

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávací aktivity v matematice

Oborová uživatelská příručka pro učitele



Dagmar Kocichová a kolektiv

Příručka byla vypracována ve spolupráci s Jednotou školských informatiků.

itelligence NTT DATA Business Solutions

JSI
JEDNOTA ŠKOLSKÝCH INFORMATIKŮ s. r. o.

Název: Vzdělávací aktivity v matematice
 Oborová uživatelská příručka pro učitele
Autor: Mgr. Dagmar Kocichová a kolektiv
Vydavatel: itelligence a. s., Brno
Vydání: první, v Brně 2015

Určeno pro projekt: Operační program Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Název projektu: Didaktika pro kyberprostor

Číslo projektu: CZ.1.07/1.3.00/51.0027

Tento projekt je spolufinancován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

ISBN 978-80-260-8168-5

Toto dílo je licencováno pod licencí:

[Uveďte autora – Neužívejte komerčně – Zachovejte licenci]



Obsah

ÚVOD	4
1. MATEMATIKA V SOUČASNOSTI	5
1.1 Postavení matematiky	5
1.2 Požadavky na pedagogy.....	6
2. INTEGRACE MOBILNÍCH DOTYKOVÝCH ZAŘÍZENÍ DO VÝUKY.....	8
2.1 Integrace	8
2.2 Výhody integrace do výuky.....	9
2.3 Nevýhody integrace do výuky.....	10
3. INOVACE VZDĚLÁVÁNÍ	10
4. AKTIVIZUJÍCÍ ZPŮSOBY VÝUKY	11
4.1 Převrácená výuka	11
4.2 Divergentní myšlení	12
4.3 Myšlenkové mapy	13
4.4 Problémová metoda	13
4.5 Práce s chybou	14
5. KOMPETENCE 21. STOLETÍ	14
6. NOVÉ FORMY VZDĚLÁVÁNÍ	15
7. ZDROJE	15
7.1 Dumy.cz	15
7.2 Khanova škola	16
7.3 Online cvičení	17
7.4 Interaktivní matematika	18
7.5 Matematické simulace	18
7.6 Applety	18
7.7 Interaktivní geometrie	19
7.8 Elektronický učitel	19
7.9 Elektronické učebnice	20
7.10 iMath	21
7.11 Procvičování matematiky	21
7.12 MathQuiz	23
7.13 Geogebra	23
8. ZÁVĚREM	24
POUŽITÉ ZDROJE	25

Úvod

Tato příručka je součástí oborových uživatelských příruček pro pedagogy, mezi něž patří:

1. Vzdělávací aktivity v jazyce anglickém.
2. Vzdělávací aktivity v jazyce českém a literatuře.
3. **Vzdělávací aktivity v matematice.**
4. Vzdělávací aktivity v humanitních a přírodovědných předmětech.

V úvodní části se zamyslíme nad postavením matematiky v současném vzdělávání. Budeme analyzovat přístup žáků k předmětu, výsledky mezinárodních šetření v matematické gramotnosti i vizi povinné části státní maturity.

Vysvětlíme si pojem integrace mobilních dotykových zařízení do výuky a upřesníme kompetence pro 21. století. Zdůrazníme výhody začlenění mobilních dotykových zařízení do výuky a zmíníme i jisté nevýhody.

Pro výklad, procvičování či prohlubování učiva, byly vyhledány vhodné aplikace i online zdroje pro práci s tablety.

Inovace vzdělávání ale nespočívá pouze ve využití aplikací, proto se v další části příručky seznámíme s novými formami a aktivizujícími způsoby výuky s využitím mobilních dotykových zařízení. Zaměříme se na převrácenou výuku, divergentní myšlení, myšlenkové mapy, průzkum, práci s chybou a problémovou metodu.

V závěrečné kapitole si připomeneme práci s volně stažitelným programem *Geogebra*, který obsahuje řadu nástrojů usnadňujících vizualizaci a podporujících představivost žáků.

Všechny uvedené kapitoly směřují k tomu, aby pedagogům – učitelům matematiky – příručka pomohla při integraci mobilních dotykových zařízení do výuky a naplňování nejdůležitějšího výukového cíle: abychom naučili žáky se učit. Neboť:

*„Není důležité, co umíme, ale co jsme schopni se naučit.“
Don Tapscott*

1. Matematika v současnosti

1.1 Postavení matematiky

Matematika má mezi vyučovacími předměty na školách, podobně jako český jazyk a literatura, výsadní postavení. Je základem mnoha dalších předmětů. Bez matematiky se neobejde jakékoli testování, ať už mezinárodní, či testování pátých a devátých tříd v ČR. Matematika je součástí přijímacích zkoušek na mnohé střední školy. V současné době se opětovně vážně uvažuje o povinné státní maturitě z matematiky.

Výsledky mezinárodních srovnávání však ukazují, že naši žáci na tom v matematické gramotnosti nejsou nejlépe. Nejrozsáhlejším a nejdůležitějším mezinárodním šetření v oblasti měření výsledků vzdělávání je testování PISA (*Programme for International Student Assessment*). Jedná se o zjišťování úrovně gramotností u žáků v posledním ročníku povinné školní docházky. Testování probíhá každé tři roky. Poslední testování se věnovalo právě matematické gramotnosti.

Znalosti a dovednosti žáků 4. a/nebo 8. ročníků základní školy v matematice a v přírodních vědách zkoumá mezinárodní šetření TIMMS (*Trends in International Mathematics and Science Study*), a to ve čtyřletém cyklu.

V České republice realizuje obě výše uvedená testování Česká školní inspekce. V obou šetřeních se ukazuje, že naši žáci mají problémy nejen s algebrou a geometrií, ale i s prací s daty a statistikou.

Jak je matematika vnímána žáky? Matematika podle nich nepatří k oblíbeným předmětům. Zájem některých žáků o tento předmět je nulový. Mnozí žáci tvrdí, že matematice nerozumí, je těžká a nejsou schopni se ji naučit. Drobnými neúspěchy si k tomuto předmětu postupně vytvářejí negativní postoj. Pedagogové na středních školách každoročně konstatují, že nastoupivší žáci ze základních škol mají v matematice ve znalostech, a hlavně dovednostech, jisté nedostatky. Vysoké školy každoročně poukazují na fakt, že absolventi středních škol mají menší znalosti v matematice, než předchozí ročníky.

Přestože byl vydán materiál *Úlohy pro rozvoj matematické gramotnosti* (viz obrázek 1), který sloužil k utváření kompetencí žáků, k výraznému posunu v matematické gramotnosti u žáků nedošlo.



