

Změní počítače školskou matematiku?

Jiří Vaníček

e-mail: vanicek@pf.jcu.cz

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta

Klíčová slova

počítačem podporovaná výuka matematiky, základní škola, střední škola

Úvod

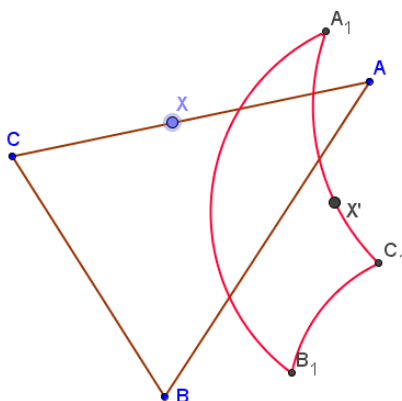
Co vše se musí změnit, aby se počítače ve výuce matematiky staly běžnou užitečnou pomůckou? Jaké problémy je přitom třeba překonat? Nejsou počítače pro výuku matematiky nakonec jen přítěží? Autor přednášky, který se problematice věnuje 20 let, se pokusí na některé z otázek zodpovědět nebo je dát do souvislostí. Ano, počítače nabízejí ohromné možnosti inovovat výuku; je otázkou, jestli v důsledku opravdu zkvalitní vzdělání, jestli jsou o jejich užitečnosti přesvědčeni učitelé matematiky a jsou-li schopni a ochotni takovou výuku realizovat. Na příkladech budou uvedeny možnosti i rizika, která zavádění technologií do výuky matematiky přináší.

Počítače ve školské matematice

Po více než 15 letech využívání technologií při výuce matematiky na českých školách můžeme bilancovat, zda a v jaké míře jejich zavedení přispělo ke zkvalitnění výuky. Ukazuje se, že počítače přináší mnoho možností, jak zprostředkovat poznání a jak organizovat vlastní učení žáka, přináší ale také otázky, co vlastně učít, k čemu matematika slouží a co má absolvent školy vlastně ovládat.

Ve skutečnosti počítače školskou matematiku již změnily. S rozsáhlými možnostmi, jak zasáhnout do kvality výuky změnou jejích metod a cílů, způsobily, že těžiště výuky přestává být v početní oblasti. Školní matematika v dnešním světě neslouží primárně k nácviku praktického počítání, které než jako cíl vnímáme spíše jako prostředek k rozvíjení myšlení (viz Hejného učebnice matematiky, jejichž základem je budování schémat, nikoliv počítání). Podle Hejného je cílem matematiky rozvoj „matematického orgánu“ v mozku dítěte [1]. Matematika jako nácvik praktického počítání v dnešním světě nemá nárok na existenci, stejně jako memorování poznatků v době Wikipedie a všeobecné dostupnosti dat na Internetu.

Pokud bereme školskou matematiku pouze praktické počítání či rýsování, počítač nám pomůže pouze jako zdroj megasad drilovacích cvičení, automatické „ověřovátko“ správnosti výsledků nebo nákrešna, která usnadňuje, zrychluje a zpřesňuje rýsování oproti tužce a papíru. Pokud bereme matematiku jako tréninkové prostředí pro zkvalitnění uvažování, otevírají se obrovské možnosti vytváření modelů a simulací, ověřování hypotéz nebo pro projektovou a badatelskou práci.



Obr. 1 – Dynamický model neshodného zobrazení trojúhelníka v Geogebře (umožňuje žákovi „uvidět“, např. že i neshodné zobrazení dává pro každý bod vzoru určitý bod obrazu)

Dva ilustrační příklady

Ukažme si dva ilustrační příklady, jak technologie mohou při poznávacím procesu pomoci překonat omezení lidské mysli. Jeden je z výuky souměrnosti na základní škole, druhý z tématu limit řad na gymnáziu. Při výuce souměrnosti pomocí rýsování na papír za jednu hodinu stihne žák narýsovat dvě – tři konstrukce. Za tentýž čas v Geogebře narýsuje obrázků daleko více, navíc může s hotovou figurou manipulovat, měnit polohu osy a tvar vzoru,

přítom pozorovat, jak se chová jeho obraz. Získá daleko více zkušeností, které mu umožní pospojovat všechny izolované představy toho, jak se souměrnost chová, v jeden univerzální mentální model a žák má dříve vybudován pojem a dokáže řešit problémové situace (např. při speciálních polohách osy nebo jejich změnách, při pohybu objektů nebo osy, při skládání zobrazení).

