

Umelá inteligencia pomáha deťom s osvojovaním čítania

Marek Nagy

Univerzita Komenského v Bratislave
Mlynská dolina, Bratislava, Slovensko
mnagy@ii.fmph.uniba.sk

Abstrakt

V príspevku je prezentovaný experiment, kde sa pomocou rozpoznávania a spracovania reči pomáha deťom primárneho vzdelávania pri osvojovaní čítania. Riešený je formou vytvorenia vyučovacej hodiny v školskom vzdelávacom programe. Experiment prebiehal 6 rokov a potvrdil prínos niekoľkých zaujímavých prvkov. Jedným je nastavenie správnej motivácie detí pri napredovaní vo svojom výkone čítania. Ďalším úspešným prvkom je grafická simulácia predošlého výkonu, ktorá systematicky ťahá deti k lepším výkonom.

1 Úvod

Bezpochyby najdôležitejším cieľom primárneho vzdelávania je naučiť deti čítať. Bez zvládnutia tejto kompetencie majú deti problém v ďalšom vzdelávaní (Jošt, 2011). O čítaní nemožno hovoriť len ako o technike dekodovania slov, ale aj o porozumení ich významu (Máčajová, Grofčíková a Zajacová, 2017). V minulosti sa pracovalo s tzv. modelom priameho prístupu k lexikónu (významu slova). Čo sa premietlo do globálnej metódy výučby čítania. V súčasnosti sa potvrdzuje opodstatnenie modifikovaného modelu čítania, kde cesta k lexikónu je aj nepriama – fonologická (Máčajová a kol., 2017). Predpokladá sa, že grafický zápis slova sa transformuje (v mozgu) najprv do zvukovej podoby a na základe fonologických skúsenosti sa dospeje k významu slova. V tomto napomáha znalosť jazyka v jeho hovorenej podobe. Deti sa vedia prirodzene pohybovať v hraniciach svojho materinského (prvého) jazyka, čo však nemožno hovoriť pri osvojovaní si cudzieho (druhého) jazyka, kde znalosť významu sa nadobúda v súbehu so znalosťou čítania.

Úvodnou fázou výučby čítania je tzv. šlabikárové (návčičné) obdobie. Deti musia preniknúť do sveta grafického kódu a rozvíjať fonologické schopnosti. Neskôr nastáva zdokonaľovanie – čítankové obdobie. Podľa neuropsychologického modelu čítania (Bakker, 1990), o ktorý sa opiera šlabikár Štefekovej a Culkovej (2007), sa hovorí o zapojení pravej hemisféry, ktorá koordinuje hlavne percepčné podnety v 1. až 2. ročníku. Neskôr preberá aktivitu ľavá hemisféra

koordinujúca lingvistické podnety od polovice 2. ročníka. Autorky vo svojej metodike prirovnávajú tento proces k jazde na pomalom a neskôr na rýchlom koníkovi (Štefeková a Culková, 2003). V súčasnosti sa na Slovensku v prevažnej miere uplatňuje tzv. hlásková analyticko-syntetická metóda výučby čítania (Štefeková a Culková, 2003), ktorá sa opiera o model sprostredkovaného prístupu k lexikónu (Máčajová a kol., 2017). Zjednodušene možno hovoriť o postupe od čítania písmen a slabík k čítaniu slov a viet. V procese je dôležitý nácvik zrakovej a sluchovej percepcie, ktorej problémy môžu vyústiť do dyslexie (Jošt, 2011). Celkovo sa však v rôznej miere na čítaní podieľajú všetky zmyslové orgány. Preto nie je možné oddeliť od čítania aj výučbu písania. Grafomotorický vnem má dôležitú úlohu pri nácviku čítania napríklad pri zhoršenej vizuálno-priestorovej orientácii (Jošt, 2011).

