

Elektronická platforma pro vývoj didaktických pomůcek: Pomůcka pro rozvoj předmatematických představ

Karel Čermák

Abstrakt

Článek představuje část výsledků interdisciplinární doktorské práce z Fakulty elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni na téma Embedded platforma pro vývoj didaktických pomůcek. Tato platforma by měla usnadnit vývoj elektronických pomůcek, které mohou sloužit jak v oblasti reedukace, tak i v pedagogické diagnostice. Na příkladu elektronické pomůcky pro rozvoj předmatematických představ bylo provedeno experimentální šetření přínosu embedded platformy, které z analýzy dat ukazuje na její možné budoucí využití či nasazení do praxe.

Klíčová slova: embedded platforma, elektronické výukové pomůcky, didaktika, reedukace, diagnostika, specifické poruchy učení, předmatematické představy, předškolní věk.

Abstract

This paper shows a part of results of an interdisciplinary doctoral thesis that was written in University of West Bohemia, Faculty of Electrical engineering. The thesis deals with the Embedded platform for didactical aids development that could be used in field of didactical reeducation and pedagogical diagnostics. One of the aids was build and its

contribution to praxis was verified by the experimental research. This shows that the embedded platform could be used in future didactical aids projects.

Keywords: embedded platform, electronic teaching aids, didactics, reeducation, diagnostics, specific learning disabilities, pre-mathematical imagination, preschool-age.

Úvod

Na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni vznikla v rámci doktorského studia interdisciplinární práce spojující aplikovanou elektroniku a pedagogiku. Hlavním tématem bylo vytvoření elektronické platformy pro vývoj didaktických pomůcek. Práce je zaměřena na tvorbu různých elektronických pomůcek a jejich použití jak v reedukaci, tak diagnostice specifických poruch učení (SPU), nicméně je využitelná v edukaci obecně (Čermák, 2016).

Pro práci s dětmi, které jsou postiženy specifickými obtížemi, je možné využít celou řadu terapeutických postupů a metod. Při těchto postupech jsou často využívány nejrůznější pomůcky. Nejčastěji se jedná o různé obrázky, texty, tabulky, deskové hry, dále mechanické a sportovní pomůcky apod. V poslední době je možné seznamy rozšířit o pomůcky na bázi informačních technologií. Informační a multimediální technologie nabízí mnohé možnosti jak v diagnostice, tak v reedukaci, dají se využít i ve speciálně vzdělávacích oblastech pedagogiky a obecně jsou postupně dodávány do škol a jejich využívání se neustále zvyšuje (Gajzlerová, 2014). Pedagogický pohled na edukační proces podporovaný digitálními technologiemi je možné získat také v článku Petera Polakoviče a Marty Vránové (Polakovič & Vránová, 2016).

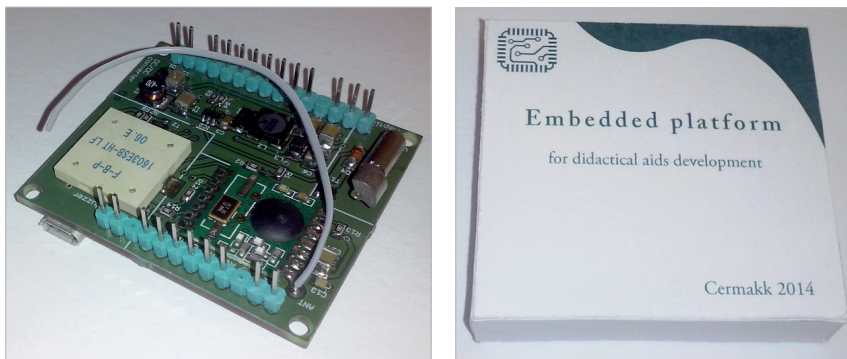
Zmíněné pomůcky slouží k rozvoji příslušných kognitivních a intelektových funkcí zejména v oblasti zrakové a sluchové percepce, k rozvoji pozornosti, hrubé a jemné motoriky, pravolevé orientaci, matematických představ apod. Oblast jednoúčelových elektronických pomůcek je však skromná. Přitom mohou vyplnit mezeru mezi mechanickými pomůckami (které jsou hmatatelné a uchopitelné) a pomůckami z řad informačních technologií (které přináší vysoký výkon v oblasti zpracování dat). Drobná elektronika je do školního prostředí nasazována spíše v oblasti hraček, dále různých programovacích nástrojů nebo nově v oblasti robotiky. Ze starších elektronických pomůcek, které jsou v oblasti SPU využívány, je možné jmenovat například *Bzučák*, používaný k nácviku sluchové percepce, zejména k nácviku různé délky hlásek. Nedostatek elektronických pomůcek vedlo k vytvoření vlastní elektronické platformy, ze které je možné odvozovat nejrůznější elektronické didaktické pomůcky. Práce s takovou pomůckou probíhá v prostoru a tímto způsobem je možné vytvořit mnoho zajímavých úloh. Naproti tomu práce s PC obrazovkou je pouze dvourozměrná. (Čermák, 2016, s. 18–19).

