét, lehetőleg automatizálható módszert kívánó céljaihoz képest túl általános. Ráadásul a lista nyelvenként és életkoronként változhat, mivel ezeknek a szerkezeteknek az előfordulási gyakoriságát kézzel kell számolni, a hosszabb mondatok potenciálisan több bonyolult szerkezetet tartalmazhatnak, a hosszabb mondatok jobban igénybe veszik a rövid távú emlékezetet, illetve a mondathossz és a mondatkomplexitás mutatói között 0,48–0,98 közötti korrelációkat találtak (Granowsky & Botel, 1974), általában a mondathosszt tekintik a mondatbonyolultság mutatójának. A mondathosszt szavakban vagy szótagokban, esetleg karakterekben számolhatják. A mondathossz mint szövegnehézségi mutató hasznosságához fontos az adott életkor számára nehézséget jelentő mondathosszt is megállapítani. Elts és Mikk (1996) javaslata szerint körülbelül 400 mondatos szövegből jól lehet mondathossz-mutatót számolni; ők -0,75-ös korrelációt találtak a 70 vagy annál több karakterű mondatok előfordulási gyakorisága és a 8–10. osztályos tanulók szövegértési teljesítménye között.

A mondathossz mint mutató számításakor a legjelentősebb elméleti probléma magának a 'mondat'-nak a definíciója. Ebben nem szerencsés a helyesírási konvenciót követni, mert az a mellé- és alárendeléseket nem különbözteti meg, pedig szintaktikailag a teljes tagmondatok egymás mellé rendelése tulajdonképpen nem számít egy szerkezetnek. Ezt a problémát jól oldja meg a Hunt (1965) által bevezetett T-egység, ami a főmondat a hozzá tartozó alárendelt mellékmondatokkal. T-egységnek számít tehát az egyszerű mondat, illetve a hozzá kapcsolódó alárendelt tagmondatok, azonban a mellérendelt tagmondatok külön T-egységek. Hunt kutatásaiban a T-egység hossza az, ami jelentősen növekszik az életkorral, a legkisebb átfedést mutatja az életkori csoportok között, így jobb mutatója az írásbeli fejlettségnek, mint az alárendelési arány, a tagmondatok hossza vagy a mondatok hossza. A T-egységekben való számolás előnye, hogy egyesíti a tagmondatok hosszának, illetve a főmondatra jutó tagmondatok számának mérését. A magyarban az is az előnye ennek a számításnak (például a tagmondatok hosszúságát mérő módszernél), hogy az főnévi frázisokhoz kapcsolt (igeneves) szerkezetekkel kapcsolatos elméleti problémákat megelőzi, hiszen az, hogy „*a balesetet okozó miniszter lemondott*”, egy tagmondat, míg „*a miniszter, aki a balesetet okozta, lemondott*” két tagmondat. Az előbbi szerkezet esetében nehéz elvi alapon elkülöníteni a melléknévi módosítókat a mondat jellegűektől (*a sűrűlódó zaj* versus *a kamion oldalának sűrűlódó utánfutó*), így egy tagmondatként elemezhetjük az egészet (6 szavas), míg a vonatkozó tagmondatos megoldásban 2 db 4-4 szavas tagmondat van. A T-egységként való számolás mindkét változatot 1 T-egységként kezeli, ami utal hasonló szintaktikai bonyolultságukra, és a szavak számában való eltérés sem nagy (6:8).

Ami a nyelvtani elemzés automatizálhatóságát illeti, felmerül a probléma, hogy a legtöbb mondatszerkezetben szabadon variálhatók az adott szintaktikai kategóriákba tartozó elemek, vagyis bármilyen, a szerkezet által megkívánt szófajú szó behelyettesíthető. Erre a problémára több megoldás kínálkozik. Egyrészt, Mikk (2000) szerint a szókatégoriák megoszlási arányai is jó mutatói lehetnek a szöveg mondatszerkezeti bonyolultságának: az egyszerűbb szövegekben az ígék és a határozószók aránya nagyobb, a bonyolultabbakban több a főnév, a melléknév

és a névmás. Az ilyen arányok megállapításához egy szófaji besorolásra képes elemzőprogram szükséges, ez a magyarra már, legalábbis a legfontosabb morfoszintaktikai kategóriákat illetően, rendelkezésre áll (Váradi et al., 2018).

Szövegstruktúra

A tankönyvi szövegek megértését a szavak és a mondatok szintjén túlmutató tényezők, szövegszintű jellemzők is befolyásolják. Ezek a szövegszintű jellemzők egyéni képességekkel (olvasási, emlékezeti, előzetes tudás, következtetési képességek, l. Lukács & Kas, 2021) interakcióban határozzák meg, hogy valaki milyen sikeres a szövegértésben. A szöveg olvasása során az olvasó reprezentációt alakít ki a szövegben leírtakról; ehhez kapcsolatokat állít fel a szöveg építőelemei között, következtetéseket von le, az olvasottakat összekapcsolja a korábbi tudásával. A mondatok és gondolatok összekapcsolásának sikerességét befolyásolja a szöveg kohéziója és koherenciája. A szöveg kohéziója a szövegrészek és mondatok közötti olyan kapcsolatokat jelenti, amelyeket explicit nyelvi elemek (pl. kötőszók vagy anaforák) jelölnek. A kohézió segíti, de nem biztosítja a szöveg koherenciáját, vagyis érthető, egységes, logikus felépítését, melynek a létrehozásához az olvasó részéről is aktív konstrukcióra, következtetések levonására és a háttértudás mozgósítására van szükség.

A szövegek megértésének modellezése abból a megfigyelésből indult ki, hogy a történetek elmesélésének kultúra- és témafüggetlen mintázata, sémája, vagy – a kognitív pszichológia későbbi terminusa szerint – nyelvtana van: a főszereplőt érintő konfliktus, a megoldásra tett kísérletek és a megoldáshoz vezető eseménysor. A történetnyelvtanok szerint a történeteknek (és más szövegeknek is) a mondatokhoz hasonlóan nyelvtani szerkezete van, szabályok szerint lehet a mondatokat eseményekbe és állapotokba sorolni, és szintén szabályok vonatkoznak ezeknek a szerveződésére és sorbarendezésére (Mandler & Johnson, 1977; Rumelhart, 1977). Mandler és Johnson (1977) eredményei szerint a gyerekek a történetnyelvtanok segítségével emlékeznek a fontos elemekre, és az ő nyelvtani újrairó szabályaik ahhoz nyújtanak segítséget, hogy az olvasó a szövegek a nyelvtannak megfelelő elemekre bontva és szerkezetbe ágyazva írja újra, ami segíti a tanulást. A 2. táblázat tartalmazza a Thorndyke (1977) által azonosított, különböző narratív szövegekre jellemző általános szerkezeti elemeket és azoknak a kombinációs szabályait.

2. táblázat. Az egyszerű történetek nyelvtanának szabályai (Thorndyke, 1977)

Szabály	
1	Történet → Körülmények + Téma + Epizód + Megoldás
2	Körülmények → Szereplők + Hely + Idő
3	Téma → (Esemény)* + Cél
4	Cselekmény → Epizód*
5	Epizód → Alcél + Megoldási kísérlet* + Eredmény
6	Megoldási kísérlet → Esemény*/Epizód
7	Eredmény → Esemény*/Állapot
8	Megoldás → Esemény/Állapot
9	Alcél/Cél → Kívánatos állapot
10	Szereplők/Hely/Idő → Állapot

Megjegyzés: + szekvenciális kombináció; ()-ben lévő elem: opcionális; *-gal jelölt elem: megelőzheti a cél kijelölését.

Thorndyke (1977) eredményei szerint könnyebben érthető az a szöveg, amelyiknek a szerveződése megfelel valamilyen történetnyelvtannak. Ennek a pedagógiai fontosságát szemléltette Dimino és munkatársainak (1990) vizsgálata, ami azt mutatta meg, hogy a rosszul teljesítő diákok teljesítményét javítja, ha egy ilyen történetnyelvtani vázzal segítik a szövegek feldolgozását. Ezeknek a kutatásoknak az eredményei arra hívják fel a figyelmet, hogy a tankönyvi szövegek érthetőségénél és hatékonyságánál is érdemes figyelembe venni a történetnyelvtanokat.

A történetnyelvtanok szorosan kapcsolódnak a forgatókönyvek fogalmához. Schank és Abelson (1977) meghatározása szerint a forgatókönyvek olyan sémák (azaz tudásszervező egységek), amelyek a rutinszerű cselekvések és ismerős, ismételt cselekvéssorokra vonatkozó tudásunkat reprezentálják. Vannak forgatókönyveink minden rutinszerű cselekvésünkre, például az étterembe vagy orvoshoz menésre, az egyetemi előadásra, vásárlásra. Ezek a forgatókönyvek nemcsak a viselkedésünket szervezik, hanem segítik a szövegek megértését is. A forgatókönyvek használata magyarázatot ad arra, hogy miért emlékszünk a szöveg lényegére és milyen következtetéseket vonunk le (a forgatókönyv alapján kiegészítjük a hiányos információt). A forgatókönyvek/sémák használata megmagyarázza Bartlett (1985) eredeti eredményeit is: ő azt figyelte meg, hogy az eltérő kultúrákból származó történeteket az emlékezet úgy torzítja, hogy azok illeszkedjenek a hallgató vagy olvasó a történetek szerveződésére vonatkozó kulturális normáihoz. Bower és munkatársai (1979) vizsgálataikban egyrészt azt mutatták meg, hogy jelentős megegyezés van abban, hogy ki mit tekint egy esemény legfontosabb összetevőinek. Emlékeztetvizsgálatokban ellenőrizték, hogy milyen hatással van a felidézésre, ha a forgatókönyv szokásos rutinjába nem illő eseményt illesztnek a történetbe. Eredményeik szerint, ha ezek kiugróbbak és a forgatókönyv fontos pontjait érintik, akkor valószínűbben emlékszünk rájuk, ám ha mellékes történések, akkor kevésbé kiugróak, ezért kevésbé valószínűen emlékszünk rájuk.