2 Pribeh experimentálneho vyučovania

Nácvik čítania sa v počiatočnom období realizuje ako hlasné čítanie. Deti čítajú nahlas, aby mal učiteľ spoľahlivú spätnú väzbu o dosiahnutej úrovni. Zároveň deti trénujú fonematické uvedomovanie vonkajšou cestou (sluchová percepcia). Predpokladá sa to, že dieťa počuje ako číta. Toto je dosť skresľujúci predpoklad, ktorý možno vyvrátiť jednoduchým nahratím čítaného textu a následným vypočutím. Z pozorovaní vyplynulo, že deti reagovali na svoj nahratý hlas nedôverčivo až odmietavo. Je to podobné ako, keď si niekto myslí, že vie spievať. Každý si svoj hlas počuje zidealizovane. Zavedenie objektívnej spätnej väzby aj pre samotného čitateľa sa snaží riešiť využitie počítača. Priekopníkom v tejto oblasti je projekt LISTEN (Mostow a Roth, 1995).

V našich prvotných experimentoch pracovali deti doma. Nahrávali svoje čítanie, ktoré si vypočuli a odovzdali do, na toto prispôbeného, webového prostredia Multimediálnej čítanky (MMC) (Nagy, 2005). Následne počúval učiteľ a zhodnotil úroveň. Tento prístup detí zaujal, bol však pre učiteľa časovo náročný. Na pomoc prišiel počítačový rozpoznávač reči, ktorý učiteľovi pomohol s kontrolou. Takto sa proces čítania mohol presunúť priamo na vyučovanie a zefektívniť ho. Deťom sa predložil text, ktorý prečítali do aplikácie. Okrem toho, že si nahrávku vypočuli, tá

sa spracovala a skontrolovala. Učiteľ mal v reálnom čase výsledky o tom ako deti čítali. Na kontrolu bol využitý vlastný vyvinutý slovenský rozpoznávač založený na skrytých markovových modeloch integrovaný do MMC. Jeho úspešnosť sa pohybuje v okolí 95% pre stredne veľký slovník, čo sa ukázalo ako dostačujúce. Popri kontrole bolo možné automaticky vypočítať aj parametre čítania. Na začiatku tempo a neskôr zavedenú plynulosť (Nagy, 2017).



Obr. 1 : Ukážka prostredia, v ktorom deti pracujú. Po prečítaní príbehu sledujú individuálne grafy a učiteľ prideliuje body. (Deti sú zo 4. generácie v treťom ročníku.)

Aby sa predišlo iba mechanickému čítaniu detí, na vyučovaní nasledovala aj fáza práce s textom. Deťom boli zadávané otázky, na ktoré pomocou hlasovacieho mechanizmu odpovedali. Demotivačné rozdiely v rýchlosti písania na klávesnici boli riešené tak, že otázky boli konštruované na jedno-dvojslovné odpovede. Na počiatku boli typu áno-nie (reprezentované pre prvákov znakmi 1-0), neskôr slová z textu a nakoniec otvorené jednoslovné odpovede. V tretej triede sa pristúpilo k individuálnemu vyplňaniu otázok. Otázky boli zadané v sade cca po 10 a boli typu: výber, dopisovanie, vyznačovanie a zoradovanie. V poslednej časti hodiny sa realizovali edukačné hry z repertoáru MMC. V prvom ročníku zamerané na nácvik priestorovej orientácie, tvarov písmen a rozkladu slov na slabiky. V druhom ročníku na zapamätanie a rozširovanie slovnej zásoby z prečítaného príbehu. V treťom ročníku sa zapojili deti aj do vytvárania nových príbehov, ktoré bolo rozložené na viac hodín a predmetov. Z klasickej slovenčiny priniesli vymyslený a skontrolovaný príbeh v zošite. Z výtvarnej výchovy ilustrácie, ktoré oskenovali. A následne sa naučili príbeh vložiť do MMC. Ostávalo už len nahráť „vzorové“ čítanie autora.

Vyučovanie podľa prezentovaného scenáru bolo od základov budované a testované od školského roka 2005/06 na bežnej štátnej nevyberovej škole. Regulárne sa zaradilo do školského vzdelávacieho programu v školskom roku 2012/13. V tom roku sa začalo s prváčymi triedami. Experimentálne vyučovanie sa

realizovalo raz do týždňa v každej školskej triede. Táto skupina „rovesníkov“ bola vyučovaná a sledovaná nasledujúce tri roky. Podobne boli zaradené ďalšie prvácke triedy. V príspevku sa budú označovať ako generácie. Celkovo sa realizovali 4 kompletne generácie. Deti boli veku 6-10 rokov s materinským (prvým) jazykom slovenčinou. Ojedinele sa vyskytli žiaci, ktorí mali rodičov hovoriacich iným ako slovenským jazykom.

