

# ISVK FPE 2018

Sborník příspěvků 8. Interdisciplinární  
studentské vědecké konference  
doktorandů FPE

20. června 2018 Plzeň, Česká Republika

## **Sborník příspěvků 8. Interdisciplinární studentské vědecké konference doktorandů FPE**

### **Výbor konference**

doc. Ing. Václav Vrbík, CSc., Mgr. Lenka Benediktová, Mgr. Jan Bařko

### **Zářtita**

RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.

### **Partneři konference**

Západočeská univerzita v Plzni  
Katedra výpočetní a didaktické techniky  
Celoživotní a distanční vzdělávání ZČU

### **Editoři**

Mgr. Lenka Benediktová

Mgr. Jan Bařko

Vydala Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 2018.

ISBN 978-80-261-0828-3

## OBSAH

<b>LEARNING ANALYTICS NA ZČU - PRVNÍ PŘÍSTUP</b>	<b>3</b>
<i>Petr Grolmus, Lucie Rohlíková</i>	
<b>VYUŽITÍ POČÍTAČOVÉ SIMULACE V ŘEŠENÍ VYBRANÝCH APOLLONIOVÝCH A PAPPOVÝCH ÚLOH</b>	<b>10</b>
<i>Jan Frank</i>	
<b>VÝUKA INFORMATIKY A PODPORA INFORMATICKÉHO MYŠLENÍ POMOCÍ LEGOROBOTŮ NA GYMNÁZIÍCH</b>	<b>24</b>
<i>Filip Frank</i>	
<b>DESKOVÁ HRA JAKO ZÁKLAD PRO PROJEKTOVÝ DEN NA PODPORU TECHNICKÝCH A SOCIÁLNÍCH DOVEDNOSTÍ</b>	<b>35</b>
<i>Zdeněk Lomička</i>	
<b>EFEKTIVNÍ NÁSTROJE PRO FORMÁT VÝUKY PŘEVŘÁCENÁ TŘÍDA V HODINÁCH ANGLIČTINY</b>	<b>49</b>
<i>Tereza Havránková</i>	

# LEARNING ANALYTICS NA ZČU - PRVNÍ PŘÍSTUP

## LEARNING ANALYTICS AT UWB – FIRST APPROACH

Petr Grolmus, Lucie Rohlíková

### Abstrakt

Tento článek představuje první pohled a interpretaci analýzy učení z dat e-learningového systému (Learning Management System – LMS) provozovaného na Západočeské univerzitě v Plzni (ZČU). Předpokládáme, že existují tři typy granularity dat LMS. Prvním typem je nejvyšší úroveň popisující přístupy a využití LMS jakožto celku. Druhým typem jsou data na úrovni kurzu popisující chování a aktivity všech uživatelů daného kurzu. Posledním typem je uživatelská úroveň dat, která interpretuje aktivity jednotlivých uživatelů kurzu.

Příspěvek diskutuje první dva typy granularity založených na reálných datech univerzitního e-learningového systému Moodle. Inspirovali jsme se mnoha předchozími studii zaměřenými na učební systémy typu LMS, které se často zaměřují na zejména na predikci akademického úspěchu nebo identifikaci studentů ohrožených studijní neúspěšností (např. Smith a kol. 2012; Jayaprakash a kol. 2014; Baker a kol. 2015).

Tato zjištění tvoří základ pro další výzkum, který se zaměřuje na identifikaci chování uživatelů na kurzu a na vyhledání studentů ohrožených studijní neúspěšností.

**Klíčová slova:** *Learning Innovation, Computers in Human Behavior, Higher Education, Educational Data Mining, Learning Analytics, Student Interaction Analysis, Learning Management System, Prediction Study Success*

### Abstract

The focus of this paper is the first look and interpretation of learning analytics data from learning management system (LMS) at the University of West Bohemia in Pilsen (UWB). We claim that there are three types of granularity of LMS data. The first type is top-level which describes approaches and usage of LMS as a whole. The second one is course-level which deals with the behavior and activities of all users as a whole at a specific course. And the last user-type that interprets the activities of users in the course and looking for common patterns of behavior.

This paper presents the first two types of granularity based on real data from the university LMS. We are inspired by many previous studies focusing on learning systems of the LMS, that often pay attention especially to academic success prediction or at-risk student identification (e.g. Smith et al. 2012; Jayaprakash et al. 2014; Baker et al. 2015).