A szövegek megértésének és a szövegkoherencia megteremtésének elengedhetetlen feltétele, hogy a szöveg szó szerinti jelentésén túllépjünk és azt kiegészítsük, ismert tényekből további tudást vezessünk le: a szövegértés integratív és konstruktív folyamat. A szövegben különböző helyeken megjelenő információ összekapcsolásához háttértudás szükséges. Ennek következtében a következtetések nem mindig helyesek, az előzetes tudásunk és a kontextus is félrevezető lehet. A következtetések egy része logikai (*János agglégény* → *János férfi*), azonban a szövegkoherencia-kutatás elsősorban a koherenciát megteremtő pragmatikai következtetésekre összpontosít. Ezeknek egy része áthidaló következtetés, mely során a világról való előzetes tudásunk segít áthidalni a szövegbeli űrt. Ilyen következtetés (amely azt a tudást mozgósítja, hogy a piknikes kosárban szokott sör lenni) szükséges ahhoz, hogy összefüggőnek érezzük a következő két mondatot: *Elővettük a piknikes kosarat. A sör meleg volt.* A pragmatikai következtetések másik fajtáját képviselik az elaboratív következtetések, amelyek során szintén kiegészítjük a szöveget kiegészítjük a világra vonatkozó tudásunkkal, bár a koherencia ezt nem feltétlenül kívánja meg, így ez téves emlékeket és helytelen következtetéseket is eredményezhet. Sulin és Dooling (1974) egy diktátorról szóló szövegben variálta a diktátor nevét. A kísérletben résztvevőktől azt kérték, hogy bizonyos mondatokról döntsék el, szerepeltek-e az az eredeti szövegben. Akik egy kitalált emberről olvastak, pontosabb teljesítményt nyújtottak, mint azok, akik Adolf Hitlerről. Utóbbiak nagy része például tévesen úgy emlékezett, hogy szerepelt a szövegben a „Gyűlölte a zsidókat, és ezért minden eszközzel üldözte őket.” mondat, amit nyilvánvalóan a világról való előzetes tudásukkal való integráció okozott. Ugyanis az elaboratív következtetések a szöveg feldolgozása során menetközben megtörténnek, és utólag rendszerint igen nehezen lehet elválasztani a témáról való előzetes ismereteinket az aktuális

szöveg tartalmától, vagy másképp fogalmazva: bizonytalanok vagyunk az integrálódott ismereteink forrását illetően.

Bransford és Johnson (1973) híres vizsgálatában az alábbi szöveggel demonstrálta, hogy a kontextus erősen befolyásolja a szövegértést:

„A folyamat valójában elég egyszerű. Először összetételük alapján csoportokba rendezzük a dolgokat. Természetesen egy halom is elég lehet, attól függően, hogy mennyi van összesen. Ha a körülmények miatt máshová kell mennünk, ez a következő lépés, egyébként nagyjából meg is vagyunk.”

Ha nem mondták meg a résztvevőknek, hogy miről szól a szöveg, 2,8 gondolatot idéztek fel a 18-ból, ha a szöveg elolvasása után megtudták, hogy a mosás volt a téma, nem változott a felidézés (2,7/18), ha viszont ezt előzetesen elárulták, 5,8/18-ra javult a felidézési arány.

A kognitív tudományban számos modellje létezik a szövegértésnek. Ezeknek a többsége azt feltételezi, hogy egyrészt a világról való tudás, másrészt a mondatok jelentése propozíciókban, szemantikus hálókból és hasonlókból reprezentálódik (pl. Anderson, 1976; Collins & Quillian, 1969; Kintsch, 1974; Schank & Abelson, 1977). A propozicionális reprezentációra példa a következő:

Marci szereti Mártit.
[SZERETI (MARCI, MÁRTI)]

E mondat propozíciója, logikai tartalma szerint a két mondatbeli szereplő között a SZERETI reláció áll fenn, ez a mondat tényszerű jelentése. A mondatok efféle propozíciókban való reprezentációján alapszik Kintsch (1974) konstrukciós-integrációs modellje, melyben a szöveg lehetséges jelentései közül azok, amelyek kapcsolatban vannak, támogatják egymást, amelyek nem, azok törlődnek (pl. a kétértelmű szavak „rossz” jelentései). E modellben a szöveg jelentésének kialakítása egy bottom-up (alapvető információktól a komplexebb konstrukciók felé haladó) folyamatban történik. A szöveg mint bemenet alapján az olvasó a mondatok olvasásakor gondolategységeket alakít ki, melyek előhívják az azokkal kapcsolatos előzetes tudást és tapasztalatokat. E gondolategységek egy kölcsönösen összekapcsolódó hálózatot alkotnak, melyben releváns és irreleváns elemek is vannak.

A tankönyvi szövegek elemzésének az egyik fontos gyakorlati célja megtalálni a szövegnek azokat a tulajdonságait, amelyek akadályozzák a fogalmak koherens reprezentációjának kialakítását és nehezítik a megértést, és ezeknek a feltérképezésében sokat segít egy elméleti alapokra épülő automatikus eszköz. A fogalmi gráfstruktúrák kidolgozása Graesser és Goodman (1985) nevéhez fűződik. Ez a reprezentációs forma a korábbi modellekben (Kintsch és Dijk 1978-as modellje alapján készített számítógépes modell: Miller & Kintsch, 1980) használt propozícióknál nagyobb egységeket használ, és míg ott a koherencia egyetlen mutatóját az argumentumok átfedése (közös főnévi csoportok) jelentette, itt többféle kapcsolat is megteremtheti a koherenciát.

Vidal-Abarca és munkatársai (2000) e modellezési és kísérleti eredmények alapján automatikus eszközt fejlesztettek a tankönyvi szövegek koherenciájának vizsgálatára, melynek segítségével a kódolás időigényes és kódolóktól függő megbízhatóságú munkája jelentősen gyorsabbá és objektívebbé válik. ETAT (Expository Text Analysis Tool) szoftverük a 'fogalmi gráfstruktúrák' elnevezésű szimbolikus reprezentációs rendszerre épül, ami három lépésben elemzi a szövegeket: (1) csomópontokra bontja a szöveget, (2) osztályozza az azonosítatlan csomópontokat és (3) relációs ívekkel köti össze a csomópontokat. Emellett járulékos mutatókat is számol, például az izolált, más csomópontokhoz nem kapcsolódó csomópontokra vonatkozóan. Fontos, és a szerzők által is elismert hátránya a programnak, hogy a csomópontokra bontás, a csomópontok és kapcsolatok kategorizálása kézzel történik a program által felajánlott

kategóriák segítségével. Minden fázisban az emberi kódoló állapítja meg újra a kapcsolatok létezését és típusát.

Az ETAT-tal öt olyan korábbi tanulmány vizsgálati szövegeit elemezték, amelyek célja a szövegek koherenciájának növelése volt. A tanulmányok céljának megfelelően, ahol ezt az implicit kapcsolatok explicitté tételével igyekeztek elérni (Beck et al., 1995; Britton & Gülgöz, 1991), az ETAT-mutatókban is az explicit kapcsolatok arányának növekedésében nyilvánult meg a változás, ahol pedig a fogalmak (fontos csomópontok) közötti kapcsolatok kiépítésével (McNamara et al., 1996; Vidal-Abarca et al., 2000), ott a csomópontonkénti kapcsolatok átlagos számának (és szórásának) a növekedésében (a szórás azért növekszik, mert nem egyenletesen változtatnak minden csomóponton). Ugyanebben nyilvánult meg Linderholm és munkatársai (2001) változtatásainak a hatása: ők a szereplők céljait explicitté tették, visszaállították az események időbeli sorrendjét, illetve beillesztettek olyan eseményeket, amelyek világosabbá teszik az események okait.

Az ETAT tehát a csomópontonkénti kapcsolatok átlagos számával és szórásával, valamint az explicit kapcsolatok arányával ragadja meg a szöveg koherenciáját, és a használata azt implikálja, hogy ezeknek a növelése javítja a szöveg koherenciáját. Hasznos funkciója, hogy segítségével azonosítani lehet a szövegkoherencia töréspontjait is (erre példa Vidal-Abarca et al., 2001); ám az ETAT csak azt mutatja meg, hogy hol vannak izolált, vagy kevés kapcsolattal rendelkező csomópontok, nem tudja kijavítani a koherenciahiányt, és nem mondja meg azt sem, hogy ezt hogyan kellene megtenni. Segítségével a szöveg szerkezeti komplexitását is lehet elemezni, ez megjelenik a gráfokon is, de arról nem esik szó, hogy mi a jobb, az egyszerű vagy a komplex struktúra. Szövegértési feladatok tervezésére is használható, az implicit kapcsolatok megértésére rá lehet kérdezni, hogy kiderüljön, az olvasó levonja-e a szükséges következtetést, észleli-e a kapcsolat meglétét (erre példa Vidal-Abarca et al., 2001).