1 Elektronická platforma

V práci (Čermák, 2016) byla navržena a sestrojena tzv. *Embedded platforma pro vývoj didaktických pomůcek*. Jedná se o elektronickou desku plošných spojů, která bude zpravidla zabudována (z angl. embedded) uvnitř vznikající didaktické pomůcky. Deska obsahuje řídicí mikroprocesor a několik obvodů, které jsou často společně mnoha elektronickým pomůckám, jako např. modul pro bezdrátové ovládání, zvukový výstup, vibrační hmatová odezva nebo čidlo zrychlení, které je možné využít pro snímání polohy pomůcky v prostoru. Napájení pomůcky je zajištěno pomocí baterie. Embedded platforma by měla zjednodušit elektronikům vývoj didaktických pomůcek, neboť kromě základního hardware jsou k dispozici kompletní vývojové nástroje a připravené programové knihovny pro obsluhu všech základních modulů. Deska elektronické platformy o rozměrech 50 × 42 mm je dodávána v papírové krabičce (obrázek 1).

Obrázek 1

Pomůcka pro rozvoj předmatematických představ



Na bázi embedded platformy bylo navrženo a sestrojeno několik didaktických pomůcek. Protože pomůcky, které z této platformy vniknou, mohou pokrývat široké spektrum z *Konkretizovaných očekávaných výstupů* uvedených v *Rámcovém vzdělávacím programu pro předškolní vzdělávání (RVP PV)*, *Vzdělávací oblast 5.2.2 Poznávací schopnosti* (Smolíková, 2004), byla po konzultaci se speciálním pedagogem vybrána Pomůcka pro rozvoj předmatematických představ, která byla kompletně sestrojena a dále testována v praxi pomocí experimentálního šetření na vybraném vzorku dětí. Cílem nebylo pomůcku přímo verifikovat, ale ověřit přínos a nastavit směr vývoje samotné embedded platformy a tím umožnit její budoucí nasazení do praxe.

Vytvořená pomůcka má tvar krychle o hraně 12cm. Umožňuje na svých stěnách zobrazit různé obrázky vložením tištěné fólie a obrázky je možné podsvítit různými

barvami. Změna režimů pro stanovené úkoly nácviku se mění pomocí dálkového ovládní. Pro experimentální šetření byly zvoleny tři sady obrázků s geometrickými tvary, každý tvar v menší a větší velikosti. Provedení didaktické pomůcky je možné shlédnout na obrázku 4 vlevo.

2 Metodologie

Následující kapitola popisuje metodologii experimentálního šetření, uvádí cíle výzkumu a analýzu a statistické vyhodnocení dat. Zhodnocení výsledků pomůže určit směr dalšího rozvoje nejen pomůcky pro rozvoj předmatematických představ, ale i dalších pomůcek, které vzniknou z elektronické platformy. Pro ověření bylo provedeno experimentální šetření v podobě pedagogického výzkumu se dvěma divergentními skupinami v jednofaktorovém testu.