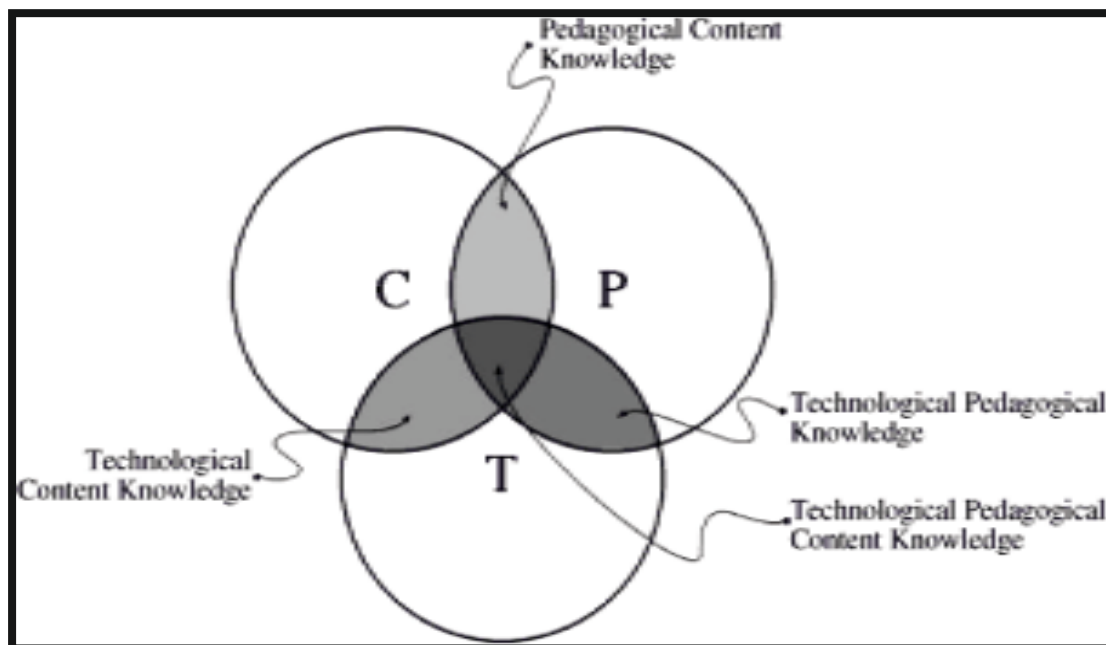
Obr. 1. Sbírká úloh

Možná, že ve školních vzdělávacích programech mají školy včleněny ještě další cíle. Matematické je věnováno méně hodin, než by bylo potřeba a na procvičování pak nezbývá čas. Jisté však je, že dnešní žáci vyrůstají obklopeni technikou, která pronikla i do školství. V současnosti jsou trendem mobilní dotyková zařízení, která umožňují realizovat mnohé postupy jiným netradičním způsobem. Také dělat věci, které bez těchto zařízení provádět ani nelze. Pro výuku matematiky, tak vznikly nové podmínky a ukazuje se, že dosavadní způsoby výuky se jeví jako nevyhovující. Nastal čas, uplatňovat nové přístupy, změnit způsob výuky, zaktivizovat žáky. Nastal čas provést změnu.

1.2 Požadavky na pedagogy

Na nás pedagogy, jsou kladeny vysoké nároky. Především se jedná o odbornou stránku věci, o matematiku jako takovou. Dalším je požadavek na znalosti a dovednosti z oblasti pedagogiky. Jsme nuceni se stále seznamovat s novinkami, přijímat nové poznatky, upravovat školní vzdělávací programy, integrovat nové způsoby výuky. V několika posledních letech přibyl požadavek na zvýšení dovedností ve využití informačních a komunikačních technologií.

Uváděné znalosti a dovednosti (viz obrázek 2) jsou složkami Modelu TPCK (*Technical Pedagogical Content Knowledge*) Lee S. Shulmana ze Standfordské univerzity, který již v 80. letech formuloval požadavek na propojení výuky oborového předmětu s pedagogikou (*Pedagogical Content Knowledge*). Výše uvedený model TPCK, pak vznikl přidáním technologií.



Obr. 2. Model Technical Pedagogical Content Knowledge (převzato z [1] a upraveno)

Informační a komunikační technologie se vyvíjejí velmi rychle. Před několika málo lety se do výuky zaváděly první počítače. Počítač byl umístěn na katedře a sloužil pro práci učitelů.

Postupně se začaly budovat počítačové učebny, nejdříve pro menší skupinu žáků, později pro celé třídy. Vyučovala se zde nejen informatika, ale i jiné předměty včetně matematiky. První nadšenci vytvářeli elektronické výukové materiály a účastnili se školení o využití ICT ve výuce.

První školení *ICT ve výuce matematiky* se konalo v Českých Budějovicích na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity. Frekventanti se seznamovali s programem Cabri, Derive, ale i Imagine Logo. Poznávali nové způsoby výuky s využitím informačních a komunikačních technologií.

Později přišel velký boom interaktivních tabulí. Školy si je pořizovaly do jednotlivých učeben a postupně přidávaly a dokupovaly další a další moderní periferní zařízení. Např. vizualizér, digitální mikroskop, hlasovací zařízení. Výuka se částečně individualizovala, neboť některé aktivizující metody zaváděné do výuky, byly postaveny na samostatné práci žáků.

Dalším novým způsobem výuky byla projektová výuka. Projektová výuka byla zařazována poměrně často. Po několik dnů v roce se na mnoha školách realizoval i projekt celoškolní.

Další etapu začleňování technologií do výuky charakterizovaly notebooky a tablety ve výuce, což automaticky vedlo k další individualizaci výuky a postupně i personalizaci. Frontální výuka byla postupně nahrazována výukou ve skupinách a projektovým vyučováním. Z pohledu didaktiky se také v praxi plně rozvinulo konstruktivistické pojetí výuky, neboť nové technologie umožnily žákům rozvíjet a prohlubovat dovednosti, mezi něž patří měření, zkoumání, objevování, ale i sdílení a komunikace v týmu.

V současné době jsou trendem mobilní dotyková zařízení. V rámci projektu se je učitelé již naučili uživatelsky ovládat, ale také vhodně didakticky a metodicky využívat ve výuce.

Některé školy už začínají pracovat novým způsobem, tedy jeden žák a jedno zařízení. Pokud školy nemají pro žáky doposud zakoupené tablety, volí cestu metodou BYOD (*Bring Your Own Device* = „přines si své zařízení“), kdy žáci do školy přinesou své notebook, tablety či chytré telefony.

Tímto způsobem získává zkušenosti i ZŠ Lupáčova v Praze 3. Ředitel školy Ing. Milan Hausner tento způsob vtipně glosuje slovy: „BYOD – na vašem, ale po našem.“ Ve škole praktikují několik scénářů použití. Buď si žáci z domova mohou přinést opravdu jakékoli zařízení. Nebo si přinesou pouze notebooky, nebo pouze tablety s konkrétním operačním systémem.

2. Integrace mobilních dotykových zařízení do výuky

2.1 Integrace

Integraci technologií v pravém slova smyslu chápeme takové začlenění do procesu vzdělávání, kdy výuka bude probíhat jinak, než frontálním způsobem. Žák nebude při výuce jen pasivně přijímat hotové poznatky, ale bude ve výuce centrálním prvkem a na svém vzdělávání se bude aktivně podílet (vlastní činností). Role učitele se změní na pomocníka a rádce. Výše popsaná integrace vede k inovaci vzdělávání.

Co je k tomu třeba a jak začít? Především potřebujeme **vhodný hardware**, tedy **mobilní dotykové zařízení**, případně **interaktivní tabuli** či **plátno** a **adaptér pro bezdrátový přenos** obrazu a zvuků.

Pedagog musí **uživatelsky zvládnout** práci s mobilním dotykovým zařízením i s okny jednotlivých aplikací, které musí umět stahovat, musí vědět, kam je uložit, musí umět se přihlásit ke svému (často cloudovému) účtu, atd.

Pro výuku matematiky potřebujeme vhodnou **aplikaci** nebo online výukový zdroj. Můžeme využít aplikace z Win Store, ať už free nebo placené, nebo z online zdrojů, o kterých se zmíníme podrobněji v další části. V České republice neexistuje centrální úložiště elektronických výukových materiálů, přestože snaha jej vytvořit tady byla (ze strany MŠMT) již před několika lety.

Při vlastní výuce je nezbytností dostupné, spolehlivé a stabilní **připojení na internet**. Bez kvalitního připojení je práce v cloudu nemyslitelná.

Ve škole musí být vytvořeno **zázemí** ve smyslu **podpory** nejen ze strany **vedení školy**, ale také především **technika**, která vyřeší případné možné technické problémy.

Dále je žádoucí mít takové **nástroje a systémy**, aby pedagog mohl **výuku** nejen **řídít**, ale i **kontrolovat** a **sdílet** žákům **výukové materiály**, aby i žáci mohli své výstupy jednoduše vkládat do společného prostředí nebo společně pracovat na sdíleném dokumentu. V České republice jsou dostupná výuková prostředí inspirovaná sociálními sítěmi, jako např. Google Classroom, Edmondo nebo iTřída.

V neposlední řadě je důležitým faktorem sám **pedagog**, on je ten, kdo výuku řídí, plánuje a metodicky připravuje.

Marc Prensky, americký odborník na vzdělávání, sepsal čtyři stupně úplné integrace informačních a komunikačních technologií do vzdělávacího procesu. První stupeň nazval **nahodilost**. Jedná se o nesystematické začleňování bez propojenosti a vzájemných souvislostí. Pro integraci technologií neexistuje společná vůle.

Druhý stupeň lze popsat souslovím **staré cíle starými metodami**. Když se seznámíme s novou technologií, bývá prvním krokem obvykle její aplikace do stávajícího systému, do stávajících postupů. Například staré učebnice se převádějí do digitalizované podoby, vytvářejí se nové online kurzy, jejichž prioritou je jen lepší dostupnost, ale jinak nepřinášejí nic nového apod.