Jiný příklad: říká se, že limitou Taylorova rozvoje řad čísel $(-1)^n x^{2n+1} / (2n+1)!$ je $\sin(x)$. Toto tvrzení lze dokázat, je ale velice obtížné vytvořit v žákovi nějakou představu, proč tomu tak je. Postupný výpočet polynomu pro jednotlivá n v tabulkovém procesoru Geogebra a jeho grafické znázornění dokáže názorně ukázat, že jednotlivé grafy se k sinusovce postupně blíží a jakým způsobem.

Jak koncipovat výuku s počítači?

Dnešní škola stojí na rozcestí, jak koncipovat výuku matematiky s počítači. Pokud zavrhneme možnost ignorovat existenci počítačů, pak zbývají dvě možnosti: připravovat člověka - operátora, který ovládá počítač, který pracuje a přemýšlí, nebo člověka - myslitele, který řídí činnost počítače, vytváří hypotézy a modely řešení, které překládá do jazyka, kterému počítač rozumí a ve kterém může vstupní data zpracovat.

Jako konkrétní příklad uvedeme výzkum, který jsme prováděli na 7 školách ve výuce geometrie pomocí počítače před 6 lety, kdy celé jedno geometrické téma bylo vyučováno pouze s počítačem a Geogebrou, bez rýsování na papír. Zkoumali jsme, jak se zhorší výsledky písemných prací, prováděných následně tužkou na papír s pravítkem a kružítkem. U takové výuky lze očekávat, že dojde ke zhoršení výsledků oproti kontrolní skupině, která byla vyučována standardně, bez počítače, s rýsováním na papír. Výsledky testování prokázaly, že pokud chápeme cíle školní výuky geometrie úzce spojené s rýsováním, pak při nahrazení pravítka a kružítka počítačem dojde ke zhoršení studijních výsledků. Pokud však chápeme geometrii spíše jako porozumění tvarům a prostoru než jako rýsování, z tohoto hlediska při nahrazení tradičního rýsování počítačovým ke zhoršení studijních výsledků nedochází [2]. Je vidět, že zhoršení či zlepšení studijních výsledků závisí na tom, co si pod matematickou vzdělaností představujeme. Tyto představy se mohou měnit, někdy i rapidně, a zcela jistě změnu způsobí přítomnost (či jen pouhá možnost přítomnosti) počítačů.

Jedno nejde bez druhého

Někteří učitelé na základě svých zkušeností a zkoumání použití počítače ve výuce matematiky sami vyvozují, že pouhé překlopení tradičních početních nebo rýsovacích úloh do počítačového prostředí nepřináší náležitý edukační efekt. Použití počítačů je komplexní změna a ta jako taková zahrnuje nové paradigma přístupu k výuce. Podle Kuhnovy teorie jsou jednotlivá paradigmata navzájem nesouměřitelná, protože podávají tak rozdílný pohled na svět, že není možné hodnotit jedno na základě druhého [3]. Jinak řečeno, výuka matematiky pomocí počítače se svými možnostmi, které přináší, zcela mění přístup k výuce matematiky a je velice těžké najít souměřitelné hodnocení, které by bylo vyvážené pro původní i nový přístup. Tam, kde ke změně zaměření školní matematiky nedošlo, počítač jako nový prostředek slouží k výuce starých cílů a není využit, v důsledku může být vnímán jako přítěž (učitel má pocit, že bez počítače naučí totéž s menší námahou).

Dalším faktorem, negativně ovlivňujícím zavádění technologií do výuky, je učitelův strach z toho, že ztratí svoji moc, svěřenou mu pro řízení vzdělávacího procesu [4, s. 115]. Učitel se může ocitnout uprostřed procesu, za který nese zodpovědnost, ale který nemůže ovlivňovat, protože vzdělávací obsah připravovali IT specialisté, tvůrci e-learningu atd. Čeští učitelé využívají ICT nikoliv proto, aby zvýšili efektivitu výuky, jako spíše proto, aby žáky motivovali k práci – tzn. přiměli je, aby se podřizovali jejich požadavkům. [5].

Zkušenosti z přípravy učitelů

Zkušenosti z přípravy učitelů z praxe na výuku matematiky pomocí počítače ukazují, že [6, s. 104]:

- je vysoká korelace mezi úspěšností v práci s matematickým edukačním softwarem v rámci kurzu a obecnými dovednostmi v ovládnutí počítače a toto je generační záležitost;
- generační problém naopak není patrný při uznávání vhodnosti počítače pro výuku matematiky učitelem;
- učitelé často po prvním seznámení se s možnostmi počítače rychle chtějí „vědět, jak“, tedy přesně jakým postupem se vyřeší nějaký složitý příklad, neradi se drží schématu „od jednoduššího k složitějšímu“;
- často vyžadují okamžitou reakci lektora na jejich nápad bezprostředního využití předváděného software pro jejich vlastní výuku, kterou právě nyní vyučují; to klade nároky na odbornost lektora i jeho flexibilitu běhu kurzu;
- učitelé reagují výrazně negativně, když software přesně nepoužívá jejich terminologii nebo zvyklosti při výuce (popis objektů s indexy, více bodů v jednom místě nákrasny, desetinné tečky, označení pravého úhlu);

- absolventi vzdělávacích kurzů nejsou ve většině případů schopni vymyslet úlohy, v nichž by více využili manipulaci, experiment, ověřování žákovských hypotéz (nejčastěji připravovali elektronické verze standardních „papírových“ úloh nebo instruktážní materiály „jak to udělat“ sloužící k projekci).