Az olvashatóság mérőeszközei

Ahogy az előzőekben részletesen leírtuk, egy szöveg olvashatóságát jellemzően a szöveg három tulajdonsága határozza meg: (1) a szöveg által igénybe vett szókincs (a ritka vagy hosszú szavak jellemzően nehezítik a szövegértést), (2) a szöveg mondattani jellemzői (hosszú vagy többszörösen összetett mondatokat nehezebb elolvasni) és (3) a szöveg koherenciája (egymásból következő mondatok jobban olvashatók). Ezeket sokféle mutatóval lehet számszerűsíteni (csak a korpuszalapú szógyakoriságnak tucatnyi definíciója létezik, l. Rác et al., 2016), és a mérőszámok jelentősen átfednek egymással (például a mondatok hossza korrelálni fog a mondatokban használt tartalmas és funkciószavak arányával). A szakirodalomban három nagyobb megközelítés létezik az olvashatóság mérhetővé tételére: (1) a fentebb áttekintett nyelvi jellemzők közül elsősorban a szókészletre és a szintaxisra vonatkozó különféle mutatók kombinálásával kialakított olvashatósági formulák, melyekkel egyértelműen kifejezhető egy konkrét szöveg feldolgozhatósága, (2) a természetesnyelv-feldolgozás eszközeit használó gépi tanulási módszerek, melyek nyelvi jegyeken tanított, komplex algoritmikus modelleket használnak arra, hogy megbecsüljék egy szöveg olvashatóságát, végül (3) a referenciaszöveget közvetlenül feldolgozó, neurális hálókra épülő mély tanulási (*deep learning*) modellek.

A három eszközkészlet viszonyára az átláthatóság csökkenése és a pontosság növekedése jellemző. Egy olvashatósági formula viszonylag egyértelműen számol be arról, milyen kis számú alapvető komponensekkel hozza összefüggésbe az olvashatóságot (ezek lesznek a formula alkotóelemei), ehhez képest egy természetesnyelv-modellben jóval kevésbé lesz egyér-

telmü az, hogy a számos bemeneti változó közül melyik milyen mértékben járul hozzá a szöveg olvashatóságához, egy neurális háló pedig nem is dolgozik olyan bemenetekkel, amelyeket emberi megfigyelők értelmezni tudnának. Ezzel párhuzamosan viszont elég jól dokumentált, hogy a természetesnyelv-modellek jóval pontosabbak az olvashatósági formuláknál abban, hogy megjósolják, mennyire tudnak majd olvasók értelmezni egy szöveget, a neurális hálók pedig még a természetesnyelv-modelleken is tútesznek ilyen téren (l. később, illetve Benjamin, 2012; Crossley et al., 2017; Izgi & Seker, 2012).

Az olvashatósági mutatók képlet alapján számított értékek, melyek a szöveg érthetőségét igyekeznek megbecsülni. Számos különböző képlet létezik, melyek a mutatók súlyozásában különböznek, és abban, hogy milyen mutatókat vesznek figyelembe: a szavankénti karakterek vagy a szavankénti szótagok számát, az átlagos mondathosszt, a 'nehéz' szavak számát, hivatkoznak-e egy előre megadott szólistára vagy szótárra. A formulák alapján a feldolgozhatósági értékek akár kézzel is kiszámolhatók, de digitalizált szövegeken az automatikus, szoftver formájában működő számolás is megoldódott, sőt újabb eredményeket is be lehet vonni az olvashatósági érték kiszámításába. A számítások kimeneteként a formulák általában megadnak egy osztályt vagy egy életkort, ami minimálisan szükséges a kérdéses szöveg megértéséhez. Am fontos tisztában lenni azzal, hogy ezek a formulák önmagukban pusztán matematikai algoritmusok, melyeknek fogalmuk sincs arról, hogy a szövegjellemzők mely értékei azok, amelyek szintbeli különbséget jelentenek a feldolgozhatóságban. Ezeket az értékeket minden formula esetében empirikus kutatások alapozták meg, melyek általában életkorhoz vagy az oktatásban eltöltött évek számához rendelték a szövegbonyolultság jellemzőinek szintjeit. Ez alapján lehet képes egy formula megbízhatóan kijelölni egy adott szöveg vonatkozásában az annak feldolgozására a kívánt mértékben képes olvasói réteget. Az alábbiaknak néhány elterjedt formula példáján keresztül mutatjuk be ezeknek az olvashatósági formuláknak a logikáját.

Flesch Reading Ease Score (FREC)

Az USA-ban kialakított Flesch-rendszer (Flesch, 1948) alkalmazza a legtöbb szövegre, többek között ezt a sztenderd érthetőségi mutatót használja a legtöbb amerikai kormány szerv a hivatalos szövegek olvashatósági kontrolljára. A számítás alapja a szövegmondatok átlagos hossza, valamint a szavak átlagos szótagszáma a következő képlet alapján:

$$\text{FREC} = 206,835 - 1,015 (\text{szavak száma/mondatok száma}) - 84,6 (\text{szótagok száma/szavak száma})$$

<i>Pontszám</i>	
90,00–100,00	Egy átlagos 11 éves diák számára könnyen érthető
60,00–70,01	13–15 éves diákok számára könnyen érthető
0,00–30,00	Leginkább az egyetemi végzettséggel rendelkezők értik

Ebben a képletben a magasabb pontszám könnyebb olvashatóságra utal. A populáris szépirodalmi Reader's Digest olvashatósági indexe 65, a jogi szaklap, a Harvard Law Review esetében 30 körüli. A legmagasabb pontszám 120 körül van, ez a legkönnyebb olvashatósági szintet jelöli. Sok amerikai kormányügynökség megszabja, hogy a dokumentumainak milyen olvashatósági szinten kell lenniük (45–55 körül). Ezt a mutatót olyan széles körben használják, hogy sok angol nyelvű szövegszerkesztő programhoz is hozzákapcsolják.

Dale–Chall Readability Formula

A szerzők a főleg felnőttek számára készült Flesch-rendszerhez képest a felső tagozatos gyerekek számára is alkalmas megoldást kerestek. Újdonságként vezették be 1948-ban az addig csak a szó- és mondathosszúságot vizsgáló Flesch-formula után a szókincs rétegeinek megkülönböztetését (Chall & Dale, 1995; Dale & Chall, 1948). Ezt a célt eredetileg egy 763, majd 1995-ös revíziója után egy 3000 szavas szólista szolgálja, ami elvileg a negyedik osztályos tanulók (10 év körüliek) több mint 80%-a által ismert szavakat tartalmaz. A formulában ez a Dale-pontszámban jelenik meg, ami azoknak a szavaknak az aránya, amelyek nem szerepelnek a leggyakoribb szavakat tartalmazó 3000 szavas Dale–Chall szólistán. Számításba veszik ezen kívül a mondatnyi bonyolultságot is, az átlagos mondathossz szerepeltetésével. A szöveg értékelésének végeredményeként USA-beli iskolai osztályt (Reading Grade Score, RGS) ad. Számítása:

$$\text{RGS} = (0,1579 \times \text{Dale-pontszám}) + (0,0496 \times \text{átlagos mondathossz}) + 3,6365$$

E mögött a formula mögött az a feltételezés áll, hogy amennyiben a szöveget ismerős szavakkal írják, akkor könnyebben olvasható, ezért könnyebb megérteni és megjegyezni. Egyszerűen szólva, ez a formula a gyakori, jól ismert szavakkal és rövid mondatokban fogalmazott szövegeket tartja könnyen olvashatónak.

Gunning Fog index

Egy amerikai üzletember, Gunning (1952) fejlesztette ki, elsősorban az üzleti és közéleti újságírásban használatos. Kimenete a szöveg megértéséhez szükséges oktatásban eltöltött évek száma. A becslések szerint a viszonylag széles közönség által érthető szövegeknek 12 alatt kell, hogy legyen a Fog indexe. Számítása:

- 1) A számítás alapja egy körülbelül 100 szavas szöveg (ne hagyjunk ki egyetlen mondatot sem).
- 2) Számoljunk átlagos mondathosszt (Szavak száma/mondatok száma).
- 3) Számoljuk ki a komplex szavak mutatóját (három szótagos vagy annál hosszabb szavak száma, a tulajdonnevek, ismerős szakszavak és gyakori toldalékok kivételével).
- 4) Az átlagos mondathossz és a komplex szavak százalékos arányának az összegét szorozzuk be 0,4-gyel az alábbi képlet szerint:

$$0,4 (\text{szavak száma/mondatok száma}) + 100 (\text{komplex szavak száma/szavak száma})$$

Az eredeti képletben a független tagmondatokat külön mondatoknak kellett számolni arra hivatkozva, hogy ezeket az olvasók is önálló gondolatokként kezelik. Később ezt a nehéz automatizálhatóság miatt megszüntették (bár összehasonlító elemzések szerint a két mutató közötti eltérés jelentős, akár több év is lehet). Fontos kérdése az esetleges adaptációnak, hogy bár a szóhossz korrelál a szavak gyakoriságával és elvontságával, ez azonban nem kivétel nélküli, ugyanis nem minden több szótagos szó számít komplexnek vagy nehéznek (pl. az angol *asparagus* [spárga], a magyar *palacsinta*). A magyar nyelv sajátosságai miatt különösen érvényes ez az aggály, itt ugyanis bármely két szótagos szó toldalékkal ellátva (pl. *asztalon*, *moziban*, *gyerekek*) már a „komplex” kategóriába kerülne, holott nyilvánvalóan nem okoznak nehézséget.

Gépi tanulásra épülő természetes nyelvi modellek

Összességében véve az olvashatóság vizsgálatának kezdete óta tucatnyi elterjedt formula használatos, és ezeknek számos variánsa jött létre (DuBay, 2004). A formuláknak ez a kavalkárdja csak részben köszönhető annak, hogy eltérő szakemberek eltérő szöveggkomponenseket helyeznek előtérbe. Legalább ennyire összefügg azzal is, hogy a különböző formulák egyrészt egymástól is eltérő, másrészt relatíve pontatlan jóslatokat adnak arra, hogy adott esetben felnőtt olvasók egy véletlenszerű mintája mennyire tud könnyen értelmezni egy szöveget. Az olvashatósági formulák ilyen kritikái és a megnövekedett számítási kapacitások szélesebb elérhetősége együtt vezettek ahhoz, hogy az olvashatóság formulaalapú megközelítéseit háttérbe szorították a komplexebb természetesnyelv-modellek (Benjamin, 2012; Crossley et al., 2017, Izgi & Seker, 2012).