Pred samotným experimentom, vo fáze prípravy, sa podarilo uchovať spontánne merania generácie označenej ako 0. generácia, ktorá tesne predchádzala samotný experiment. Na tejto generácii sa testovala aplikácia. Prevažne na hodinách informatiky. Iba v treťom ročníku sa im pridala tiež samostatná hodina čítania. Keďže vplyv samotného experimentu bol redukovaný, možno 0. generáciu považovať za istý prieskum východiskového stavu čitateľských zručností na danej škole.

3 Navrhnuté metódy na zlepšenie výučby

V priebehu experimentu boli výsledky detí sledované. A na základe nich sa pristupovalo k viacerým zmenám. Niektoré zaznamenali úspech a deťom s osvojovaním čítania pomohli.

3.1 Výber skladby a dĺžky čítaných textov

Texty na čítanie boli vyberané z repertoáru MMC. Tieto príbehy tvorili iné deti zo Slovenska a tak ich skladba bola pre deti prijateľnejšia a bližšia. Učiteľkám sa však zdali príliš jednoduché a tak experimentálne počas 3 mesiacov boli deťom predkladané na čítanie texty, ktoré tvorili dospelí a upravovala učiteľka. Taktiež ich aj predčítala a boli zahustené aj o fakty. Aj rozsah textov bolo potrebné prispôsobiť tempu detí v ročníku. Aby nevznikali veľké časové odstupny medzi slabšími a lepšími čitateľmi na vyučovaní, kritériom sa stal rozdiel v tempe čítania slabších a lepších detí oproti klasickému výberu na základe jednotnej požadovanej úrovne čitateľských zručností žiakov.

3.2 Sledovanie individuálneho výkonu

Po prečítaní príbehu deti dostávali aj individuálnu spätnú väzbu v podobe grafu tempa (viď Obr. 1). Vedeli, či sa zlepšujú alebo stagnujú. V prvej generácii detí sa týmto prístupom deti snažili čítať čo najrýchlejšie. Nerobili žiadne prestávky, slabo artikulovali a rozpoznávač reči im „nerozumel“. Učiteľom a rodičom to nevyhovovalo. Na riešenie problému bol zavedený nový parameter čítania – plynulosť, ktorý sa tiež prezentoval deťom ako graf. Vyjadruje mieru prestávok medzi slovami a vetami – pomer medzi čítanou a nečítanou časťou celkového času. Týmto kritériom deti nacvičovali správne

nádychy a snažili sa o plynulé čítanie slov bez slabikovania.

3.3 Spôsob hodnotenia výkonov

Nakoľko experimentálny predmet bol zaradený do klasického vyučovania v rámci slovenského jazyka, bolo nutné generovať aj klasifikáciu podľa štandardov danej školy t.j. hodnotiť známku 1 – 5. V 1. a 2. generácii známka priamočiaro korešpondovala stavu napredovania v grafe. Od 3. generácie v druhom ročníku boli v individuálnych grafoch zavedené hranice, ktoré po prekročení stačilo udržať. Pre tempo 260 slabík za minútu a pre plynulosť úroveň 3 (Nagy, 2018). Lepší čitatelia po prekročení a udržiavaní hranice boli nasmerovaní pracovať viac s artikuláciou a kvalitou umeleckej zložky výkonu.

V ďalšom kroku bolo známkovanie nahradené bodovaním 0-4 bodov za čitateľský výkon, ku ktorým pribudli body aj za prácu s textom a ostatnými aktivitami. Body sa prepočítali na percentuálny výkon. T.j. koľko bodov deti dosiahli z celkového počtu, ktorý mohli dosiahnuť. Niekedy sa celkový počet pre jednotlivé deti líšil. Napríklad zlyhanie techniky nedovolilo v individuálnych prípadoch realizovať niektorú aktivitu... V poslednom roku (4. generácia) sa percentuálny výkon začal počítať až na konci každého mesiaca, čím sa umožnilo preklenúť občasný „zlý deň“ v živote detí.