2.1 Charakteristika experimentu a výzkumného souboru

Pro experiment byly vytvořeny dvě skupiny dětí. Skupina experimentální, ve které se uskutečnilo experimentální působení a skupina kontrolní, ve které se experimentální působení neuskutečnilo. Obě skupiny byly podrobeny testování a to nejprve pomocí pretestu, který byl zadán před vlastním experimentálním působením a je tedy vstupním testem a pomocí posttestu, který byl zadán až po vlastním experimentálním působení a je tedy výstupním testem. Cílem pretestu je zjištění výsledků v celé, ještě nerozdělené skupině probandů a jejich následné rozdělení na dvě skupiny pomocí určitého faktoru. Cílem posttestu je ověření, zda pod vlivem experimentální intervenující proměnné $P = „\text{Nácvik s pomůckou}“$ došlo ke změnám v závislých proměnných, tedy ke změně úrovně předmatematických představ. Pokud ve skupině, ve které působí nezávisle proměnná P , je rozdíl mezi pretestem a posttestem větší, než ve skupině, ve které nepůsobí P , můžeme konstatovat, že působení nezávisle proměnné bylo účinné. Zkoumání prověříme některým ze statistických testů a na základě výsledných hypotéz vyvodíme závěr.

2.2 Dílčí hypotézy a cíle výzkumného šetření

Hlavním cílem výzkumného šetření je ověření vlivu elektronické didaktické pomůcky s programem na rozvoj předmatematických představ u předškolních dětí. Výsledkem by mělo být ověření pomůcky a embedded platformy, rozhodnutí o budoucím nasazení do praxe a další možné varianty využití.

Dílčí cíle výzkumného šetření:

- Sestavení testu předmatematických představ
- Vytvoření metodiky nácviku s pomůckou
- Analýza získaných dat a vyvození závěru

Teoretická hypotéza: Kladná motivace, nácviky a manipulace s pomůckou přispívají ke korekci SPU u dětí předškolního věku.

Praktická hypotéza nulová (H_0): Děti, které nacvičovaly s pomůckou, nedosahují lepších výsledků v testech než děti, které s pomůckou nenacvičovaly.

Praktická hypotéza alternativní (H_A): Děti, které nacvičovaly s pomůckou, dosahují lepších výsledků v testech než děti, které s pomůckou nenacvičovaly.

2.3 Charakteristika výzkumného souboru

Experiment byl proveden na vzorku dětí vybrané mateřské školy, jejíž třída navíc kombinuje děti různého věku, a proto bylo možné vybrat k testování děti ve věku od 3 roků až 7 let. S informovaným souhlasem vybrané mateřské školy a rodičů bylo připraveno místo pro testování i nácvik s pomůckou. Experimentu se účastnilo 22 dětí, které byly rozděleny do skupin podle výsledků v pretestu. Mezi vzorkem dětí byly děti jak předškolního věku (ve skupině označené písmenem B), tak děti mladší než 5 roků (ve skupině označené jako E).