Ezeknek a modelleknek közös jellemzője a strukturált adatgyűjtés (*feature engineering*), melynek során bemenetként a szöveg, elsősorban a szókincs és a struktúra megmérhetővé tett nyelvi jegyeivel dolgoznak. Erre jó példa Crossley és munkatársainak (2019) tanulmánya, melyben hagyományos olvashatósági formulákat vetnek össze a saját természetesnyelv-modelljükkel. Ez a modell három komponensből áll. Az első komponens, a Tool for the Automatic Analysis of Lexical Sophistication (eszköz a lexikális összetettség automatikus elemzésére, TAALS) értelmezi az olyan szószintű jegyeket, mint a szövegben megjelenő szavak hossza, gyakorisága vagy eloszlása. A második komponens, a Tool for the Automatic Analysis of Syntactic Sophistication and Complexity (eszköz a mondattani összetettség automatikus elemzésére, TAASSC) értelmezi a tagmondatok és részmondatok különböző megkülönböztető jegyeit (pl. mondathossz, anaforák és referensek közötti távolság, beágyazások száma). A harmadik komponens, a Sentiment Analysis and Cognition Engine (tartalomelemzési és megismerési motor, SACE) értelmezi a szavak közötti szemantikai viszonyokat olyan módon, hogy előre kódolt szövektorokat használ fel arra, hogy megvizsgálja a szöveg szemantikai koherenciáját. Ezek a szövektorok matematikai módon tárolják azt, milyen jelentésbeli hasonlóság van az adott szavak között (pl. a „cukor” szó közelebb lesz az „édes” szóhoz, mint a „keserű” szóhoz).

Ez a háromosztatú megközelítés két fontos elemében különbözik a korábban megismert olvasási formuláktól. Egyrészt sokkal több és komplexebb bemeneti jeggyel számol: a Flesch-rendszernek összesen három nyitott paramétere van (szótagok, szavak, mondatok száma). Ehhez képest csak a TAASSC 163-féle mondattani jeggyel dolgozik. Ide tartozik, hogy egy rövidebb szöveg Flesch-pontszáma tulajdonképpen kézzel is kiszámolható, Crossley-ék modelljéhez viszont már komoly számítási kapacitás szükséges. Másrészt a jegyek értékeiből nem alapműveletek, hanem valamilyen valószínűségi függvényt használó gépi tanuló algoritmus jósolja meg a szöveg olvashatósági indexét (a tartó vektor gépek [Support Vector Machines, SVM] itt különösen elterjedtek, l. François & Miltsakaki, 2012).

Ahogy a szövegfeldolgozás más területein, úgy az olvashatóság modellezésében is a neurális hálókra alapuló módszerek a legkorszerűbbek, ezek adják a legpontosabb jóslatokat (Mohammadi & Khasteh, 2019; Sun et al., 2020). Ahol a természetesnyelvi-módszerek aránylag nagy számú és komplex, ám valójában szakemberek által kijelölt és meghatározott nyelvi jegyekkel dolgoznak (legyen ez a mondatok hossza vagy a szófajok arányai), ott a neurális hálók már ezeket a jegyeket is önmaguk határozzák meg, sokszor emberi megfigyelők számára teljesen érthetetlen módon (l. Zhang et al., 2021). A legutóbbi évek tapasztalata azt mutatja, hogy egy ilyen neurális háló semmit sem nyer azzal, ha a bemenetét szakemberek strukturálják, tehát teljesen negligálja a nyelvészek és pedagógusok szerepét az olvashatóság meghatározásában (Deutsch et al., 2020). Ez erős párhuzamokat mutat más gépi tanulási területekkel,

mint amilyen az automatikus fordítás vagy a képfelismerés. Ezzel párhuzamosan igaz az is, hogy az eredeti olvashatósági formulák jelölik ki a szakember számára a legjobban azt a problémateret, amelyben felismerheti a jól olvasható szöveg kritériumait.

Hozzá kell tennünk azonban, hogy a neurális hálókra alapuló nyelvfeldolgozási eszközöknek van egy komoly előnyük a hagyományos gépi tanulásra épülő természetesnyelv-modellekkel (és végső soron az olvashatósági formulákkal) szemben. Ez abban áll, hogy laikusok számára is egyre könnyebb a használatuk. Az OpenAI neurális hálón alapuló nyelvi modelljének harmadik változata, a GPT-3 (Brown et al., 2020) 2020-ban jelent meg, és képes arra, hogy hétköznapi nyelven megfogalmazott utasítások alapján különböző korosztályok számára forrásszövegeket foglaljon össze, illetve megítélje azt, hogy egy adott forrásszöveg egy adott korosztály számára mennyire lesz érthető. A GPT-3 angol nyelven, előzetes regisztrációhoz kötötten szabadon kipróbálható (<https://openai.com/api/>).

A tanulói szövegfeldolgozás komplex vizsgálatai

A megfelelő mutatókat nyújtó szövegelemzési módszerek birtokában fontos további feladat a megadott/kiszámolt változók bizonyos értékeivel jellemezhető szövegnek a különböző életkorú/osztályú, eltérő képességekkel rendelkező tanulók csoportjaihoz illesztése. A pedagógiában ennek meghatározásához gyakran idézik Vigotszkij (1967) legközelebbi fejlődési zónájának fogalmát. Az optimális tankönyvnek ebbe a zónába kell esni, vagyis olyanak kell lennie, amit a tanuló tanári segítséggel könnyen kiaknázhathat. Ehhez a tanulók életkoronként is változó képességeit is figyelembe kell venni, nem jó, ha a szöveg túl nehéz, de az sem, ha túl könnyű.

Az optimális nehézségű szöveg kritériumainak megállapításához leggyakrabban a célcsoport által írott szövegek elemzése alapján mérik fel a jellemzőket. Kűbarsepp és Mikk (1993) hatodik osztályos gyerekeknek olvasott szövegeket, amit a gyerekeknek aztán el kellett mesélniük, és különböző mutatókat számoltak a szövegekben, majd a diákok reprodukcióiban is. A szakkifejezés- és elvontsági indexeket a korábban bemutatott skálák alapján számolták. Három eltérő nehézségű szöveget használtak, ezekben minden mutató egyre nagyobb értéket mutatott, míg a diákok újrameséléseiben az emelkedés egy szinten megállt, ez a szint tekinthető az adott életkor optimális értékének az adott mutató tekintetében. Ezzel a módszerrel meg tudták állapítani, hogy a gyerekek újrameséléseiben a szakkifejezés-index 1,25-ig emelkedett (a legbonyolultabb szövegben 1,51 volt), majd megállt, az elvontsági index 1,52-nél állt meg (az eredeti szövegekben 2,13 volt a legmagasabb érték), és 71 karakter volt a legnagyobb átlagos mondathossz (az eredeti szövegekben ez 115 volt a legnehezebb szövegben), amit az újramesélésekben mértek. Az olvashatósági index a diákok szövegeiben 19 volt (míg az eredeti szövegekben 29-ig emelkedett). Ebben a korosztályban ezeket az értékeket tekinthetjük optimális értékeknek. Az optimális értékek megállapításához lehet megértési tesztek is használni, a tanulás mértékét mérni (például úgy, hogy hány kérdést tudnak a diákok a szöveg olvasása után feltenni: a legtöbb kérdés a legjobban tanulható szöveg után születik).

A szöveg nehézségének/tanulhatóságának egyik fontos mutatója az új szavak optimális aránya. Mikk (2000) szerint számos kutatás eredményei azt mutatják, hogy a fizika- és a kémiaórákon a diákok óránként egy alapvető fogalmat tudnak megtanulni, biológiaórákon pedig legfeljebb kettőt. Az eredmények szerint a passzív szókincsbe ennél háromszor több szó kerülhet be, vagyis egy tanórán 3–6 új szó szerepelhet, amiből 1–2 lehet olyan, amit a tanulóknak aktívan kell használniuk. Az új szavak aránya mellett hasznos mutatók: (1) a mondathossz (ebből átlagos mondathossz helyett inkább az adott olvasóközönség szempontjából túl hosszú

mondatok arányát érdemes használni), (2) az optimális (egy fixációval befogható) szóhossz, (3) az absztraktság mértéke, valamint (4) a tanulandó anyag mennyisége. Ezeknek a mutatóknak az optimális értékét csak egy-egy osztályra nézve vizsgálták, a szisztematikus fejlődési vizsgálatok hiányoznak, és tantárgyanként is különbözőek lehetnek, ráadásul, ahogy erre Mikk (2000) felhívja a figyelmet, számolni kell az egyéni különbségekkel is.