3.4 Ťahanie slabších čitateľov simuláciou

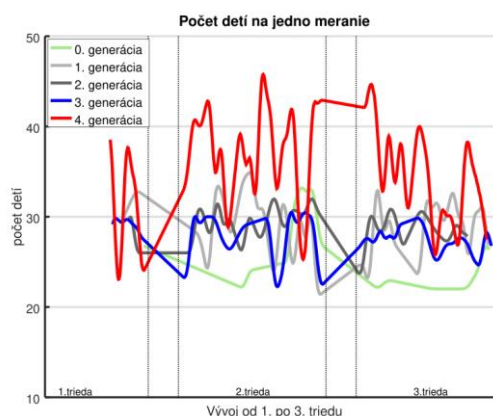
Pri sledovaní individuálnych výkonov (viď. odsek 3.2) sa deti snažili predčiť predchádzajúce výkony. Problémom bolo, že výsledok sa dozvedeli až po dočítaní celého textu. Pokiaľ sa zlepšili, boli spokojné. Ak však nastal pokles, snažili sa čítať ešte raz a ešte raz... Toto nebolo dlhodobo únosné. Stávalo sa, že „odčítali“ skoro celú vyučovaciu hodinu a tak nezvýšil čas na ďalšie aktivity. Nehovoriac o tom, že sa radikálne začal prejavovať časový rozdiel medzi slabšími a lepšími čitateľmi. Slabší čitatelia cítili nespravodlivosť, že oni môžu čítať len raz a lepší aj trikrát...

Riešením sa ukázala počítačová simulácia, ktorá ukazovala priebežný stav individuálneho výkonu. Za základ bol zobrazený individuálny stav čítania z predošlého týždňa (merania). Podľa neho sa každému čitateľovi realizovala simulácia, akoby mal čítať aktuálny text. Na simuláciu bola použitá nenápadná grafická značka vyznačujúca „ideálnu“ pozíciu v texte (Nagy, 2018). Ak deti čítali „súbežne“ so značkou, alebo ju predbehli, ukázalo sa to samozrejme vo výslednom grafe ako postup. Rozpočítanie simulácie muselo byť experimentálne doladené o prozodické prvky, aby sa deťom dobre čítalo „súbežne“ so značkou. V opačnom prípade to pôsobilo príliš rušivo a zhoršovalo výkony.

Simulácia bola zavedená iba v 3. ročníku, nakoľko v 2. ročníku sa deti zlepšujú ešte spontánne. Začalo sa s ňou ku koncu 3. generácie a 4. generácia využívala simuláciu už počas celého roka.

4 Výsledky

Počas trvania experimentálnej výučby boli zbierané informácie o napredovaní jednotlivých detí. Sumárne grafy ako podklady ku diskusií sú prezentované v nasledujúcom odseku. Počty žiakov v jednotlivých generáciách možno vidieť na Obr. 2.

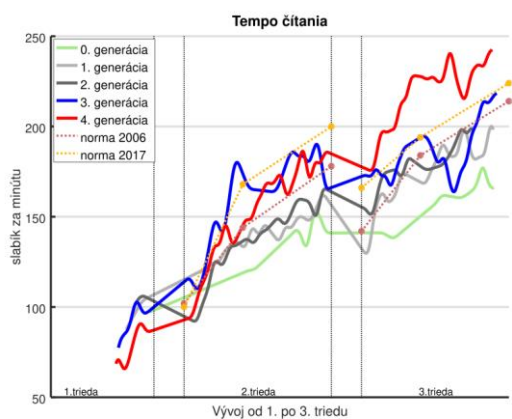


Obr. 2 : Počty detí, ktoré sa v danom týždni zúčastnili experimentálnej hodiny t.j. merania.

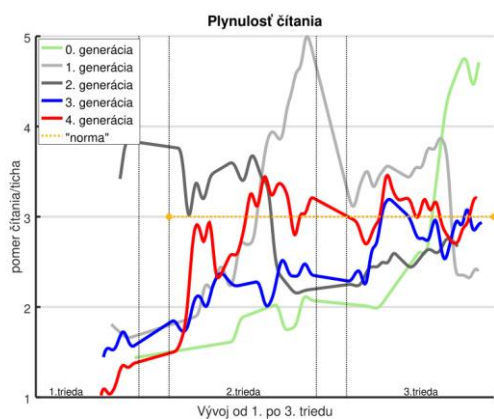
Z grafu je zrejmé, že sa poväčšine nepodarilo doceliť maximálnu účasť, kde počet zapísaných detí bol cca 50 v každej generácii. Z objektívnych dôvodov deti chýbali. Priemerne to bolo cca 26 detí na meranie okrem 4. generácie, kde priemer dosiahol 32. Štandardná odchýlka sa pohybovala na úrovni cca 10 detí.