Třetí stupeň můžeme charakterizovat slovy **staré cíle novými metodami**. Jedná se o nové postupy,

mnohdy experimenty, kdy si učitel, ve snaze naplnit výukové cíle, možná ani neuvědomuje, že tyto cíle jsou zastaralé. Nejedná se o předávání informací, ale žáci se tak novými metodami dostávají do role jakýchsi samostatných výzkumníků.

Nejvyšším stupněm je pojetí **nové cíle novými metodami**. Žáci, které učíme, jsou od malička obklopeni technologiemi. Už při vstupu do první třídy obvykle ovládají práci s tabletem, umí hrát hry, vyhledat si na internetu danou aplikaci apod.

Mnozí pedagogové se naopak musí s novými technologiemi pracně seznamovat, necítí se jistí, a proto jsou vůči zavádění jakýchkoli technických novinek, jsou konzervativní. Výukové cíle je však nutné změnit, neboť vývoj jde rychle kupředu. Výukové cíle, které měla předchodzí generace, jsou už nevyhovující pro generaci dnešní. Je nezbytné novými metodami směřovat k dosahování výukových cílů, které budou přizpůsobeny potřebám dneška a budoucnosti.

2.2 Výhody integrace do výuky

Mobilní dotykové zařízení je jen další didaktický nástroj, přesto má ve srovnání s jinými dotykovými zařízeními několik výhod.

Zcela nové možnosti výuky s mobilním dotykovým zařízením nabízí jeho prioritní vlastnost, kterou je **mobilita**. I v hodinách matematiky lze výuku přenést mimo prostory třídy, nebo dokonce mimo prostory školy. Díky cloudovským aplikacím kancelářského balíku, v němž je zahrnut i Excel, nativním aplikacím a senzorům apod. mohou žáci měřit data, dále je zpracovávat a sdílet. Výsledky svých výpočtů mohou vyfotit a ukládat do společného prostředí. Mohou komunikovat a natáčet videa.

Bude-li mít každý žák své vlastní zařízení, pak můžeme mluvit o plné **individualizaci**. **Individualizací** rozumíme **stejný výukový cíl pro všechny žáky, ač se každý žák k němu dostane svou cestou**. Právě to totiž mobilní dotyková zařízení umožňují. Každému žákovi tak bude možné zadávat individuální úkoly, které bude moci řešit svým vlastním tempem podle svých schopností. Díky mobilitě dotykového zařízení bude moci pracovat a učit se i v čase, který si sám zvolí, a v místě, které mu bude vyhovovat. Úkoly nasdílené učitelem v cloudovském prostředí budou žákovi dostupné odkudkoli.

Jestliže se na stanovení výukových cílů i postupů podílí i sám žák, pak mluvíme o **personalizaci**. John T. Spencer, učitel společenských věd, matematiky a informatiky v Arizoně, popsal čtyři úrovně personalizace vzdělávání. Jedná se o:

- **standardizaci** - učitel se soustřeďuje na průměrné žáky třídy, většinu však taková výuka přestává bavit, začínají se nudit a pozornost klesá,
- **diferenciaci** - každý zpracovává jinak náročný úkol,
- **přizpůsobení** - cílem je, aby žáci mohli ovlivňovat své učení. Žákovi jsou předkládány výukové aktivity na základě výsledku jeho předchozí činnosti,
- **personalizace** - žáci mají pravomoc si sami nastavit vlastní výuku.

Další výhodou integrace mobilních dotykových zařízení je možnost **inkluze handicapovaných žáků**. Máme na mysli nejen hyperaktivní žáky nebo autisty, ale i žáky s mentálním postižením. Pro mnohé z nich je to jediná možnost, jak mohou komunikovat se svým okolím - prostřednictvím těchto zařízení.

Pro žáky je **výuka** s tablety jistě **atraktivnější**, a tudíž i **více motivující**. Nespornou výhodou je **okamžitá zpětná vazba**. Ihned po vyřešení, po ukončení činnosti, vidí žáci výsledek své práce a získají kontrolou správnosti aktuální informaci o tom, nakolik svou úlohu dobře vyřešili. Mnohdy získají i procentuální vyjádření správnosti výsledku. V některých aplikacích je k dispozici i odkaz na celý postup řešení.

2.3 Nevýhody integrace do výuky

Nevýhody lze rozdělit do čtyř oblastí:

- nevýhody technického rázu (nefunkčnost připojení k internetu, problém s účty, s instalací aplikace atd.),
- nevýhody pedagogického rázu (absence odborné literatury, časová náročnost přípravy, efektivnost použití tabletu ve vyučovací hodině),
- nevýhody hygienického rázu (nutné střídání činnosti, zásada nepoužívat tablet celou hodinu),
- nevýhody zdravotního rázu (stanovení jasných pravidel pro používání, problematika tabletu na klíně, namáhání očí apod.).

3. Inovace vzdělávání

Inovaci vzdělávání rozumíme **zavedení nového způsobu vzdělávání**. Mobilní dotyková zařízení mohou k tomuto novému způsobu dopomoci. Integraci tabletů nebo mobilních dotykových notebooků do výuky lze realizovat mnoho činností a aktivit jinak, než doposud. Žádné výzkumy, týkající se vlivu integrace tabletů do výuky na prospěch žáků, nebyly realizovány. Už teď však víme, že technologie obecně nemají na prospěch žáků vliv. Otázkou však je, zda byly ve výzkumu zjišťovány i jiné dovednosti než ty, které jsou v ČR zakotveny v rámcově vzdělávacích programech.

Aplikace, které si stáhneme a nainstalujeme, jsou mnohdy vhodnou pomůckou nejen pro procvičení, hlubší pochopení daného učiva nebo pro vizualizaci a prohloubení představivosti, ale také pro zkoumání a objevování nebo pro tvůrčí aktivity. Na trhu se objevuje stále více aplikací, ať už volně stažitelných nebo placených. Didaktický efekt však není kontrolován, zkoušen ani testován.

Za posledních dvacet let došlo v pedagogice a psychologii k posunu mnohých názorů v oblasti procesu učení. Psychologové dnes uznávají nové směry způsobu učení a zpracování poznatků u jednotlivců, a to na základě nových objevů o funkci mozku. Již v 80. letech minulého století došlo ke změnám i v paradigmatu v pojetí IQ a inteligence obecně.

Howard Gardner vytvořil teorii tzv. vícenásobné inteligence. Podle ní má každý člověk několik dimenzí inteligence, a to v různé míře. V současné době se jich uvádí devět: jazyková, matematicko-logická, hudební, vizuálně-prostorová, pohybová, interpersonální, intrapersonální, přírodopisná a existenciální dimenze inteligence. Každá z nich má své charakteristiky a projevy. Vezmeme-li v úvahu efektivitu vzdělávání, pak se nabízí možnost (prostřednictvím jistých aktivit nebo nástrojů s využitím mobilních dotykových zařízení), dosahovat vzdělávacích cílů pomocí dimenzí inteligence u žáků. Na základě této myšlenky jsou již realizovány jisté pedagogické experimenty (viz Kocichová, 2013).

Všechny tyto nové poznatky o procesu učení by měly být základem pro tvorbu aplikací, které

byměly podporovat učení, ať už formální nebo informální. Pokud si uvědomíme, jak vypadaly aplikace v době zavádění prvních počítačů do výuky, můžeme z dnešního pohledu konstatovat, že to byly převážně zdigitalizované tištěné materiály, například pracovní listy pro doplňování. Později se jednalo o aplikace, postavené na fyzické aktivitě, která znamenala především přesouvání objektů.

Tvorba aplikací je velkým byznysem především pro oblast školství. Je přímo úměrná rychlému tempu rozvoji technologií. Odborníci na vzdělávání nemají možnost se k jakékoli aplikaci vyjádřit dříve, než se objeví na trhu. Je nezbytné, aby si tuto skutečnost uvědomili nejen pedagogové, ale i rodiče.

Práce s aplikací by především měla směřovat k duševní aktivitě. Žák by měl při práci s jakoukoli aplikací především přemýšlet, řešit problémy, strategicky myslet, objevovat, zkoumat atd. Práci s aplikací by měl žák získávat nové informace nebo vzdělávací dovednosti a včetně těch označovaných jako kompetence 21. století. Blíže se s nimi seznámíme v další kapitole.