Příprava učitele na budoucí výuku pomocí počítače hraje zásadní roli, protože je po něm požadováno, aby změnil své představy o tom, co vlastně znamená učit matematiku a jak ji naučit, a aby změnil svůj styl výuky. To může být velký problém jak u učitelů s dlouholetou praxí a zafixovaným určitým stylem výuky, tak u posluchačů pedagogických fakult s jejich setrvačným vnímáním vzorové výuky matematiky podle jejich učitelských idolů.

Zde nemá významný vliv prezentace technických dokonalostí výukového software a ukázkových „krásných“ úloh, ale především předvedení didaktických možností ve skutečných matematických tématech a úlohách s dostatečnou hloubkou a s vazbou na matematický obsah. Od cíle přesvědčit učitele o užitečnosti těchto nástrojů pak může odradit jak přílišné nadšení jejich lektora pro technologie jako takové, tak předvedení počítače jako pouhého doplňku výuky, založené na papíru a tužce.

Každý učitel používá nějaký výukový styl, založený na vztahu tří složek procesu učení (žák, učitel, učivo) a ovlivňovaný řadou faktorů. Při nasazení počítače dochází k vychýlení tohoto systému z rovnováhy, což je doprovázeno nejistotou učitele, hledáním cest k jejímu opětovnému nastolení. Lze očekávat tři druhy učitelových reakcí na tuto odchylku, přičemž z těchto reakcí je vnímána jako správná pouze ta poslední, současně je však časově velice náročná [7]:

- ignorování odchylky (např. ignorování možností počítače, používání stejných úloh jako s tužkou a papírem);
- zahrnutí odchylky do stávajícího systému dílčími změnami (např. výklad a procvičování s počítači, ale zkoušení tradičními formami na „nepočítačových“ úlohách);
- komplexní změna, odchylka je překonána a ztrácí svůj rušivý vliv (učitel mění formy výuky, žáci experimentují, ověřují své hypotézy na počítači, navrhuji postupy, aktivně se učí spoluprací).

Závěr

Z uvedeného vyplývá, že pouhé zavedení počítačů do výuky matematiky (zprístupnění žákům při hodinách, dodání edukačních materiálů, vzdělání učitelů) nestačí, pokud učitel současně nepozmění svůj styl výuky tak, aby počítače plně využil. Úvodní otázka z nadpisu, zdali počítače změni výuku matematiky, tedy úzce souvisí s otázkou, zdali se změni metody a cíle výuky matematiky, zda se změni přístup učitelů, zda k němu bude ochota a vůle. Otázku tedy raději nechme nezodpovězenou.

Citace

- [1] HEJNÝ, M. *Vyučování matematice orientované na budování schémat: aritmetika 1. stupně*. Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2015. 230 s. ISBN 978-80-7290-776-2
- [2] VANÍČEK, J., LOMBART, J. Computer as the sole drawing tool and school results in geometry. *North America Geogebra Journal*, Vol. 1, No. 1, 2012, s. 6 - 10. ISSN 2162-3856.
- [3] KUHN, T. S. *Struktura vědeckých revolucí*. Praha: Oikoymenh, 2008. 208 s. ISBN: 80-86005-54-2
- [4] BERTRAND, Y. *Soudobé teorie vzdělávání*. Praha: Portál, 1998. ISBN 80-7178-216-5.
- [5] ŠEĐOVÁ, K., ZOUNEK, J. ICT a moc před tabulí. In *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Vyd. 1. Praha : Portál, 2007. s. 260-286. ISBN 978-80-7367-313-0.
- [6] VANÍČEK, J. Jak učitelé přicházejí k dynamické geometrii. *Univ. S. Boh. Dept. Math. Rep.* č. 16, s. 104-109. ISSN 1214 – 4681
- [7] LABORDE, C. Factors of integration of dynamic geometry software in the teaching of mathematics. [online] *Technology and NCTM Standards 2000*. Arlington, Virginia, 5.- 6. 6. 1998. [cit. 2016-02-23] Dostupné z WWW: <<http://mathforum.org/technology/papers/papers/laborde/laborde.html>>.