A tankönyvi kifejezések ismerőssége a diákok számára két aspektusból is megközelíthető: (1) a tankönyv az új fogalmak bevezetésében mennyiben épít a gyerekek számára ismerős, érthető szókincsre és (2) a bevezetett új szavakat és a hozzájuk tartozó fogalmakat mennyire ismerik a gyerekek. A második mutató egyik első vizsgálatát 1941-ben végezték (Simonsen, 1947, idézi Mikk, 2000), 886 oslói – 5. és 7. osztályos – tanulóval. A gyerekek történelemkönyvének egy már olvasott és órán tárgyalt fejezetéből 20 szót emeltek ki, és a gyerekek feladata az volt, hogy mondatban használják a szavakat, nem kellett meghatározást adniuk. A mondatok alapján a gyerekek kevesebb mint fele értette meg a szavak leg-alább 50%-át. Ezt az arányt egy későbbi, 16–17 évesekkel végzett norvég vizsgálat is igazolta. Ha a szavakat nem elszigetelten, hanem kontextusban adják, az csak nagyon keveset javít a teljesítményen (Eng, 1912, idézi Mikk, 2000). Johnsen (1993) áttekintése szerint ezt újabb, és angol nyelvű tankönyvi kutatási eredmények is megerősítik, amelyek megmutatják, hogy a tankönyvi szövegek gyakran nem túl hatékonyak a fogalmi megértés közvetítésében (Graf, 1989; biológia-tankönyvek és biológiai fogalmak megértésének vizsgálata alapján, Gould, 1977; Harrison, 1980; Lunzer & Gardner, 1984).

A későbbi vizsgálatok módszertana sokat javult, szisztematikus, tankönyvek összehasonlítására is alkalmas eljárásokat vezettek be, és a szókincs mellett a mondat szerkezet is fontos szerephez jutott. Számos, ebben a szellemben végzett korai kutatás a matematikaoktatás és a matematikakönyvek területén folyt. Egy 1967-es svéd vizsgálat (Björnsson et al., 1967, idézi Johnsen, 1993) három, harmadik osztályosok által használt matematika tankönyvet hasonlított össze nagyon alaposan, akkoriban gyökeresen újnak számító mód-szerekkel, utóvizsgálatokkal és alkalmazható eredményekkel. A tankönyvek jelentős eltéréseket mutattak a használt szöveg mennyiségében, a különböző szavak/összes szó arányban, a használt matematikai kifejezések arányában, a csak egyszer előforduló szavak arányában (a matematikai kifejezéseknél ez akár a szavak negyede is lehetett), a magas gyakoriságú szavak előfordulási arányában (ha ez túl magas, unalmassá válhat a szöveg). A tankönyvek szó-kincsét összehasonlították más gyerekkönyvek szókincsével is. A legnagyobb eltérések a névmások, kötőszók és tagadások arányában voltak, melyek a tankönyvekben sokkal kisebb arányban fordultak elő. Olvashatósági mutatót is számoltak (svéd megfelelőjéből, a Läsbarhetsindex-ből rövidítve: LIX): a hat betűnél hosszabb szavak szövegbeli százalékos arányának és a szavakban mért átlagos mondathossznak az összege; minél magasabb a LIX, annál nehezebb a szöveg.

E mutatók segítségével megállapították, hogy a háromból az egyik könyv kevésbé jó, mint a másik kettő: ennek volt a legmagasabb a LIX-e, ez tartalmazta feladatonként a legkevesebb szöveget, ebben volt a legtöbb csak egyszer előforduló szó és a legkevesebb nagy gyakoriságú szó. Johnsen (1993) összefoglalja az elemzésüket követő későbbi vizsgálatokat is. A tankönyveket használó tanulókat megkérték, hogy húzzák alá azokat a szavakat, amelyeket nem értenek; körülbelül 400 olyan szó volt a három könyvben, amit egy-egy osztályon belül legalább négy diák nem értett, és 900 olyan, amit legalább két diák. Ezeknek a szavaknak a nagy része hat betűnél hosszabb volt, harmaduk matematikai kifejezés. A kontextus hatására vonatkozó fenti megfigyeléssel ellentétben a szavakat elszigetelten látó kontrollcsoportban a tanulók 50%-kal több szót húztak alá. A kontextus segítő hatása ellenére a vizsgálat azt mutatta, hogy a vizsgált három tankönyv nyelvezete nem megfelelő.

Björnssonék (1967) azt is megvizsgálták, hogy milyen hatással van a feladat megoldási teljesítményére, ha a feladatok szövegén a fentiek fényében javítanak. A javított verziójú szövegek több helyes választ eredményeztek, és különösen nagy hatása volt a matematikai kifejezésekre vonatkozó szövegek megváltoztatásának a többi nyelvi változtatással szemben. A legnagyobb változást a „lassú tanulóknál” tapasztalták. A tanulók által aláhúzott érthetetlen szavak száma is majdnem a harmadára csökkent az új szövegverziókban. Összességében a matematika tankönyvekkel kapcsolatos kutatások eredményei hangsúlyozzák a hétköznapi szavak és a matematikai szavak megkülönböztetését, az önmagában vett mondathossz helyett a mondat szerkezetek figyelembevételét, és a szöveg és az illusztrációk arányát és elrendezését (Johnsen, 1993).

Bamberger és Vanecek (1988) áttekinti az olvashatóság mérésére alkalmazott módszereket. Tanulmányukban körülbelül 500 különböző szövegben, több különböző tárgyban vizsgálták az olvashatóságot általános és alsóbb középiskolai osztályokban több olyan képlet segítségével, amelyek nemcsak a szó- és a mondat szintet veszik figyelembe. Az eredmények alapján a tankönyvek nyelvi nehézsége gyakran akár két-három osztállyal is megelőzte a gyerekek iskolai osztályát, és ez különösen az 5. és 8. osztályok között volt hangsúlyos. A vizsgálat kiváltotta vitának köszönhetően az olvashatósági képleteket továbbfejlesztették, és igyekeztek más tényezőket is figyelembe venni (pl. tipográfia, információsűrűség, olvasási sebesség, olvasási helyzet és motiváció). Ezeknek a vizsgálatoknak az eredeti nyelvi mutatókkal való együttjárása azonban azt mutatta, hogy a nyelvi elemzés önmagában is megbízható mutató (Bamberger & Vanecek, 1984).

Összegzés és javaslat a magyar tankönyvi nyelvezet vizsgálandó jellemzőire

Az áttekintés alapján a legfőbb tanulság az, hogy azoknak a szövegjellemzőknek a kiválasztása, amelyek vizsgálata alapján megfelelően értékelhető a tankönyvi szövegek feldolgozhatósága, egyrészt elméletileg megalapozott, másrészt empirikusan alátámasztott kell, hogy legyen. Az elvi döntések lehetőségei korlátozottak, hiszen – bár a fentiekben összefoglalt kutatások iránymutatást adnak arra nézve, mely változókat érdemes preferálni – a nyelvek különbözősége miatt ezeknek a magyarra való alkalmazhatósága semmiképpen sem egyértelmű. Emiatt a stabil eredményeket sem érdemes kész receptnek venni, inkább a hazai kutatások kiindulópontjának tekinteni. Éppen ezért azt gondoljuk, korai még magyar olvashatósági formula kialakításáról beszélni; az, hogy mely változókból és milyen súlyozással érdemes ezt megvalósítani, csak a tanulókkal nagy mintán, gondosan variált szövegekkel végzett feldolgozhatósági vizsgálatokkal alapozható meg. A kortárskutatási trendeket figyelembe véve pedig azt kell mondanunk, hogy ezek a vizsgálatok már nagy valószínűséggel automatizáltak lesznek. Bár a következőkben áttekintjük az elvi alapon szerintünk leginkább alkalmasnak tűnő nyelvi változókat, fontosnak tartjuk, hogy a tervezett tankönyvszöveg-adatbázis kiindulásként több kísérleti mutatót tartalmazzon, melyek közül a későbbi empirikus olvasásvizsgálatok szelektáljanak.

A szóképzlet tekintetében az olvashatósági formulák többsége a szóhosszúságot méri, ez azonban, ahogyan indokoltuk, a magyarban kevésbé tűnik a feldolgozhatóság szempontjából fontosnak, hiszen a rövidebb szavak között is vannak ritkák és nehezek, például a népies és zsargoniszavak: *guzsaly*, *lóca*, *ár* (cipézszerszám), *kovász* (a szavak hossza legfeljebb az 1–3. osztályfokon számíthat, amikor az olvasástechnika még nem működik olyan hatékonyan). Ugyanakkor mindenképpen mérni kell a szógyakoriságot, ami jó közelítő mutatója a

jelentésbeli elvontságnak is. A gyakorisági adatok legjobb forrása a Magyar Webkorpusz, amihez kapcsolatosan gyakorisági szótár és különféle szempontok alapján működtethető gyakorisági kereső is létezik (Magyar Webkorpusz: <http://mokk.bme.hu/resources/webcorpus>; Halácsy et al., 2004; Kornai et al., 2006; a hozzátartozó gyakorisági kereső: <http://szotar.mokk.bme.hu/szoszablya/searchq.php>). Ennek alapján előállítható a leggyakoribb szavak listája. E lista tartalmára nézve fontos, hogy csak tartalmas szavakból álljon, azaz a nagyon gyakori grammatikai funkciószavak ne szerepeljenek benne. Kérdés azonban a listán szereplő szavak száma. A Dale–Chall listán kezdetben 763, újabban 3000 szó szerepel. A magyarban hasonló témájú kutatásban Nagy (2004) – a Magyar Értelmező Kéziszótár gyakorisági adatai alapján – 5000 szavas listát használt, mert becslései szerint a leggyakoribb 2000 szó teszi ki a szövegek 88%-át, az első 5000 szó pedig nagyjából a 95%-át (l. még Nation & Waring, 1997). Az automatizált szövegelemzéshez viszont a magyar nyelvi sajátosságok miatt elengedhetetlen egy morfológiai elemzőprogram használata. A magyarban a szavak sokféle toldalékolt alakban fordulnak elő (bármely főnévhez például 18-féle esetragot, egyes és többes számot, hatféle birtokos személyjelet toldhatunk, így egy adott szó több száz lehetséges alakja fordulhat elő szövegekben, pl. tanár-ai-tok-nak). Emiatt ahhoz, hogy szótövekre kereshessünk, az elemzőnek előbb fel kell bontania a morfológiailag komplex alakokat. Ilyen, specifikusan a magyar nyelvre kifejlesztett program az e-magyar (Váradi et al., 2018). A két leginformatívabb lehetőség egy adott szöveg szógyakoriság szerinti felmérésére a Dale–Chall-féle módszer, azaz a leggyakoribb szavakból álló listán nem szereplő szavak arányának megadása, illetve az összes tartalmas szövegszó(tó) webkorpuszból származó gyakorisági értékeinek átlagának megadása.