Inovace vzdělávání však nespočívá jen v použití aplikací, jak již bylo zmíněno. Podstatný je i způsob, jakým je žákovi učivo zprostředkováváno. Chceme-li, aby si **žák** z probírané látky nejen co nejvíce zapamatoval, ale učivu i porozuměl, musí se na procesu vzdělávání **podílet svou aktivitou**.

4. Aktivizující způsoby výuky

V této kapitole uvádíme několik způsobů, jak lze ve výuce zaangažovat do procesu vzdělávání žáky. **Inovace vzdělávání** totiž souvisí nejen se změnou role učitele, ale především změnou role žáka. Žák se má stát centrem výuky, plnit zadané úkoly a aktivně se na vzdělávacím procesu podílet. Zapojením a iniciativní činností ve výuce pak logicky přebírá zodpovědnost za své učení. Učitel má být spíše v roli pomocníka a rádce.

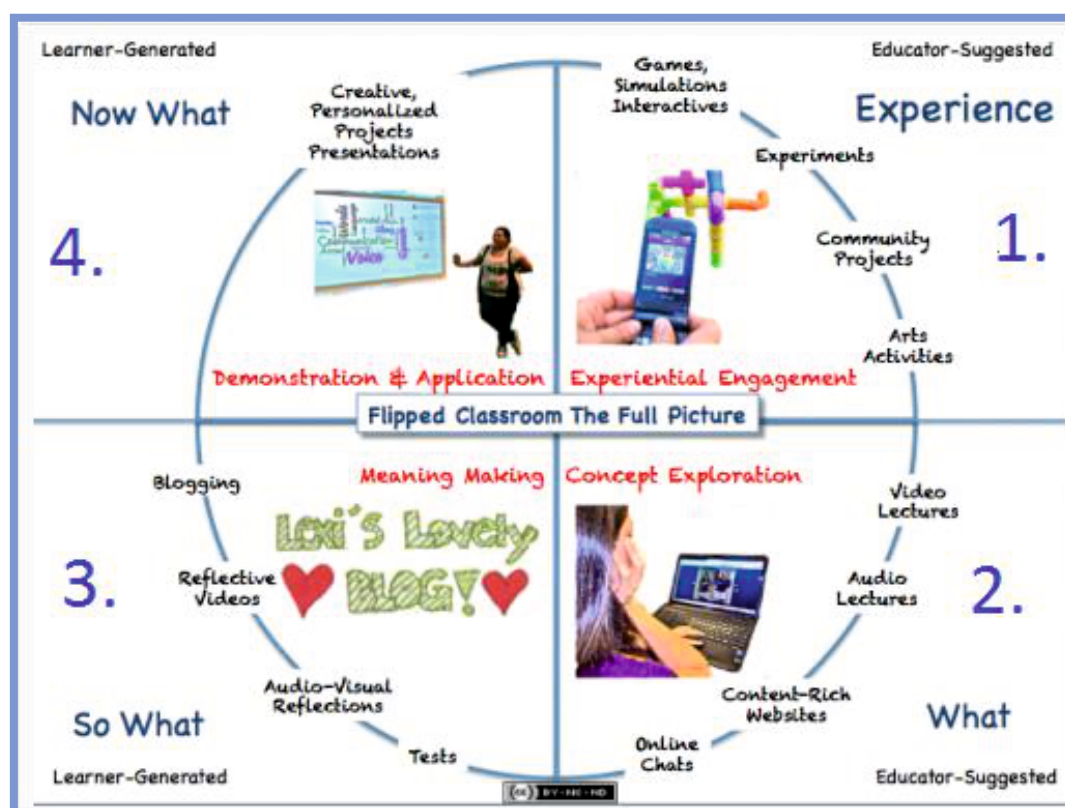
4.1 Převrácená výuka

Není náhodou, že převrácenou výuku uvádíme mezi aktivizujícími metodami jako první. Jedná se o zcela nový způsob výuky, který se začíná používat i v naší republice. Jde o metodu, v níž to, co se běžně realizuje ve vyučovací hodině, dělají žáci doma a naopak, co žáci dříve obvykle dělali za domácí úkol, se nyní provádí v hodině. Ve výuce matematiky klasického typu učitel vysvětluje učivo, aplikuje na konkrétním příkladu, žáci poté řeší samostatně úlohy s aplikací nového poznatku. Za domácí úkol pak obvykle žáci dostanou úlohy obdobného typu na procvičení a hlubší pochopení problematiky.

V převrácené výuce žáci dostanou jako přípravu na hodinu zadán například odkaz na video s postupem řešení soustavy rovnic sčítací metodou. Jejich úkolem je video shlédnout (v případě potřeby jej mohou zastavit nebo se vrátit k nějaké činnosti zpětně, popřípadě si video pustit několikrát) a naučit se postup řešení. Ve vyučovací hodině učitel porozumění řešení otestuje – zadá úlohy k procvičení a prohloubení učiva, příp. těm, kteří učivo pomocí domácí přípravy zvládli dokonale, zadá náročnější úkol. Poté se může individuálně věnovat vysvětlování a doplňování neznalostí těm, kteří to potřebují. Jak již bylo uvedeno, tato metoda nutí žáky být aktivními a přebrat zodpovědnost za své učení.

Autor pěti výukových aktivit Kelly Walsh popisuje v článku [Flipping the Classroom Facilitates Active Learning Methods](#)¹, jejich využití v metodě převrácená třída. Jedná se o **zkušenostní učení**, **badatelsky orientovanou výuku**, **projektově orientovanou výuku**, **problémově založenou výuku** a **konstruktivistické pojetí učení**.

Obrázek 2 se vztahuje k metodě zkušenostního učení. V prvním kroku získává každý žák zkušenosti formou her, interaktivní činností (práce v Geogebře), projektů nebo experimentů. Ve druhém kroku se žáci z internetu, videí nebo jiných zdrojů, dozvídají informace odborného rázu, které se vážou k danému tématu. Třetí krok je shrnutím nových poznatků a dovedností. Žáci píší blogy, tvoří prezentace, natáčejí videa. V posledním kroku žáci sdílejí své materiály a prezentují vše, co vytvořili.



Obr. 3. Zkušenostní učení podle Jackie Gerstein (převzato z [8] a upraveno)

4.2 Divergentní myšlení

Mají-li se žáci naučit řešit problémy a později reálné situace, vyhodnotit aktuální stav, příp. najít nejefektivnější řešení konkrétního úkolu, je vhodnou metodou tzv. **divergentní myšlení**. Žák musí objevovat, hledat a tvořit alternativní cesty vedoucí k řešení.

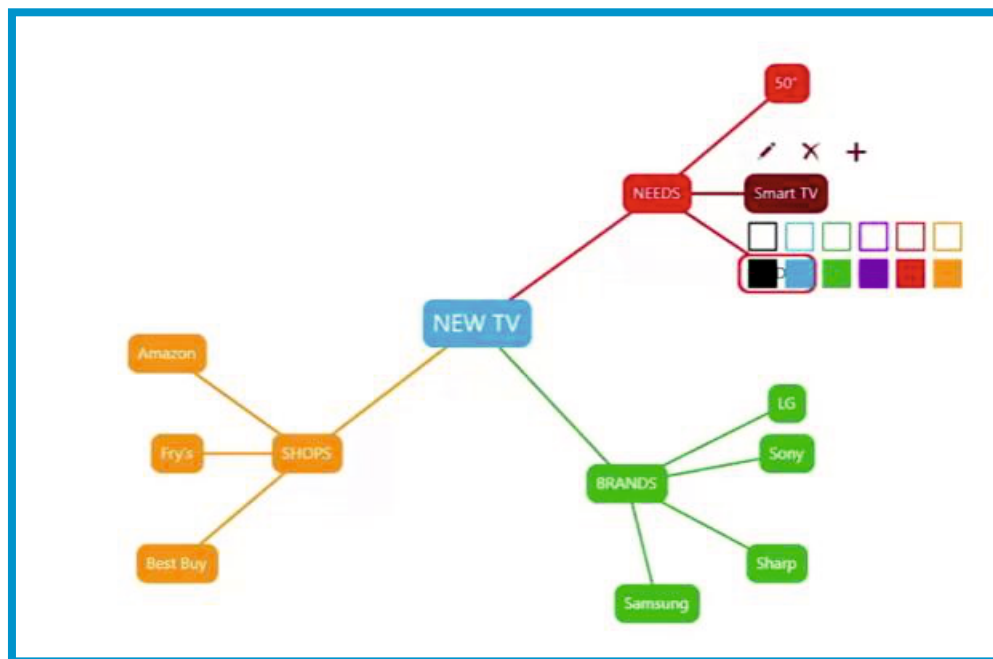
Příkladem může být zadání slovní úlohy a požadavek, aby žáci úlohu řešili různými způsoby a výsledky své práce nasdíleli do společného prostředí. Někteří žáci mohou řešit úlohu úvahou, jiní rovnicí o jedné neznámé, další graficky, ostatní soustavou dvou rovnic.