Z každej hodiny sa zozbierali priemerné údaje o tempe a plynulosti čítania. Výsledné vyhladené grafy možno vidieť na Obr. 3 a Obr. 4. V grafe tempa na Obr. 3 boli orientačne vyznačené aj štatistiky-normy pochádzajúce z prác Hasbroucka a Tindala (2006, 2017), ktoré boli počítané z údajov o amerických deťoch (výučba angličtiny) v troch obdobiach školského roka. Keďže, v záujme presnosti, je v MMC tempo počítané na úrovni slabík a v iných normách je tempo vyjadrené v slovách za minútu, bolo potrebné stanoviť prevod. Po prepočte textov z MMC vyšiel približný orientačný prevod na úrovni dvojnásobku. Podobne v grafe plynulosti (Obr. 4) je vyznačená experimentálna „norma“.

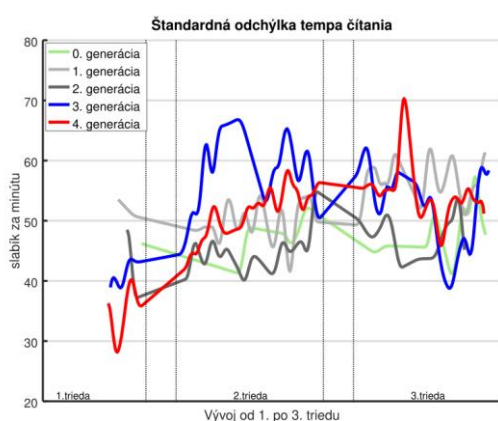
Podľa predloženého grafu (Obr. 3) možno vizuálne konštatovať, že posledná 4. generácia jednoznačne predčila ostatné generácie. Zo štatistického hľadiska však toto nemožno priamo tvrdiť. Záleží aj na hodnote smerodajných odchýlok (viď Obr. 5).



Obr. 3 : Priemerné tempo čítania v slabikách za minútu počítané každý týždeň. Vyznačené aj normy podľa údajov o amerických deťoch.



Obr. 4 : Priemerná plynulosť v jednotlivých týždňoch merania. Vyznačená je aj experimentálne optimálna norma.



Obr. 5 : Smerodajné odchýlky ku priemerom, ktoré sú vyčíslované na týždennej báze.

Aby sa nemuselo riešiť porovnanie v rámci každého týždňa zvlášť, realizuje sa spoločný odhad. V podstate

sa testuje dvojitýberová hypotéza o rovnosti stredných hodnôt ku jednostrannej alternatívnej nerovnosti:

$$U = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$\bar{X}_2 = 0.05$$

\bar{X}_{10} hladina významnosti sa zoberie. Predpokladajme podľa grafu vývoja smerodajných odchýlok (Obr. 5), že nie je väčšia ako 60 pre všetky prípady. Počet detí ohraničíme hodnotou 25. Následne možno vyjadriť, aký má byť rozdiel medzi μ_1 a μ_2 , aby sa hypotéza o rovnosti stredných hodnôt zamietla a prijala sa jednostranná nerovnosť:

$$|U| = \frac{|\Delta|}{\sqrt{\frac{2 \cdot 60^2}{25}}} > u(\alpha)$$

Z toho je možné vypočítať nasledovné:

$$|\Delta| > u(0,05) \sqrt{288} \quad (= 27,914)$$

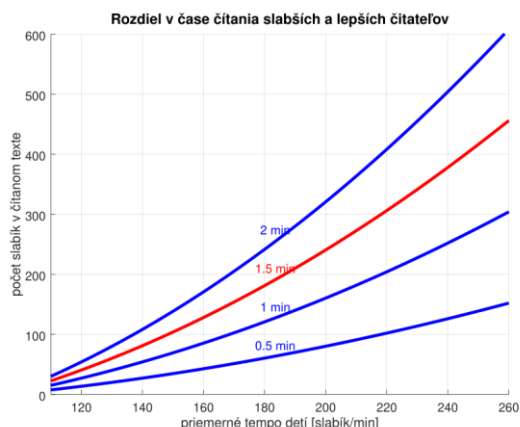
Následne, pri čítaní grafu o priemeroch, možno na hladine významnosti 0,05 hovoriť o rovnakých priemeroch, ak je ich vzdialenosť menšia ako cca 28 slabík za minútu. V opačnom prípade sa hypotéza zamietla a platí nerovnosť priemerov. Pre 4. generáciu je jednoznačné prevýšenie priemerov oproti všetkým generáciám. A naopak 0. generácia zaostáva za všetkými ostatnými generáciami.

V nasledujúcej časti sú zhrnuté výsledky vzhľadom na jednotlivé kroky podniknuté na zlepšenie výučby.

4.1 Výber skladby a dĺžky čítaných textov

Na grafe na Obr. 2 možno vidieť v 3. generácii v 3. ročníku výsledok zmeny charakteru text-u. Náučné texty spôsobili radikálny prepád tempa a deti začali byť domotivované. Bolo nutné sa navrátiť ku klasickým „umeleckým“ textom (z MMC) a deti „pripraviť“ na náučné texty, čo bolo odskúšané vo 4. generácii. Niekoľko „ťažších“ textov sa síce tiež prejavilo zakolísaním, ale výkon sa i napriek tomu udržal. Ďalším dôležitým faktom je aj to, že príbehy z MMC sú predčítané deťmi z iných regiónov a tak sa mohli lepšie zdokonaľovať vo fonetickom rozlišovaní. Prijateľný maximálny časový rozostup medzi slabšími a lepšími čitateľmi sa ukázal cca 1,5 minúty. Má to vplyv aj na celkovú motiváciu, kedy slabší čitateľ nie je neustále konfrontovaný s tým, že zaostáva. Na Obr. 6 je vygenerovaný graf, podľa ktorého sa ustálil výber textov vzhľadom na počet slabík. Časový rozdiel je počítaný medzi dvoma krajnými hodnotami v dvojnásobnej vzdialenosti priemernej štandardnej

odchýlky tempa. Experimentálne bola stanovená z dát na hodnotu 48 (Nagy, 2017).



Obr. 6 :Graf závislosti dĺžky textu, priemerného tempa detí a časového rozdielu medzi teoreticky štatisticky najslabším a najlepším čitateľom.

4.2 Sledovanie individuálneho výkonu

Sledovanie individuálnych výkonov prinieslo zlepšenie (Obr. 3 a Obr. 4). Na začiatku možno vidieť v 1. generácii v druhom ročníku neželaný prudký nárast plynulosti, ale žiaden vplyv na nárast tempa. To je fenomén snahy o rýchle čítanie. Deti sa snažia, ale o to viac robia chýb. Podobne to možno vidieť aj v 0. generácii v treťom ročníku. Neskôr sa vďaka spätnej väzbe – grafu plynulosti, tento problém vyriešil. Deti zistili, že správnym „dýchaním“ dosiahnu lepšie tempo skôr ako silným „habkaním“. Celkovo sa plynulosť znížila a ustálila na hodnote 3.

Dalším pozorovaním je zistenie, že hoc deti čítali v tomto experimente nahlas len cca 5 minút do týždňa, ovplyvnilo to ich výkony aj na klasickom vyučovaní. Hlavne to vidieť na problémoch so spomínanou plynulosťou. Učiteľky začali „hromadne“ intervenovať, aby sa tento nežiaduci prístup k čítaniu riešil. Keď sa vyriešil, problém s tempom, z výsledkami detí boli učiteľky spokojné.