A részletesebb elemzésekhez, melyek már például a tankönyv fogalombevezetési struktúráját, a fejezetek szövegének egymásra épülését is mérhetik, több olyan jellemző is fontos lehet, ami nem egy fejezet szövegét elemzi, hanem több fejezet szövegét hasonlítja össze. Ehhez jó kiindulást jelent Mikk (2000) idézett listája. E mutatók automatizálásakor egzakton definiálni kell – többek között – az 'új szó' fogalmát, például „olyan szó, amely nem szerepel a leggyakoribb szavak listáján, és a könyvben sem szerepelt korábban”. Informatív lehet még a különböző szófajok előfordulási aránya és az absztrakt szavak aránya (utóbbinak jó közelítése lehet a tipikus „szakszóképzők”, pl. -izmus, -ció), hiszen Mikk (2000) vizsgálatai egy, a magyarra tipológiailag hasonló nyelvben e mutatók hasznosságát tanúsítják. Az ilyen arányok megállapításához egy szófaji besorolásra képes elemzőprogram szükséges, ez a magyarra már, legalábbis a legfontosabb morfoszintaktikai kategóriákat illetően, rendelkezésre áll (Váradi et al., 2018).

Ami a szöveg szintaktikai komplexitását illeti, ennek két fő mutatóját tartjuk érdemesnek bevezetni a fenti érvelésekre alapozva. Az egyik, általánosabb mutató az átlagos, szavakban mért mondathossz, ami könnyen automatizálható, és erősen korrelál a szintaktikai komplexitással. Ennek kiegészítése lehet az egyes szintaktikai szerkezetek specifikus kötőszavaira való keresés. Így például az alárendelt mellékmondatok egy nagy csoportját a *hogy* kötőszó, illetve a vonatkozó mellékmondatokat az *aki*, *ami*, *amely* vonatkozó névmások és ragozott alakjaik előfordulási aránya jelezheti. Ezek alapján viszonylag egyszerűen, a komplex szerkezeteket jelző specifikus funkciószavakra, illetve általánosabban – a szófaji kategóriákra való keresési algoritmust felhasználva – a kötőszó kategóriára vonatkozó gyakorisági kereséssel jó támpontot kaphatunk a vizsgált szöveg szintaktikai komplexitásáról.

Alapvető kérdés, hogy a mondatok meghatározásában a Hunt (1965) által meghatározott T-egységnek megfelelő sorozatokat kellene-e alapul venni. Bár ennek automatizálhatóságát nem tudjuk megítélni, elvi szempontból e kategória bonyolultsága a legfontosabb a feldolgozhatóság szempontjából. Megfontolandó még a szóhosszúság, illetve a szavak morfológiai

komplexitásának kontroll alatt tartása, hiszen morfológiailag nagyon komplex szavakkal is jelentősen bonyolíthatják az olyan mondatokat is, amelyek egyébként viszonylag kevés szóból állnak. Nem hisszük, hogy önmagában véve ez elégséges mércéje lenne a nyelvtani komplexitásnak, de a szöveg túlzott szintaktikai redukálásának ez egy lehetséges – de kerülendő – mellékterméke.

Az automatizált, neurális hálókra épülő szövegfeldolgozó rendszerek a jövőben a magyar nyelvben is a hagyományos empirikus módszerek komoly konkurenséivé válhatnak. Ennek oka az, hogy az interneten és a digitális szövegtárakban magyarul is rendelkezésre áll az az óriási adatmennyiség, amely ilyen modellek bemenetétül szolgálhat, és az is, hogy a neurális hálókkal történő nyelvelemzésnek a magyarban már komoly létező hagyományai vannak (erre jó példa a Budapesti Műszaki Egyetem HLT laboratóriuma, <https://hlt.bme.hu/hu/group>). Összességében véve azonban a legszofisztikáltabb automatizált modell sem fogja tudni megmondani, hogy pontosan milyen komponensek határozzák meg azt, hogy mennyire könnyű elolvasni egy szöveget. Ehhez a szövegértelmezésben végzett korábbi munkára és a magyar nyelv sajátosságait taglaló nyelvészeti szakirodalomra is támaszkodnunk kell majd.

Fontos tehát, hogy a kutatás jelenlegi fázisában ne egyetlen komplex mutatót akarjunk képezni, hanem több, elvileg fontosnak tűnő jellemző alkossa a kiinduló adatbázist. Ez hosszabb távon is részletesebb elemzést tesz lehetővé, hiszen segíthet szétválasztani a problematikus tényezőket, például kimutathatja egy adott szövegről, hogy szintaktikailag a 3. osztály, de lexikailag az 5. osztály szintjének felel meg. Ez a részletgazdagság a szerzők számára is több segítséget ad a szövegek kiinduló strukturálásához, illetve átfogalmazásához.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány elkészülését az EDUCATIO KHT, valamint az MTA Lendület programja támogatta (ELKH–BME Lendület Nyelvelsajátítás Kutatócsoport, „Tanulás mechanizmusok és tanulók: egyéni különbségek vizsgálata a zavaroktól a kiválóságig a statisztikai tanulásban és a nyelvelsajátításban” 96233; kutatócsoport-vezető: Lukács Ágnes). Köszönettel tartozunk Krizsai Fruzsínának a kézirat elkészítésében nyújtott segítségéért.

Irodalom

- Anderson, J. R. (1976). *Language, memory, and thought*. Lawrence Erlbaum.
doi: 10.4324/9780203780954
- Baayen, H., Milin, P., & Ramsar, M. (2016). Frequency in lexical processing. *Aphasiology*, 30(11), 1174–1220. doi: 10.1080/02687038.2016.1147767
- Bácsi, J., & Kerekes, J. (2002). Az első osztályos olvasókönyvek szóanyagából készült Gyakorisági szótár: „Van szó”. *Módszertani közlemények*, 43(2), 52–58.
- Bamberger, R., & Vanecek, E. (1984). *Lesen, Verstehen, Lernen Schreiben. Die Schwierigkeitsstufen von Texten in Deutscher Sprache* [Reading, understanding, learning to write. The difficulty levels of texts in German.]. Jugend u. Volk Sauerlaender.
- Bamberger, R., & Vanecek, E. (1988). *Zur Lesbarkeit und Lernbarkeit von Schulbüchern* [On the readability and learnability of textbooks.]. Institut für Schulbuchforschung.
- Bartlett, F. C. (1985). *Az emlékezés pszichológiája*. Gondolat.
- Bates, E., & Goodman, J. C. (2001). On the inseparability of grammar and the lexicon: evidence from acquisition. In M. Tomasello & E. Bates (Eds.), *Language development – The essential readings* (pp. 134–163). Blackwell.

- Bates, E., D'Amico, S., Jacobsen, T., Székely, A., Andonova, E., Devescovi, A., Herron, D., Lu, C., Pechmann, T., Pléh, C., Wicha, N., Federmeier, K., Gerdjikova, I., Gutierrez, G., Hung, D., Hsu, J., Iyer, G., Kohnert, K., Mehotchewa, T., Orozco-Figueroa, A., Tzeng, A., & Tzeng, O. (2003). Timed picture naming in seven languages. *Psychonomic Bulletin and Review*, *10*, 344–380. doi: [10.3758/bf03196494](https://doi.org/10.3758/bf03196494)
- Beck, I. L., McKeown, M. G., & Worthy, J. (1995). Giving a text voice can improve students' understanding. *Reading Research Quarterly*, *30*(2), 220–238. doi: [10.2307/748033](https://doi.org/10.2307/748033)
- Benjamin, R. G. (2012). Reconstructing readability: Recent developments and recommendations in the analysis of text difficulty. *Educational Psychology Review*, *24*(1), 63–88. doi: [10.1007/s10648-011-9181-8](https://doi.org/10.1007/s10648-011-9181-8)
- Björnsson, C. H., Dahlkvist, R., Edstam, A. M., & Jarne, R. (1967). *Språk och ordförråd i räkneläror. Experimentella studier kring några räkneläror* [Language and vocabulary in math textbooks. Experimental studies based on some arithmetic books]. SÖ-förlaget.
- Bleasdale, F. A. (1987). Concreteness dependent associative priming: Separate lexical organization for concrete and abstract words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *13*, 582–594. doi: [10.1037/0278-7393.13.4.582](https://doi.org/10.1037/0278-7393.13.4.582)
- Bower, G. H., Black, J. B., & Turner, T. J. (1979). Scripts in memory for text. *Cognitive Psychology*, *11*, 177–220. doi: [10.1016/0010-0285\(79\)90009-4](https://doi.org/10.1016/0010-0285(79)90009-4)
- Bransford, J. D., & Johnson, M. (1973). Consideration of some problems of comprehension. In W. G. Chase (Ed.), *Visual information processing* (pp. 383–438). Academic. doi: [10.1016/b978-0-12-170150-5.50014-7](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-170150-5.50014-7)
- Britton, B. K., & Gülgöz, S. (1991). Using Kintsch's computational model to improve instructional text: Effects of repairing inference calls on recall and cognitive structures. *Journal of Educational Psychology*, *83*, 329–345. doi: [10.1037/0022-0663.83.3.329](https://doi.org/10.1037/0022-0663.83.3.329)
- Brown, R. (1973). *A first language*. Harvard University Press. doi: [10.4159/harvard.9780674732469](https://doi.org/10.4159/harvard.9780674732469)
- Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D., Wu, J., Winter, C., & Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, *33*, 1877–1901.
- Buck, C., Heafield, K., & Van Ooyen, B. (2014, May). N-gram counts and language models from the common crawl. In N. Calzolari, K. Choukri, T. Declerck, H. Loftsson, B. Maegaard, J. Mariani, A. Moreno, J. Odijk, & S. Piperidis (Eds.), *Proceedings of the Ninth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'14)* (pp. 3579–3584). European Language Resources Association.
- Chall, J. S., & Dale, E. (1995) *Readability revisited: The new Dale-Chall readability formula*. Brookline Books.
- Chen, X., & Meurers, D. (2018). Word frequency and readability: Predicting the text-level readability with a lexical-level attribute. *Journal of Research in Reading*, *41*, 486–510. doi: [10.1111/1467-9817.12121](https://doi.org/10.1111/1467-9817.12121)
- Crossley, S. A., Skalicky, S., & Dascalu, M. (2019). Moving beyond classic readability formulas: New methods and new models. *Journal of Research in Reading*, *42*(3–4), 541–561. doi: [10.1111/1467-9817.12283](https://doi.org/10.1111/1467-9817.12283)
- Crossley, S. A., Skalicky, S., Dascalu, M., McNamara, D. S., & Kyle, K. (2017). Predicting text comprehension, processing, and familiarity in adult readers: New approaches to readability formulas. *Discourse Processes*, *54*(5–6), 340–359. doi: [10.1080/0163853x.2017.1296264](https://doi.org/10.1080/0163853x.2017.1296264)
- Crystal, D. (1982). *Profiling linguistic disability*. Whurr.
- Crystal, D., Fletcher, P., & Garman, M. (1976). *Grammatical analysis of language disability*. Arnold.
- Cs. Czachesz, E., & Csirik, J. (2002). *10-16 éves tanulók írásbeli szókincsének gyakorisági szótára*. Books in Print.
- Dale, E., & Chall, J. S. (1948). A formula for predicting readability. *Educational Research Bulletin*, *27*(1–20), 37–54.