¹ Viz <http://www.emergingedtech.com/2013/11/flipping-the-classroom-facilitates-these-5-active-learning-methods-and-much-more/>.

4.3 Myšlenkové mapy

Myšlenkové mapy pomáhají utřídit si myšlenky, strukturovat učivo nebo graficky znázornit vztahy mezi objekty. Podstatou tvorby map je možnost větvení jednotlivých částí mapy, což vede k nelineárnímu myšlení. Je prokázáno, že tento způsob myšlení podporuje kreativitu.

Aplikace z Win Store **M8!** (viz obrázek 4) je intuitivní, patří mezi nejjednodušší a je možné ji najít na adrese <http://www.weydo.com/>. Volně stažitelná verze je k dispozici jen pro text, ale pro rychlou práci je to dostačující.



Obr. 4. Myšlenková mapa

Aplikací pro tablety je k dispozici několik, jsou placené nebo volně dostupné. Jejich [přehled](#)² umožní vybrat si tu, která bude nejvíce vyhovovat našim požadavkům.

4.4 Problémová metoda

V této metodě se jedná o řešení úkolu nebo otázky. Podstatou je **správné seřazení faktů**, které jsou známé. Následně **se doplňují** dohledatelné informace nebo ty, které lze dopočítat nebo odvodit. Řešení problému má pak několik fází:

- vytvoření problémové situace,
- analýza problémové situace,
- formulace problému,
- řešení problému,
- ověření správnosti řešení,
- zobecnění.

² <https://docs.google.com/a/jsi.cz/spreadsheet/cc?key=0Ar2ceJs1mrAAdHV4cUNSVIN2dkx2eUtpX3piVnZPVFE#gid=1>

Jak může taková problémová úloha vypadat? Může se například jednat o dokončování nedopsaného textu nebo doplnění části schématu, a to z hlediska logiky či funkčnosti. Nalezení záměrně vytvořené chyby, chybné konstrukce nebo chybně vyřešeného příkladu a provedení opravy, rovněž patří mezi problémové úlohy, stejně jako úkol, vyloučit ze skupiny prvků ty, které nesplňují zadané požadavky. Mezi náročnější úlohy pak patří výběr správného řešení z několika možných variant.

4.5 Práce s chybou

Práce s chybou patří mezi problémové úlohy, neboť před žáky stojí jistá obtíž, překážka v podobě zadání úlohy. Typickým příkladem v matematice je záměrně špatné provedení konstrukce, špatně vyřešená rovnice nebo článek s gramatickými chybami.

5. Kompetence 21. století

Co máme na mysli výukovými cíli, které jsou přizpůsobeny potřebám dneška a budoucna? Dnešní děti, žáci základních škol, jsou generací – řečeno slovy M. Prenského – „digitálních domorodců“. S technologiemi, tedy i mobilními dotykovými zařízeními, jsou sžití od malička, umí je ovládat, nebojí se jich. My učíme dnešní žáky pro budoucnost, ale nikdo z nás nedovede odhadnout, jaké budou existovat technologie, jaké dovednosti budou požadovány, jaké budou potřeba profese. Pregnantně tuto situaci vyjádřil David Warleck, který řekl: „Je to poprvé v historii lidstva, kdy úkolem nás, učitelů, je připravovat žáky na budoucnost, kterou neumíme jasně popsat.“

Bloomovu taxonomii vzdělávacích cílů používáme prakticky dennodenně. Po žácích požadujeme **zapamatovat si** některá fakta, **pochopit** vztahy mezi objekty, pojmy či veličinami a vše správně **aplikovat**. Mezi vyšší výukové cíle, požadující náročnější způsob myšlení, patří schopnost **analyzovat, hodnotit a tvořit**.

Úkolem pedagogů je také rozvíjet a prohlubovat dovednosti, o kterých se předpokládá, že je žáci budou v budoucnu potřebovat. Jedná se o **kompetence pro 21. století**, mezi které patří **spolupráce, schopnost řešit problémy, sdílení, samostatná práce, kreativita, schopnost objevovat**, umět si **pokládat otázky, tvořit hypotézy a dokazovat je, objevovat** atd.

V lednu 2015 vešel v platnost materiál nazvaný *Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020*. V něm se hovoří o dalších gramotnostech, které by měli žáci zvládat. Avšak má-li být pedagog schopen je u žáků rozvíjet a posilovat, musí je sám zvládat. K dalším požadovaným gramotnostem totiž patří digitální gramotnost a informatická gramotnost.

Vzdělávací cíle jsou zakotveny ve školních vzdělávacích programech a na nás je naplňovat je. Můžeme to říci i o kompetencích pro 21. století? Troufám si říci, že ne. Máme-li však docílit naplňování obojího, je nutná změna. Změna nejen způsobů výuky, ale i cílů. Jedná se o čtvrtý stupeň úplné integrace podle M. Prenského. Mobilní dotyková zařízení mohou této změně napomoci.

Tak jako v předchozích letech i nyní půjde změna „zezdola“. Změna se očekává od pedagogů v praxi. Od nás, učitelů. Pedagogové jsou ti, kdo vzdělávání posouvají kupředu, kdo mění jeho způsob. Nelze čekat na novou generaci studentů z fakult, kteří nastoupí do praxe a měli by být připraveni učit s pomocí mobilních dotykových zařízení. Začít se musí ihned.

6. Nové formy vzdělávání

Mezi nové formy výuky lze zařadit především individualizaci, práci ve skupinách, diferenciaci a projekt (projektovou výuku).

Individualizace výuky umožňuje, aby se žáci učili způsobem, který jim vyhovuje. Každý žák je jiný, jinak vnímá informace, jinak je v mozku zpracovává, má různé tempo práce. Individualizace znamená, že všichni žáci sice plní stejný vzdělávací cíl, ale každý jiným tempem, podle svých schopností, a také v čase a místě, které jim vyhovuje.

Jistou modifikací je způsob, kdy každý žák pracuje sám. Ti, kteří jsou dříve hotovi a mají úkol splněn správně, pak pomáhají těm, kteří si s úkolem nevědí rady. Nazvěme tento aktivizující způsob **žáci žákům**. Jedno je jisté – žáci si při vysvětlování učiva svým spolužákům sami hlouběji ujasňují danou problematiku, takže i těmto pokročilejším žákům takový postup pomáhá.

Poměrně novou formou je tzv. **nabalování** (sněhová koule). Jedná se o **skupinovou práci**, ale pracovat se **začíná ve dvojicích**. Po splnění dílčího úkolu se dvojice spojí ve čtveřice, později čtveřice v osmice a nakonec pracuje na jednom úkolu celá třída.

Diferenciaci ve výuce znamená, že různí žáci plní úkoly jiné náročnosti, nebo plní každý jiný úkol.

Projekt většinou řeší nějakou reálnou problematiku. Úlohy v projektu může řešit jedinec, nebo žáci pracují ve skupině. Projekt má několik charakteristik:

- projekt řeší konkrétní problém,
- projekt je časově ohraničen,
- projekt je konečný,
- projekt je průběžně hodnocen,
- projekt končí reálným výstupem (sada fotografií, manuál, nástěnka, video, exkurze atd.).