Pretest a posttest se zaměřením na testování předmatematických představ byl schválen speciálním pedagogem. Jeho obsah prověřuje v deseti úkolech znalosti podle RVP PV, konkrétně vytvoření řady čísel od 1 do 10, pochopení předložek „před“, „za“ a „mezi“, číslovek „první“ a „poslední“ a slovních spojení „ihned před“ a „ihned za“. Jelikož jsou úkoly různě náročné, pro lepší kvantifikaci byly známky doplněny váhovými koeficienty, které náročnost přímo vyjadřují. Po konzultaci se speciálním pedagogem byla provedena rešerše důležitosti a náročnosti jednotlivých úkolů. Za nejdůležitější a také nejnáročnější považujeme úkol č. 1: sestavení číselné řady od 1 do 10, které by mělo předškolní dítě znát. Z toho plyne význam úkolu a náročnost 40%. Další důležitý úkol je pochopení významu slov „první“ a „poslední“ a jejich aplikace na řadě čísel – důležitost 10% každé z otázek č. 2 a č. 3. Význam úkolů s pochopením významu slov „před“, „za“ a „mezi“ byl stanoven ekvivalentně na 5%. Otázky na tato slova byly vytvořeny jednak pro jedinou možnou odpověď, jednak pro možnost vícenásobné odpovědi (např. jaké číslo leží mezi číslem 2 a 4, resp. jaká čísla leží mezi čísly 4 a 8). Jde o otázky č. 4 až 9. Poslední otázce č. 10, která se týká pochopení významu slova „ihned“, byla stanovena náročnost na 10%. Výsledky úkolů se zapisovaly do připraveného formuláře a byly následně přepočítány na známku se stejným významem jako při známkování ve škole, tj. „1“ splnil, až „5“ nesplnil, jejich průměr pak na dvě desetinná místa.

2.4 Pretest

Nejprve proběhl u všech dětí pretest bez příslušnosti k experimentální nebo kontrolní skupině. Test byl proveden u všech předškolních dětí (kategorie B) ze třídy a několika dětí ve věku od 4 do 5 let. Na základě výsledků z pretestu bylo možné odvodit, které otázky dělaly dětem největší potíže a tím i které předložky nebo úkoly jsou pro děti problematické a musí být na ně při nácviu s pomůckou kladen důraz.

Předškolní děti (kategorie B) dokázaly řadu čísel od 1 do 10 téměř bezproblémově sestavit, pouze tři probandi k tomu potřebovali drobnou pomoc. U mladších dětí (kat. E) to byl, až na jednu výjimku, úkol nesplnitelný. U probandů jsme se někdy setkávali s tím, že číselnou řadu tvoří skládáním čísel zprava doleva a to pak vede k problémům v dalších otázkách. Další častou chybou bylo přehození číslic 6 a 9. Obě číslovky však byly opatřeny tečkou za číslem. Některé děti si při stanovování odpovědí počítaly nahlas. Pochopení významu slov „první“ a „poslední“ nedělal větší problémy, dokonce některé děti z kategorie E dokázaly určit první nebo poslední položku řady, aniž by vlastní řadu byly schopny sestavit. Úkoly na předložky „před“ a „za“ dělaly značné problémy. Poslední otázka, která testuje význam slova „ihned“, působilo potíže přibližně polovině probandů díky neznalosti významu této předložky.

Po vyhodnocení pretestu byly děti rozděleny do skupin. Rozdělení do skupin je v pedagogických výzkumech zpravidla provedeno na základě parametru, který se k dané problematice vztahuje. V tomto případě by mělo jít o parametr vztahující se k SPU. Ve věku testovaných probandů však není možné jednoznačně určit, které dítě má či nemá problémy s SPU. Proto byly skupiny rozděleny tak, aby byly ve skupinách zastoupeny děti s přibližně stejnými výsledky a také rovnoměrně dle věku a pohlaví. Rozdílnost, resp. shodnost skupin potvrdí některý z testů statistických hypotéz. V tomto případě byl zvolen Mann-Whitneyův U test na hladině $\alpha = 0,05$ pro posouzení rozdílu dvou nezávislých výběrů, který ověřil, že rozdíl v obou skupinách není statisticky významný.

2.5 Nácviu s pomůckou a posttest

Nácviu s pomůckou se provádí pouze v experimentální skupině a řídí se metodikou, která vznikla spoluprací se speciálním pedagogem. Inspirací v této oblasti byla diplomová práce na téma „Rozvoj předmatematických představ dětí v předškolním věku“ (Kusáková, 2013) a soubor cvičení pro děti v předškolním roce a v první třídě „*Předcházíme poruchám učení*“ (Sindelar, 2007). Z výsledků, které se zapisovaly do připraveného formuláře, vyplývá seznam nácviu, které by mělo dané dítě absolvovat. Postupuje se dle stanovené metodiky nácviu. Nácviu byl proveden náhodně v následujících dnech po pretestu a prováděla jej samostatně s jednotlivci i ve skupině vychovatelka školky.