- De Groot, A. M. B. (1989). Representational aspects of word imageability and word frequency as assessed through word association. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 824–845. doi: [10.1037/0278-7393.15.5.824](https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.5.824)
- Deutsch, T., Jasbi, M., & Shieber, S. (2020). Linguistic features for readability assessment. In J. Burstein, E. Kochmar, C. Leacock, N. Madnani, I. Pilán, H. Yannakoudakis, & T. Zesch (Eds.), *Proceedings of the fifteenth workshop on innovative use of NLP for building educational applications* (pp. 1–17). Association for Computational Linguistics. doi: [10.18653/v1/2020.bea-1.1](https://doi.org/10.18653/v1/2020.bea-1.1)
- Dimino, J., Gersten, R., Carnine, D., & Blake, G. (1990). Story grammar: An approach for promoting at-risk secondary students' comprehension of literature. *The Elementary School Journal*, 91(1), 19–32. doi: [10.1086/461635](https://doi.org/10.1086/461635)
- DuBay, W. H. (2004). *The principles of readability* (ED490073). ERIC. <https://eric.ed.gov/?id=ed490073>
- Elley, W. B. (1969). The assessment of readability by noun frequency counts. *Reading Research Quarterly*, 4, 411–427. doi: [10.2307/747147](https://doi.org/10.2307/747147)
- Elts, J. (1992). A readability formula for texts on biology. In V. Rimsha (Ed.), *Psychological problems of reading. Theses of papers for the International Scientific Conference* (pp. 42–44). International Library of Lithuania.
- Elts, J., & Mikk, J. (1996). Determination of optimal values of text characteristics. *Journal of Quantitative Linguistics*, 3(2), 144–151. doi: [10.1080/09296179608599625](https://doi.org/10.1080/09296179608599625)
- Fenson, L., Dale, P., Reznick, J., Bates, E., Thal, D., Pethick, S., Tomasello, M., Mervis, C. B., & Stiles, J. (1994). Variability in early communicative development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 59(5). doi: [10.2307/1166093](https://doi.org/10.2307/1166093)
- Flesch, R. (1948). A new readability yardstick. *Journal of Applied Psychology*, 32, 221–233. doi: [10.1037/h0057532](https://doi.org/10.1037/h0057532)
- Forster, K. I., & Chambers, G. (1973). Lexical access and naming time. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 627–635. doi: [10.1016/s0022-5371\(73\)80042-8](https://doi.org/10.1016/s0022-5371(73)80042-8)
- François, T., & Miltsakaki, E. (2012, June). Do NLP and machine learning improve traditional readability formulas? In S. Williams, A. Siddharthan, & A. Nenkova (Eds.), *Proceedings of the first workshop on predicting and improving text readability for target reader populations* (pp. 49–57). Association for Computational Linguistics.
- Gillie, P. J. (1957). A simplified formula for measuring abstraction in writing. *Journal of Applied Psychology*, 41, 214–217. doi: [10.1037/h0045036](https://doi.org/10.1037/h0045036)
- Gould, C. (1977). The readability of school biology texts. *Journal of Biological Education*, 11(4), 248–252. doi: [10.1080/00219266.1977.9654155](https://doi.org/10.1080/00219266.1977.9654155)
- Graesser, A. C., & Goodman, S. H. (1985). How to construct conceptual graph structures. In B. K. Britton & J. B. Black (Eds.), *Understanding expository text* (pp. 363–383). Erlbaum. doi: [10.4324/9781315099958-13](https://doi.org/10.4324/9781315099958-13)
- Graesser, A. C., McNamara, D. S., Louwerse, M. M., & Cai, Z. (2004). Coh-Metrix: Analysis of text on cohesion and language. *Behavior research methods, instruments, & computers*, 36(2), 193–202. doi: [10.3758/bf03195564](https://doi.org/10.3758/bf03195564)
- Graf, D. (1989). *Begriffstermen im Biologieunterricht der Sekundarstufe I* [Conceptual terms in the secondary school biology classroom.] Peter Lang.
- Granowsky, A., & Botel, M. (1974). Background for a new syntactic complexity formula. *Reading Teacher*, 28, 31–35.
- Gunning, R. (1952). *The technique of clear writing*. McGraw-Hill.
- Halácsy, P., Kornai, A., Németh, L., Rung, A., Szakadát, I., & Trón, V. (2004). Creating open language resources for Hungarian. In M. T. Lino, M. F. Xavier, F. Ferreira, R. Costa, R. Silva, C. Pereira, F. Carvalho, M. Lopes, M. Catarino, & S. Barros (Eds.), *Proceedings of the 4th international conference on Language Resources and Evaluation* (pp. 1201–1204). European Language Resources Association.
- Harrison, C. (1980). *Readability in the classroom*. Cambridge.
- Hunt, K. (1965). *Grammatical structures written at three grade levels* (NCTE Research report No. 3). National Council of Teachers of English. <https://eric.ed.gov/?id=ED113735>

- Izgi, U., & Seker, B. S. (2012). Comparing different readability formulas on the examples of science-technology and social science textbooks. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 178–182. doi: [10.1016/j.sbspro.2012.05.089](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.089)
- Johnsen, E. B. (1993). *Textbooks in the Kaleidoscope. A critical survey of literature and research on educational texts*. Scandinavian University Press.
- Kantor, R. N., Anderson, T. H., & Armbruster, B. B. (1983). How inconsiderate are children's textbooks? *Journal of Curriculum Studies*, 15(1), 61–72. doi: [10.1080/0022027830150108](https://doi.org/10.1080/0022027830150108)
- Kilgarrieff, A., Baisa, V., Bušta, J., Jakubiček, M., Kovář, V., Michelfeit, J., Rychlý, P., & Suchomel, V. (2014). The sketch engine: Ten years on. *Lexicography*, 1(1), 7–36. doi: [10.1007/s40607-014-0009-9](https://doi.org/10.1007/s40607-014-0009-9)
- Kintsch, W. (1974). *The representation of meaning in memory*. Lawrence Erlbaum. doi: [10.4324/9781315794563](https://doi.org/10.4324/9781315794563)
- Kintsch, W., & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85(5), 363–394. doi: [10.1037/0033-295X.85.5.363](https://doi.org/10.1037/0033-295X.85.5.363)
- Klein-Braley, Ch. (1985). A cloze-up on the C-test: A study in the construct validation of authentic tests. *Language Teaching*, 2(1), 76–104. doi: [10.1177/026553228500200108](https://doi.org/10.1177/026553228500200108)
- Kornai, A., Halácsy, P., Nagy, V., Oravecz, Cs., Trón, V., & Varga, D. (2006). Web-based frequency dictionaries for medium density languages. In A. Kilgarrieff & M. Baroni (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Workshop on Web as Corpus* (pp. 1–9). <https://aclanthology.org/W06-1701/> doi: [10.3115/1628297.1628298](https://doi.org/10.3115/1628297.1628298)
- Kroll, J., & Merves, S. (1986). Lexical access for concrete and abstract words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12, 92–107. doi: [10.1037/0278-7393.12.1.92](https://doi.org/10.1037/0278-7393.12.1.92)
- Kübarsépp, I., & Mikk, J. (1993). Vergleich von Textinhalten mit ihren Wiedergaben [Comparison of textcontent with its recall.]. *Schulbuch-Kontakte*, 4(3), 2–6.
- Kukemelk, H., & Mikk, J. (1993). The prognosticating effectivity of learning a text in physics. *Glottometrica, Wissenschaftlicher Verlag Trier*, 14, 82–103.
- Lee, L. L., & Canter, S. M. (1971). Developmental sentence scoring: A clinical procedure for estimating syntactic development in children's spontaneous speech. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 36, 315–340. doi: [10.1044/jshd.3603.315](https://doi.org/10.1044/jshd.3603.315)
- Lennon, C., & Burdick, H. (2004). *The Lexile® framework as an approach for reading measurement and success*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://metametricsinc.com/wp-content/uploads/2017/07/The-Lexile-Framework-for-Reading.pdf
- Linderholm, T., Everson, M. G., van den Broek, P., Mischinski, M., Crittenden, A., & Samuels, J. (2001). Effects of causal text revisions on more- and less-skilled reader's comprehension of easy and difficult texts. *Cognition and Instruction*, 18, 525–556. doi: [10.1207/s1532690xci1804_4](https://doi.org/10.1207/s1532690xci1804_4)
- Lukács, Á., & Kas, B. (2021). A szövegértés egyéni különbségeinek kognitív meghatározói. *Magyar Pedagógia*, 121(3), 211–236. doi: [10.17670/mped.2021.3.211](https://doi.org/10.17670/mped.2021.3.211)
- Lunzer, E., & Gardner, K. (1984). *Learning from the written word*. Oliver and Boyd.
- Lurija, A. R. (1978). A neurolingvisztika alapvető kérdései. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 1978(4).
- MacWhinney, B. (2000). *The CHILDES project: Tools for analyzing talk: Transcription format and programs* (3rd ed.). Lawrence Erlbaum Associates Publishers. doi: [10.4324/9781315805672](https://doi.org/10.4324/9781315805672)
- Mandler, J., & Johnson, N. (1977). Remembrance of things parsed: Story structure and recall. *Cognitive Psychology*, 9, 111–151. doi: [10.1016/0010-0285\(77\)90006-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(77)90006-8)
- Martinc, M., Pollak, S., & Robnik-Šikonja, M. (2021). Supervised and unsupervised neural approaches to text readability. *Computational Linguistics*, 47(1), 141–179. doi: [10.1162/coli_a_00398](https://doi.org/10.1162/coli_a_00398)
- McNamara, D. S., Kintsch, E., Songer, N. B., & Kintsch, W. (1996). Are good texts always better? Interactions of text coherence, background knowledge, and levels of understanding in learning from text. *Cognition and Instruction*, 14(1), 1–43. doi: [10.1207/s1532690xci1401_1](https://doi.org/10.1207/s1532690xci1401_1)
- Mikk, J. (1980). *Comprehension of text*. Valgus.
- Mikk, J. (1997). Parts of speech in predicting reading comprehension. *Journal of Quantitative Linguistics*, 4(1–3), 156–163. doi: [10.1080/09296179708590091](https://doi.org/10.1080/09296179708590091)
- Mikk, J. (2000). *Textbook: Research and writing*. Peter Lang.