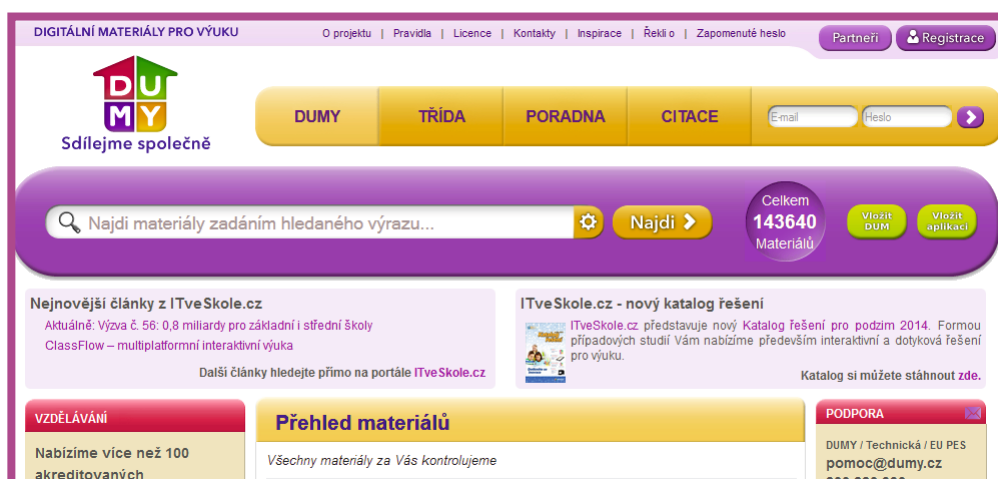
Uvedené formy lze rovněž v rámci vyučovací hodiny nebo většího bloku hodin kombinovat.

7. Zdroje

7.1 Dumy.cz

V České republice není vytvořeno centrální úložiště digitálních učebních materiálů, byť o to byla snaha v době SIPVZ (státní informační politiky ve vzdělávání). Mnoho materiálů vytvořených samotnými učiteli najdeme na stránce www.rvp.cz nebo na www.veskole.cz (zde jsou převážně materiály pro využití na interaktivní tabuli). Hledáme-li však zdroje speciálně pro mobilní dotyková zařízení, nenajdeme společné umístění výukových zdrojů pro všechny typy těchto zařízení.

Místo, kde je již shromážděno přes 143 000 digitálních učebních materiálů, nalezneme na www.dumy.cz. Jsou zde rovněž, obdobně jako u zdrojů výše uvedených, výsledky tvorby učitelů, hodnocené jak odborníky, tak pedagogy. Lze je vyhledávat podle oborových kategorií i podle stupňů vzdělávání.



Obr. 5. Digitální materiály pro výuku

Součástí je rovněž *Planeta aplikací*, obsahující přes 1 000 aplikací pro všechny typy operačních systémů (viz obrázek 6). Na jednotlivé aplikace vede z tohoto zdroje odkaz, součástí je i stručná anotace a hodnocení odborníka.

Aplikace podle systému	
Windows	355
Android	666
Apple	180

Obr. 6. Planeta aplikací

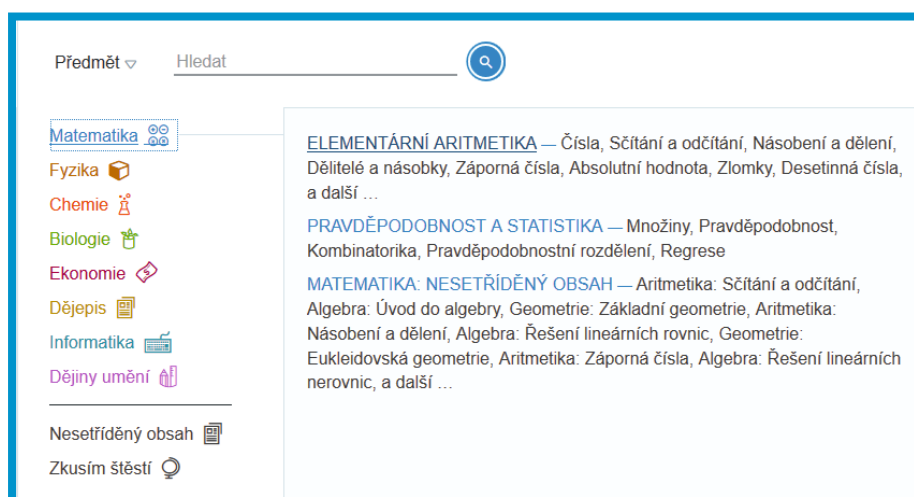
Učitelé, kteří aplikaci používají, vkládají komentáře se svými zkušenostmi ve výuce. **Sdílejí své osobní zkušenosti s ostatními.** Popisují, ve které fázi vyučovací hodiny aplikaci použili, zda jako motivační úvod nebo pro vlastní výklad, samostatnou práci žáků formou problémové výuky nebo pro skupinové vyučování. Tyto komentáře jsou nesmírně cenné a slouží ostatním pedagogům jako inspirační a motivační prvek.

7.2 Khanova škola

Khanova škola vznikla z původní Khan Academy. Jedná se o sadu výukových videí pro různé předměty. Částečně se „lokalizace“ do českého prostředí mj. ujala firma Scio a videa přeložila a opatřila titulky. Khanovu školu najdete na adrese <https://khanovaskola.cz/>.³

Jeden ze způsobů, jak zaktivizovat žáky, je tedy začít například používat Khanovu školu, a to metodou převrácené výuky.

³ S Khan Academy jsme měli možnost se seznámit již v předchozích příručkách. Pro matematiku nalezneme v Khan Academy mnohé postupy i vtipné návody.

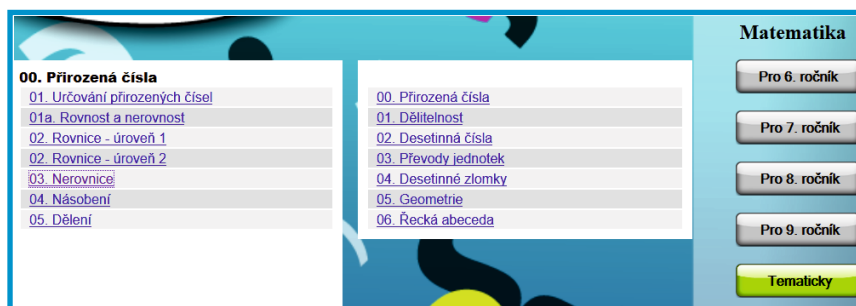


Obr. 7. Obsah Khanovy školy

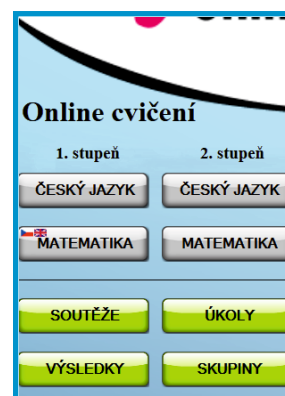
7.3 Online cvičení

Mezi oblíbené zdroje jak mezi učiteli, tak i žáky, patří online cvičení (viz obrázek 8). Učivo je řazeno obsahově podle ročníků, příp. je možné volit podle tematických celků. Žák po vyřešení zvolených příkladů získává okamžitou zpětnou vazbu.⁴

Bonusem navíc je možnost registrace do soutěže. Každý měsíc je soutěž vyhodnocena a výsledky zveřejněny. S průběžným pořadím jsou soutěžící rovněž pravidelně seznamováni (viz obrázek 9). Na konci měsíce jsou uvedeni vítězové jménem i názvem školy.



Obr. 8. Náhled stránek



Obr. 9. Nabídka soutěže



Obr. 10. Žebříček

⁴ Online cvičení najdete na http://www.onlinecviceni.cz/exc/list_sel_topics.php.