Při nácviu s pomůckou záměrně nepoužíváme čísla. Tím se vyvarujeme cíleného memorování číselných řad a hodnocení čísel podle velikosti. Chceme, aby dítě pochopilo podstatu předložek „před“, „za“, „mezi“, číslovky „první“ a „poslední“ a tvorbu obecných řad (řada barev, obrázků apod.). Proto pracujeme se základními symboly (kruh, trojúhelník, čtverec), které by děti v předškolním věku měly být, dle RVP PV, schopné bez problémů určit. Další možností je použít místo základních symbolů jednoduché obrázky (auto, dům, kytky apod.). Pro tuto příležitost bylo připraveno přibližně 40 obrázků. Pokud by děti měly s rozpoznáváním symbolů nebo obrázků problém, mohou jim pomoci barvy podsvícení. Cílem bylo procvičit předložkové vazby a slovní spojení podvědomě.

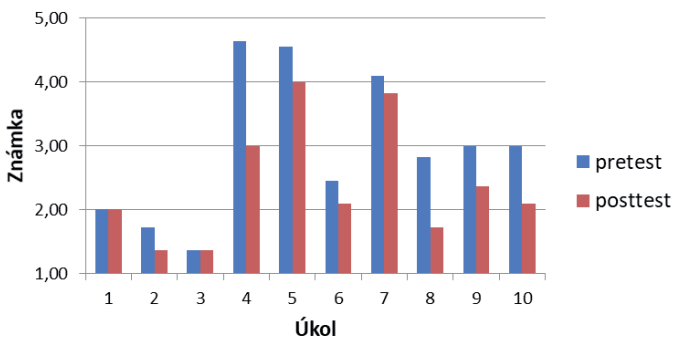
Posttest byl proveden jak u experimentální, tak u kontrolní skupiny. Před probíhajícími posttesty bylo dohodnuto, že se některé otázky upraví tak, aby jejich smysl zůstal zachován, jen se náhodně změnila některá čísla. To přispívá k eliminaci případného memorování některých otázek z již proběhlého pretestu.

2.6 Analýza dat

Srovnáme-li průměrné hodnoty z pretestu a posttestu jednotlivých skupin pro jednotlivé úkoly a graficky je znázorníme, dostaneme grafy 1 a 2. Z grafů je možné usoudit, že u experimentální skupiny došlo k významnému zlepšení výsledků v posttestu. Naopak kontrolní skupina ukazuje na nesoulad odpovědí v pretestu a posttestu, tedy v některých otázkách zlepšení, v jiných zhoršení. Provedeme srovnání výsledků pretestu a posttestu obou skupin pomocí testu statistických hypotéz. Nyní se jedná o závislé soubory jednotlivých skupin, proto byl použit Wilcoxonův test na hladině $\alpha = 0,05$ pro srovnání dvou závislých souborů. Tento test porovnává dvě měření provedená u jednoho výběrového souboru. Testuje hypotézu rovnosti distribučních funkcí na základě ověření symetrického rozložení sledované náhodné veličiny. Výpočet testu vychází z párových hodnot dvou měření na jednom výběrovém souboru, v našem případě pretestu a posttestu. Výsledkem testu bylo zjištění, že pokusný zásah byl účinný – hodnoty pretestu a posttestu se liší ve svém rozdělení.