- Mikk, J., & Elts, J. (1999). A reading comprehension formula of reader and text characteristics. *Journal of Quantitative Linguistics*, 6(3), 214–221. doi: 10.1076/jqul.6.3.214.6158
- Miller, J. F., & Chapman, R. S. (1982). *Systematic analysis of language transcripts*. Language Analysis Lab, Waisman Research Center, University of Wisconsin.
- Miller, J. R., & Kintsch, W. (1980). Readability and recall of short prose passages: A theoretical analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6(4), 335–354. doi: 10.1037/0278-7393.6.4.335
- Mohammadi, H., & Khasteh, S. H. (2019). Text as environment: A deep reinforcement learning text readability assessment model. *arXivLabs*. <https://arxiv.org/abs/1912.05957>. doi: 10.48550/arXiv.1912.05957
- Nagy, J. (2004). A szöolvasó készség fejlődésének kritériumorientált diagnosztikus feltérképezése. *Magyar Pedagógia*, 104(2), 123–142.
- Nation, P., & Waring, R. (1997). Vocabulary size, text coverage and word lists. In N. Schmitt & M. McCarthy (Eds.), *Vocabulary: Description, acquisition, and pedagogy* (pp. 6–19). Cambridge University Press.
- Paivio, A. (2006). *Mind and its evolution: A dual coding theoretical approach*. Erlbaum. doi: 10.4324/9781315785233
- Paivio, A. (2014). Intelligence, dual coding theory, and the brain. *Intelligence*, 47, 141–158. doi: 10.1016/j.intell.2014.09.002
- Rácz, P., Papp, V., & Hay, J. (2016). Frequency and corpora. In A. Hippisley & G. Stump (Eds.), *The Cambridge handbook of morphology* (pp. 685–704). Cambridge University Press. doi: 10.1017/9781139814720.024
- Rumelhart, D. E. (1977). Toward an interactive model of reading. In S. Dornic (Ed.), *Attention and performance VI*. Erlbaum. doi: 10.4324/9781003309734-31
- Schank, R. C., & Abelson, R. P. (1977). *Scripts, plans, goals, and understanding: An inquiry into human knowledge structures*. Lawrence Erlbaum. doi: 10.4324/9780203781036
- Strain, E., Patterson, K., & Seidenberg, M. S. (1995). Semantic effects in single-word naming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 1140–1154. doi: 10.1037/0278-7393.21.5.1140
- Sun, Y., Chen, K., Sun, L., & Hu, C. (2020). Attention-based deep learning model for text readability evaluation. *2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) IEEE* (pp. 1–8). doi: 10.1109/ijcnn48605.2020.9206633
- Székely, A. (2002). *Reakcióidő változók vizsgálata nem hagyományos statisztikai módszerekkel* [Szakdolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem].
- Székely, A. (2003). *Lexikális előhívás interkulturális kutatása képmegnevezési helyzetben* [Doktori disszertáció, Eötvös Loránd Tudományegyetem]. <http://crl.ucsd.edu/~aszekely/aszekely/publications/Szekely2003PhD.pdf>
- Szekely, A., Jacobsen, T., D'Amico, S., Devescovi, A., Andonova, E., Herron, D., Lu, C. C., Pechmann, T., Pléh, C., Wicha, N., Federmeier, K., Gerdjikova, I., Gutierrez, G., Hung, D., Hsu, J., Iyer, G., Kohnert, K., Mehotchewa, T., Orozco-Figueroa, A., Tzeng, A., Tzeng, O., Arévalo, A., Vargha, A., Butler, A. C., ... & Bates, E. (2004). A new on-line resource for psycholinguistic studies. *Journal of memory and language*, 51(2), 247–250. doi: 10.1016/j.jml.2004.03.002
- Thorndyke, P. W. (1977). Cognitive structures in comprehension and memory of narrative discourse. *Cognitive Psychology*, 9, 77–110. doi: 10.1016/0010-0285(77)90005-6
- Uibo, H. (1995). Computer readability analysis of Estonian texts. In I. Inger Kraav, J. Mikk, & L. Vassiltchenko (Eds.), *Family and textbooks. Proceedings of the. Department of Education*, 3 (96–115).
- Váradi, T., Simon, E., Sass, B., Mittelholcz, I., Novák, A., & Indig, B. (2018). *E-magyar – A digital language processing system*. <https://e-magyar.hu/hu/>
- Vidal-Abarca, E., Martinez, G., & Gilabert, R. (2000). Two procedures to improve instructional text: Effects on memory and learning. *Journal of Educational Psychology*, 92, 107–116. doi: 10.1037/0022-0663.92.1.107

- Vidal-Abarca, E., Sanjosé, V., Gilabert, R., & Abad, N. (2001). *Improving text coherence to enhance readers' inferences* [Unpublished manuscript].
- Vigotszkij, L. Sz. (1967). *Gondolkodás és beszéd*. Akadémiai Kiadó.
- Wikman, T. (2009). Reconsidering considerate textbooks. *International Association for Research on Textbooks and Educational Media e-Journal*, 2(1).
- Yuille, J. C., & Barnsley, R. H. (1969). Visual, auditory and tactual imagery in paired associate learning. *Proceedings of the 19th International Congress of Psychology* (pp. 215).
- Zhang, Y., Tiño, P., Leonardis, A., & Tang, K. (2021). *A survey on neural network interpretability*. IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence.
doi: [10.1109/tetci.2021.3100641](https://doi.org/10.1109/tetci.2021.3100641)

ABSTRACT


MEASURES AND METHODS OF ANALYSIS OF READABILITY IN TEXTBOOK TEXTS


Ágnes Lukács, Péter Rác & Bence Kas


Keywords: reading comprehension, readability, vocabulary, grammar, narrative structure

The aim of our study is to provide an overview of methods to investigate linguistic markers of textbook texts and their impact on readability and processability, and to propose objective criteria for assessing the readability of Hungarian textbooks. To this end, after formulating the general requirements of readability, we present results on the relevant factors of text processability at each language level, and then review the readability formulas and calculation methods introduced in other languages, including their applicability to Hungarian. Finally, we propose a set of criteria for measuring text processability to be introduced in Hungary on the basis of the methods reviewed in the paper.

Magyar Pedagógia, 122(2). 65–88. (2022)
doi: [10.14232/mped.2022.2.65](https://doi.org/10.14232/mped.2022.2.65)

Lukács Ágnes:  <https://orcid.org/0000-0002-6338-1715>
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Kognitív Tudományi Tanszék
H–1111 Budapest, Egry József u. 1-T épület 5. emelet
lukacs.agnes_at_ttk.bme.hu

Rác Péter:  <https://orcid.org/0000-0001-7896-4801>
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Kognitív Tudományi Tanszék
H–1111 Budapest, Egry József u. 1-T épület 5. emelet
racz.peter.marton_at_ttk.bme.hu

Kas Bence:  <https://orcid.org/0000-0003-0390-2328>
Eötvös Loránd Tudományegyetem Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar
H–1097 Budapest, Ecséri út 3.
kas.bence@barczy.elte.hu