7.4 Interaktivní matematika

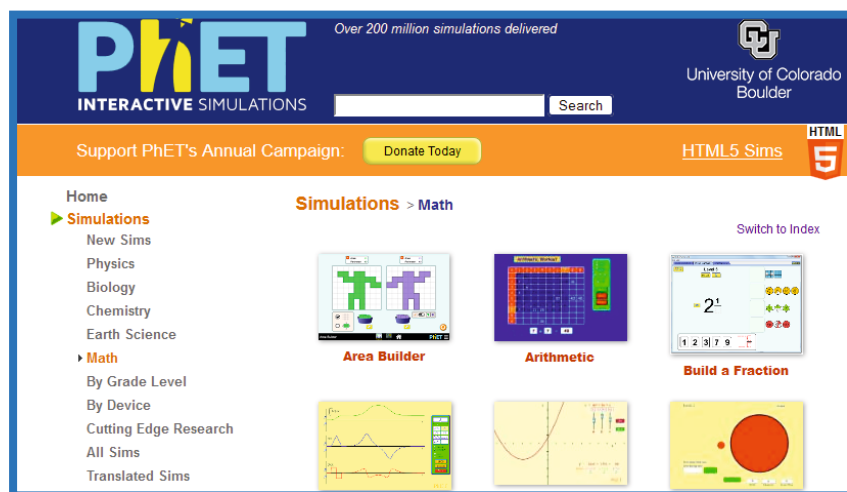
Knihovna matematiky (na stránkách <http://nlvm.usu.edu/en/nav/vlibrary.html>) obsahuje velké množství interaktivních materiálů, sloužících pro výuku i jako zdroj zábavy.



Obr. 11. Knihovna pro matematiku

7.5 Matematické simulace

Hodně využívané jsou rovněž stránky s interaktivními simulacemi, které najdeme (viz obrázek 12) na <https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/math>.



Obr. 12. Přehled

7.6 Applety

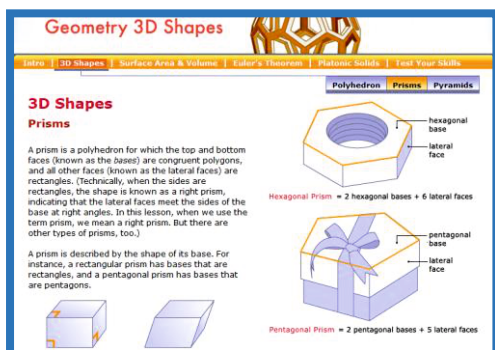
Na stránkách <http://www.walter-fendt.de/m14cz/index.html> se nachází mnoho appletů, které lze využít pro výklad, motivaci žáků i pro jejich samostatnou práci.

Aritmetika
Pisemná matematika (základní aritmetické operace)
Převody jednotek
Primpyhos - hra s rozkladem na prvočinitele
Prvočísla do 1 000 000 000 000
Základní algebra
Kombinační čísla a Pascalův trojúhelník
Planimetrie
Základní shodná zobrazení
Součet vnitřních úhlů trojúhelníku
Thaletova kružnice
Zvláštní přímky a kružnice trojúhelníku
Kružnice trojúhelníku opsaná
Kružnice trojúhelníku vepsaná

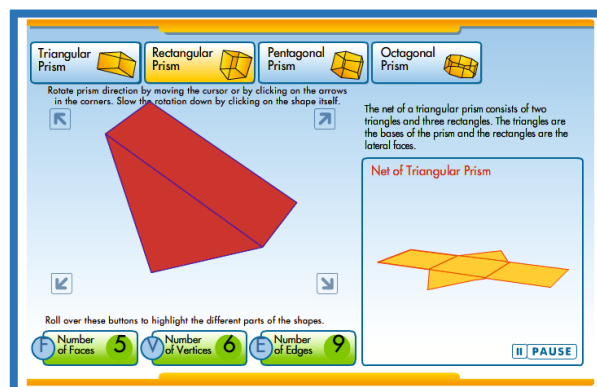
Obr. 13. Ukázka nabídky appletů

7.7 Interaktivní geometrie

Interaktivní geometrie v trojrozměrném prostoru umožňuje vizualizaci a podporuje představivost. Zvolenými tělesy lze otáčet ve všech směrech a současně sledovat plášť tělesa, kterak se otevírá a zavírá. Online geometrie je na http://www.learner.org/interactives/geometry/3d_prisms.html.



Obr. 14. 3D geometrie



Obr. 15. Tělesa

7.8 Elektronický učitel

Na stránkách <http://www.eucitel.cz/> najdeme sadu prezentací s řešenými úlohami, interaktivní applety i interaktivní excelovské soubory učiva *funkce*.

Programy
Matematika
Funkce
Stereometrie
Planimetrie
Analytická geometrie
Finanční matematika
Logika
Čísla
Množiny

Obr. 16. Témata

7.9 Elektronické učebnice

Na stránkách <http://www.realisticky.cz/ucebnice.php?id=3> je umístěna elektronická učebnice, která obsahuje obrázky, řešené úlohy, ale i pracovní listy. Je rozdělena na matematiku pro ZŠ a matematiku pro SŠ. Velkou devizou je metodický výklad, vysvětlování pojmů a zdůrazňování možných chyb či špatného pochopení pojmů. Na obrázku 17 je zobrazena ukázka obsahu učiva pro 6. ročník základní školy, na obrázku 18 přehled tematických celků učiva pro střední školy.

6. ročník			
Matematika ZŠ » 6. ročník »			
aktualizováno: 18. 4. 2015 13:10			
Seznam kapitol / hodin			
1	Opakování z obecné školy		
2	Desetinná čísla		
3	Dělitelnost		
4	Opakování geometrie		
5	Úhel		
6	Osová souměrnost		
7	Trojúhelník		
8	Celá čísla		
9	Středová souměrnost		
010901	Střední tajemství	Lekce	Příklady papírky pro děti.pdf papírky pro žáky.pdf
010902	Střed souměrnosti	Lekce	Příklady papírky pro žáky.pdf
010903	Zobrazování ve středové souměrnosti I	Lekce	Příklady
010904	Zobrazování ve středové souměrnosti II	Lekce	Příklady
010905	Středově souměrné útvary	Lekce	Příklady papírky pro žáky.pdf

Obr. 17. Obsah učiva pro 6. ročník

Úvod	
1	Základní poznatky
2	Funkce a rovnice
3	Planimetrie
4	Goniometrie
5	Stereometrie
6	Komplexní čísla
7	Analytická geometrie
8	Posloupnosti
9	Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika
10	Diferenciální a integrální počet
11	Závěrečné opakování
Červené rámečky	
Modré rámečky	

Obr. 18. Přehled témat pro SŠ

7.10 iMath

Uvedená aplikace z Win Store nabízí mnoho příkladů k výpočtům z aritmetiky. Je rozdělena do tří oblastí. První, *Basic Practices*, pokrývá oblast učiva pro nejmenší počtáře, druhá, *Fast Calculation Practices*, je vhodná pro starší žáky základní školy. Třetí oblast, jak vyplývá z názvu *Maths Games*, obsahuje několik her, kterými mohou žáci zábavnou formou rozvíjet své matematické dovednosti.

Aplikace je uzpůsobena práci žáků a jejich dosaženým výsledkům a umožňuje jim postupovat k náročnějším úlohám prostřednictvím odměn v podobě bodů a medailí. Tento motivační prvek podporuje ctíždost a soutěživost žáků.



Obr. 19. iMath

7.11 Procvičování matematiky

Velmi vhodný je pro procvičování počtů online zdroj na stránkách <http://matematika.diktaty.cz/>. Jak ukazuje obrázek 20, lze zvolit příklady na sčítání, odčítání, násobení nebo dělení beze zbytku.



Obr. 20. Ukázka možnosti volby

Další možností je vytvořit si vlastní test, který bude kombinací příkladů na uvedené operace. U volby sčítání lze volit buď sčítání pod sebe, nebo pro žáky náročnější variantu sčítání vedle sebe,

viz obrázky 21 a 22.

Každé okno s příklady obsahuje instrukce, které poskytuje žákovi pro zdárný průběh řešení. Výsledky jsou okamžitě vyhodnoceny a žák se dozví svoji procentuální úspěšnost. Současně jsou zeleně značeny správně vyřešené příklady a červeně špatně vyřešené.