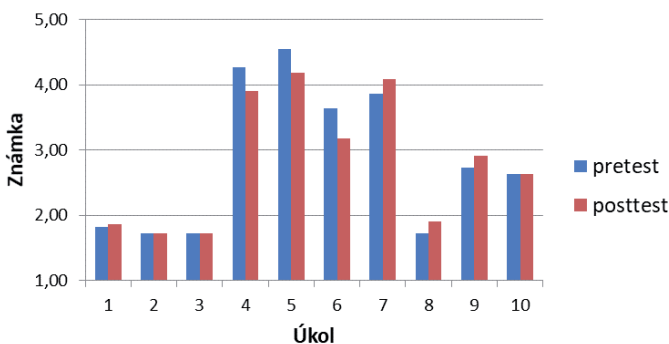
Graf 1

Porovnání výsledků v experimentální skupině



Graf 2

Porovnání výsledků v kontrolní skupině



2.7 Účinek nácviku s pomůckou

Srovnání výsledků experimentální skupiny dále ukazuje vliv nácviku s pomůckou na jednotlivé úkoly. Především v prvním úkolu nepřináší žádné zlepšení, neboť pomůcka nepracuje s čísly, a proto není možné zlepšit znalosti v sestavování číselných řad. U úkolů 2 a 3, kde se testuje význam slov „první“ a „poslední“, došlo k mírnému zlepšení pouze u slova „první“. Oba výsledky se však blížily ke klasifikační známce 1,00 a předpokládá se větší vliv pomůcky u dětí, které by měly výrazně větší problémy s těmito číslovkami. Testovací otázka 4, tedy pochopení slova „před“, kdy je k dispozici pouze jedna možná odpověď, dosáhla marginálního zlepšení. Méně pak otázka 5, která testuje stejnou před-

ložku, ale k dispozici je více možných odpovědí. Protože se od probandů vyžadovaly všechny odpovědi naráz a případná pomocná otázka (např. „Jen šestka?“) následně odpověď penalizovala, nedošlo ke stejnému zlepšení jako u otázky č. 4. Podobného efektu, avšak v menší míře, dosáhly otázky 6 a 7. Otázky 8 a 9 testovaly předložku „mezi“. Zde je opět možné vidět marginální zlepšení u otázky s jednou možnou odpovědí (otázka 8) a v menší míře u otázky s více správnými odpověďmi (otázka 9). Poslední otázka testovala slovní spojení „ihned před“ a „ihned za“. Již v pretestu bylo zjištěno, že děti nerozumí slovu „ihned“. Zde tedy ke zlepšení nepomohl samotný nácvik s pomůckou, nýbrž vysvětlení významu slova „ihned“ při nácviku vychovatelkou.

2.8 Validita a reliabilita předmatematického testu

Posouzení stupně validity je vždy subjektivní, proto je nutné navrhovaný test nechat posoudit dalšími odborníky. Použitý test předmatematických představ obsahuje otázky týkající se oblasti matematiky a přímo testuje některé z konkretizovaných výstupů RVP PV. Test byl posouzen speciálním pedagogem a ten jej označil za obsahově validní. Případnou celkovou validitu by však před verifikací pomůcky a jejím nasazením do praxe mělo shledat více odborníků.

Pro zajištění reliability testu bylo využito metody opakování, kdy test byl proveden se stejnými respondenty po uplynutí určité doby. V tomto případě jde o porovnání výsledků testu u kontrolní skupiny a době mezi opakováním testů 2 týdny. Z analyzovaných dat kontrolní skupiny lze předpokládat, že uvedený test je stabilní. V případném procesu verifikace pomůcky by však bylo vhodné stanovit reliabilitu ještě pomocí dalších metod, například metody štěpení nebo pomocí Cohenova koeficientu kappa.

2.9 Zhodnocení výsledků

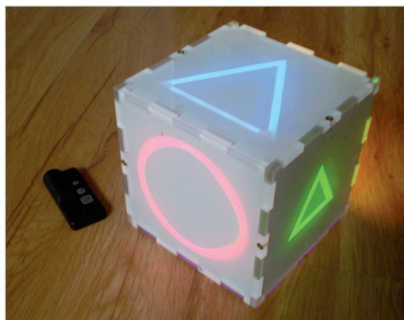
Výzkumného šetření se účastnilo celkem 22 dětí, které byly rozděleny do dvou skupin. Děti v experimentální skupině absolvovaly po pretestu nácvik s elektronickou didaktickou pomůckou, zatímco děti v kontrolní skupině nikoliv. Výsledky testů jsou graficky znázorněny v grafech 1 a 2. Z analyzovaných dat vyplývá, že v experimentální skupině dětí, tedy skupině, která s pomůckou nacvičovala, došlo ke zlepšení v opakovaném testu, zatímco v kontrolní skupině ke zlepšení nedošlo.