4.3 Spôsob hodnotenia výkonov

Kým v 1. a 2. ročníku deti napredovali spontánne, neskôr už lepší čitatelia nemali kam stúpať, stratili motiváciu a robilo to problémy v známokovaní. Kazila sa tak celková atmosféra v triede a nenapredovali ani slabší čitatelia. Zavedenie hraníc pomohlo. Lepší čitatelia sa sústredili na udržiavanie prijateľného tempa a pracovali s prozodickými prvkami (viď. Obr. 3). Od 3. a 4. generácie v 2.ročníku vidieť zlepšenie vďaka bodovaniu a upusteniu od „štandardného“ známkovania (1-5). Percentuálne hodnotenie bolo prijaté pozitívne. V poslednom roku (4. generácia) sa percentuálny výkon začal počítať až na konci mesiaca, čím sa

umožnilo preklenúť občasný „zlý deň“ v živote detí. A keď bolo prerátané na klasickú známku, bol to rozumný kompromis. Učiteľky nemali pocit, že bolo deťom neopodstatnene prílepšenie.

4.4 Ťahanie slabších čitateľov simuláciou

Z Obr. 3 je možné sledovať vďaka simulácii napredovanie. Za týmto treba vidieť hlavne pokrok slabších čitateľov. Dobrí čitatelia v 3. ročníku viacmenej vo svojich výkonoch stagnujú. Simulácia im však tiež pomáhala. Ich motiváciou bolo udržať sa za hranicou, kde sa aj udržali. Aby sa však „netlačili“ do prehnaných výkonov, v ich prípade sa za základ simulácie zvolila požadovaná „optimálna“ hranica výkonu 260 slabík/min a nie vyššia.

5 Záver

V predloženom príspevku bol prezentovaný experimentálny prístup k výučbe čítania detí. Podporený bol využitím počítača a prvkov umelej inteligencie. Celkovo možno hodnotiť, že priniesol zaujímavé výsledky, ktoré predčili očakávania. Už len samotné realizovanie experimentu bolo pre deti prínosom. To, že pracovali so zvukom (nahrávali, počúvali), podporovalo zdokonaľovanie fonematického uvedomovania. Mohli počuť samých seba a tak korigovať predstavu o svojom zidealizovanom čítaní. Postupovali individuálne a tak sa vyhli nezmyselnému porovnávaniu výkonov detí.

Deti z poslednej 4. generácie nielenže zlepšovali svoje výkony v oblasti hlasného čítania, ale sa udržali aj na prijateľnej úrovni v porozumení textu. O tom svedčia výsledky v „kontrolných“ otázkach, ktoré sa realizovali k textu.

Pod'akovanie

Chcel by som poďakovať všetkým deťom a učiteľom, ktorí trpezlivo pristupovali k experimentu.

Literatúra

- Jošt, J. (2011). Čtení a dyslexie. Grada Publishing
- Bakker D. (1990). Neuropsychological Treatment of Dyslexia. New York: Oxford University Press
- Štefeková K., Culková R. (2007). *Šlabikár pre prvý ročník základných škôl*. Orbis Pictus Istropolitana
- Štefeková K., Culková R. (2003). Učíme sa čítať. Metodické poznámky k elementárnemu čítaniu. Orbis Pictus Istropolitana

- Máčajová M., Grofčíková S., Zajacová Z. (2017). *Fonologické uvedomovanie ako prekurzor vývinu gramotnosti*. UKF v Nitre.
- Mostow, J., Roth, S. F. (1995). Demonstration of a reading coach that listens. In Hauptmann, A.G., ed.: *Proceedings of the 8th Annual ACM Symposium on User Interface and Software Technology*. UIST '95, New York, NY, USA, ACM (1995) 77–78
- Hasbrouck, J., Tindal, G. A. (2006). Oral Reading Fluency Norms: A Valuable Assessment Tool for Reading Teachers. *Journal of The Reading Teacher*, 59(7), 636–644.
- Hasbrouck, J., Tindal, G. (2017). An update to compiled ORF norms (*Technical Report No. 1702*). Eugene, OR, Behavioral Research and Teaching, University of Oregon.
- Nagy, M. (2005). Multimediálna čítanka (Multimedia Reader). <https://www.mmcitanka.sk>
- Nagy, M. (2017). Measuring and Improving Children's Reading Aloud Attributes by Computers. *Journal of Linguistics*, 68(2), 278-286.
- Nagy, M. (2018). Zvyšovanie tempa hlasného čítania pomocou počítačovej simulácie. *Journal of Technology and Information Education*, 10(2), 24-30.