Sčítání
| Zobrazení: Pod sebe | návod |

97 + 92 =

69 + 6 =

60 + 66 =

Obr. 21. Součet pod sebe

Sčítání
| Zobrazení: Vedle sebe | návod |

97 + 92

60 + 66

1 + 75

Obr. 22. Součet vedle sebe

Sčítání
| Zobrazení: Pod sebe | návod |

✗ 51 + 4 = 59 85 + 19 = 99 + 50 = 14 + 72 =

✓ 6 + 65 = 71 82 + 46 = 67 + 31 = 26 + 22 =

77 + 48 = 60 + 55 =

Správně: 1 Špatně: 1 Úspěšnost: 10 %

Nové příklady Zavřít okno

Návod - instrukce pro práci:

- pokud pole po vyplnění opustíte, není již možná oprava jednotlivé odpovědi
- odpovědi jsou okamžitě vyhodnoceny a správné odpovědi jsou zobrazeny zelenou barvou, špatné odpovědi červeně
- za každou správnou odpověď se přičítá jeden bod, výsledek je vyjádřen jako % správných odpovědí z celkového počtu úloh
- mezi poli se přesunujete vpřed pomocí klávesy TAB (zpět - SHIFT+TAB) nebo myši

[2012. Pavel Husa]

Obr. 23. Instrukce

Velkou výhodou je možnost vytvoření vlastního testu s určením počtu příkladů i číselného rozsahu, jak je vidět na obr. 24.

Vlastní test
Vytvořte si vlastní test.

Typ příkladů:

Sčítání: ☒ Odčítání: ☒ Násobení: ☒ Dělení: ☒

Počet příkladů:

14

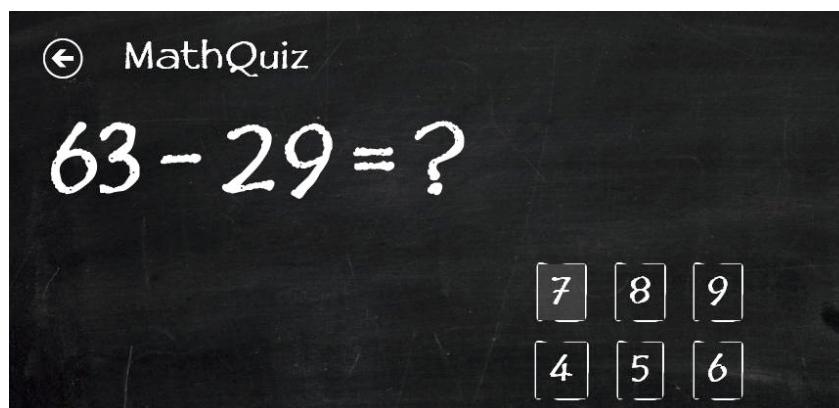
Číselný rozsah:

od 0 do 31

Obr. 24. Tvorba vlastního testu

7.12 MathQuiz

WinStore nabízí aplikaci MathQuiz, která slouží k procvičení příkladů na sčítání, odčítání, násobení a celočíselné dělení. Příklady se generují automaticky (viz obrázek 25) a se svými výsledky se každý může okamžitě seznámit v nabídce Stats. Na obrázku 26 je patrné, že matematický kvíz má tři úrovně náročnosti.



Obr. 25. Generování příkladů

The image shows the Stats application interface. At the top left, there is a back arrow icon and the text 'Stats'. Below this is a table with statistics for three difficulty levels: Easy, Medium, and Hard. The table has four rows: Total, Correct, Percent, and Time (s). At the bottom right of the table, there is a 'Clear' button.

	Easy	Medium	Hard
Total	6	0	0
Correct	5	0	0
Percent	83.33	-	-
Time (s)	2.67	0	0

Obr. 26. Ukázka výsledku počítání

7.13 Geogebra

Pokud ještě nepoužíváte v matematice žádný dynamický software, pak tato kapitola je určena právě vám. **Geogebra** je volně stažitelná aplikace pro interaktivní výuku matematiky a je v češtině. Autorem Geogebra je Markus Hohenwarter, který na tomto software začal pracovat již v roce 2001. Dnes na jeho zdokonalování pracují open-source vývojáři a překladatelé po celém světě. V současné době existuje verze i pro tablety a snad se brzy dočkáme i verze pro telefony.

Na domovské stránce <http://www.geogebra.org> jsou připraveny hotové materiály a na kanálu Youtube Geogebra (<https://www.youtube.com/user/GeoGebraChannel>) můžeme shlédnout výuková videa. Pokud si vytvoříme vlastní materiály, pak je možno je sdílet formou appletů ve formátu html. Převedení se provede v několika krocích, není to tedy nic náročného. Chceme-li mít všechny vlastní materiály pohromadě a sdílet je, pak máme k dispozici **Geogebra Book**. Předávání svých zkušeností, názorů a námětů můžeme realizovat v komunitě učitelů z celého světa. Pokud by komunikaci bránila jazyková bariéra, své fórum mají i čeští učitelé.

8. Závěrem

Na závěr bych shrnula všechny informace uvedené v této příručce, a to z pohledu pedagoga, který chce mobilní dotyková zařízení efektivně využívat ve výuce matematiky. Jak už bylo mnohokrát zmíněno, inovace vzdělávání nespočívá v pouhém použití aplikací nebo online výukových materiálů. Je nutno mít také na mysli, že inovací rovněž není výkladová hodina, byť s využitím mobilních dotykových zařízení.

Doporučujeme se řídit pravidly, pojmenovanými **pravidlo tří „pé“**:

1. Používat ve výuce aktivizující způsoby a nové formy.
2. Posilovat ve výuce kompetence 21. století.
3. Preferovat sdílení materiálů, ať se jedná o žáky nebo kolegy.

Při zavádění mobilních dotykových zařízení do výuky nezapomínejme, že:

- smysl úkolu zadaného žákům je důležitější než technologie,
- tvorba je důležitější než pasivní přijímání poznatků.

Dagmar Kocichová,
dasakocichova@centrum.cz

Použité zdroje

- [1] BRDIČKA B. Cyklus přednášek Technologie ve 21. století. [online]. 11. 05. 2014, [cit. 2015-05-11]. Dostupný z: <http://spomocnik.rvp.cz/clanek/10039/CYKLUS-PREDNASEK-TECHNOLOGIE-VE-SKOLE-21-STOLETI.html>.
- [2] BRDIČKA B. Kdy dojde k technologické personalizaci výuky. *Metodický portál: Články* [online]. 11. 05. 2015, [cit. 2015-05-11]. Dostupný z: <http://spomocnik.rvp.cz/clanek/19257/>.
- [3] BRDIČKA B. Osobní vzdělávací prostředí učitele. *Metodický portál: Články* [online]. 24. 01. 2011, 2011, [cit. 2014-11-23]. Dostupný z: <http://spomocnik.rvp.cz/clanek/10655/OSOBNI-VZDELAVACI-PROSTREDI-UCITELE.html>. ISSN 1802-4785.
- [4] BRDIČKA B. Technologická transformace vzdělávání podle Prenského. *Metodický portál: Články* [online]. 27. 02. 2012, [cit. 2014-11-23]. Dostupný z: <http://spomocnik.rvp.cz/clanek/15277/TECHNOLOGICKA-TRANSFORMACE-VZDELAVANI-PODLE-PRENSKEHO.html>. ISSN 1802-4785.
- [5] ČERNÝ M., CHYTKOVÁ D. Heuristická analýza aplikací na tvorbu myšlenkových map v tabletu [online]. 14. 05. 2015, [cit. 201-05-14]. Dostupné z: <http://www.phil.muni.cz/journals/index.php/proinflow/article/view/781>.
- [6] KOCICHOVÁ D., MECHLOVÁ E. *Condicions of Learning Individualization in Technology Supported Enviroments*. In Information and Communication Technology in Education, University of Ostrava, 2011, s. 173–182. ISBN 978-80-7368-979-7.
- [7] KOCICHOVÁ D. *Technologie a Gardnerova teorie vícenásobné inteligence v procesu konstruktivistického matematického poznání*. In Sborník příspěvků 6. konference Užití počítačů ve výuce matematiky. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2013, s. 189-197. ISBN 978-80-7394-448-3.
- [8] ŠTUMPF OVÁ Libuše. Čtyři fáze personalizace výuky. *Metodický portál: Články* [online]. 12. 03. 2012, [cit. 2014-11-23]. Dostupný z: <http://spomocnik.rvp.cz/clanek/15377/CTYRI-FAZE-PERSONALIZACE-VYUKY.html>. ISSN 1802-4785.
- [9] TŮMA Jiří. Jak na metodu převrácené třídy. *Metodický portál: Články* [online]. 12. 02. 2015, [cit. 2015-02-13]. Dostupný z: <http://spomocnik.rvp.cz/clanek/19531/JAK-NA-METODU-PREVRACENE-TRIDY.html>. ISSN 1802-4785.