H_A : *Děti, které nacvičovaly s pomůckou, dosahují lepších výsledků v testech než děti, které s pomůckou nenacvičovaly.*

Praktická alternativní hypotéza H_A byla přijata.

Cílem experimentálního šetření nebyla verifikace pomůcky, ale spíše ověření kladného účinku pomůcky na předmatematické představy předškolních dětí. Verifikace do praxe

bude znamenat komplexní experimentální šetření s větším vzorkem probandů a zapojením více odborníků.



Závěr

Didaktickými pomůckami, odvozenými z embedded platformy, je možné cílit na procvičování dílčích deficitů funkcí v oblasti zraku, sluchu, orientace v prostoru, schématu těla, seriality i intermodality. S přihlédnutím na etiologii vzniku SPU se tyto pomůcky stávají nástroji korekčními (oblast reedukace). Pro zdravé děti je však možné využít tyto pomůcky jako nástroj k procvičování či zlepšování znalostí a tím předcházet případným problémům ve školní výuce. V tomto případě bychom mohli hovořit i o oblasti prevence. Další možnosti, jak využít předkládanou platformu, je oblast pedagogické diagnostiky.

Elektronická platforma je určena především pro vývojáře elektronických zařízení, kterým poskytuje základní hardware včetně předpřipraveného programového vybavení. V podobě „zabudované“ do hotových pomůcek je určena také pedagogům nebo rodičům, kteří mohou adaptovat vnitřní programy pomocí počítačového softwaru.

Předpokladem úspěšného nasazení embedded platformy do praxe je vytvoření komplexní dokumentace včetně příkladů použití a zpřístupnit platformu veřejnosti. Jelikož jde o výchovu a vzdělání, je nanejvýše vhodné zpřístupnit takovou platformu zdarma (například formou *Open Source Hardware*). Pro oblast reedukace i pedagogické diagnostiky by bylo vhodné vytvořit další pomůcky na základě analýzy požadavků speciálních pedagogů, pracovníků pedagogicko-psychologických poraden a psychologů a po verifikaci je nasadit do praxe. Speciálně pro diagnostiku se nabízí využití počítače k analýze dat získaných z pomůcky, například informace o tom, jak dítě s pomůckou zachází. Bylo by potenciálně možné automatizovat a unifikovat diagnostiku dílčích deficitů funkcí nebo projevů specifických poruch učení. Předkládaná platforma již nyní umožňuje například vyhodnocovat polohu pomůcky v prostoru a přenášet získaná data do PC pomocí rádiového přenosu.

Literatura

- Čermák, K. (2016). *Embedded platforma pro vývoj didaktických pomůcek*. Plzeň: Elektrotechnická fakulta Západočeské univerzity v Plzni.
- Gajzlerová, L. (2014). *Multimediální technologie a jejich využití u žáků se speciálními vzdělávacími potřebami v inkluzivním prostředí školy*. Brno: Masarykova univerzita.
- Polakovič, P. & Vránová, M. (2016). Pedagogický pohled na edukačný proces podporovaný digitálními technologiemi. *e-Pedagogium* 3, 118–126.
- Smolíková, K. *Rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání*. [online] Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2004. Dostupné z: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVP_PV-2004.pdf.

Kontakt:

Ing. Karel Čermák
Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací
Fakulta elektrotechnická ZČU
Univerzitní 26, 306 14 Plzeň
E-mail: cermakk@kae.zcu.cz