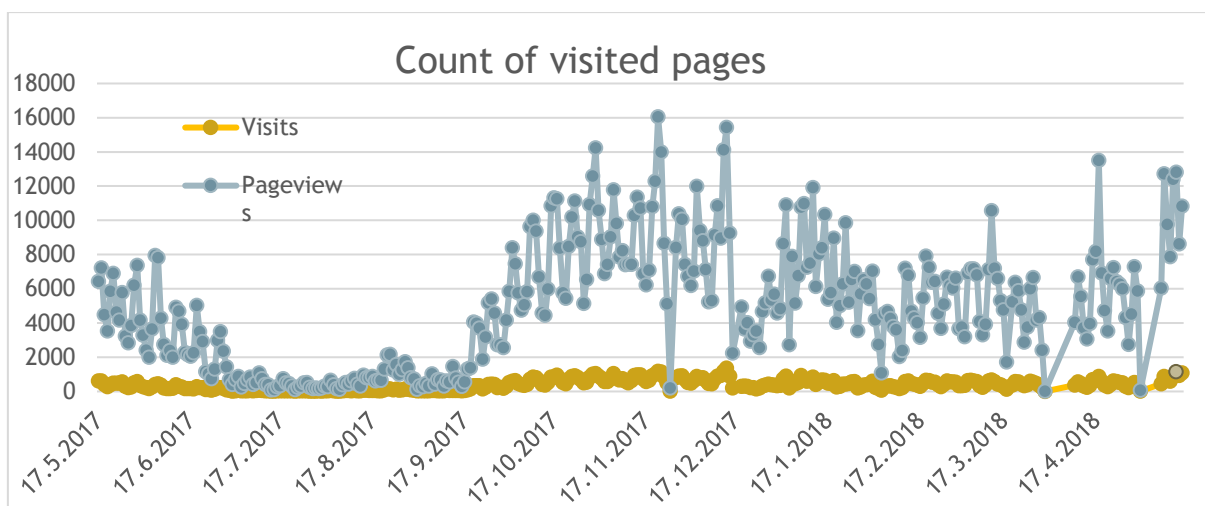
These findings form the basis for further research on identifying user behavior on the course and identifying students at risk of learning failure.

**Key words:** Learning Innovation, Computers in Human Behavior, Higher Education, Educational Data Mining, Learning Analytics, Student Interaction Analysis, Learning Management System, Prediction Study Success

## 1 Learning Analytics na ZČU

Na Západočeské univerzitě (ZČU) v Plzni máme za poslední dvě dekády bohaté zkušenosti s provozem různých Learning Management Systems (LMS). Lze říci, že v interním souboji e-learningových systémů zvítězil Moodle, který byl původně “nadšenecky” provozován již od roku 2006 (rok založení prvního kurzu). Roku 2010 se Moodle stal oficiální součástí univerzitního výpočetního prostředí a byl plně provázán jak s mechanismem jednotného přihlašování uživatelů Single Sign-On, tak i se studijní agendou STAG, obsahující veškeré studijní výsledky našich studentů.

Aktuálně (květen 2018) máme za celou dobu provozu v Moodle uloženo cca 1900 kurzů. Z důvodu zachování persistence neprobíhá v tomto LMS promazávání starých kurzů a výsledky nebo odevzdané úkoly studentů jsou tak kdykoliv zpětně k dohledání. Že se Moodle na ZČU stal nedílnou součástí výuky, zcela jednoznačně dokládá i graf návštěvnosti za poslední rok na přiloženém obrázku 1.



Obrázek 1 – Celkový počet návštěv za rok (květen 2017 – květen 2018)

Z obrázku 1 jsou zřetelně patrné také útlumy aktivity uživatelů v období hlavních prázdnin a ve zkuškovém období, resp. těsně před začátkem dalšího semestru. Lokální, pravidelně opakující se poklesy návštěvnosti odpovídají víkendům. Důkazem o neustále se zvyšující oblibě LMS na ZČU, jako podpoře běžné výuky, je i viditelný skokový nárůst návštěvnosti mezi dvěma semestry, končícím letním semestrem akademického roku 2016/2017 (v grafu květen–červen 2017) a zimním semestrem akademického roku 2017/2018 (od září do prosince).

Vysoká míra návštěvnosti e-learningových kurzů generuje velké množství dat - logů, jak v LMS samotném, tak i ve službě webového serveru, který zajišťuje komunikaci s koncovými uživateli.

Dlouhou dobu tyto informace o chování uživatelů během procesu učení a konání testů zůstávaly nevyužité a v podstatě jen zabíraly cenné zdroje serveru. To se změnilo až v posledních letech s rozvojem výzkumných oblastí Educational Data Mining

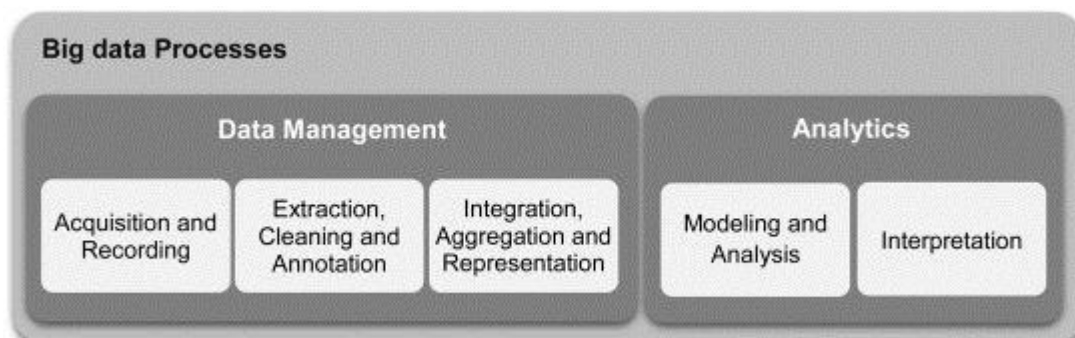
(EDM) a o něco později i Learning Analytics (LA). Oblast EDM byla na vzestupu v letech 2008-2009 (Romero a Ventura 2013), přestože její počátky lze datovat již do roku 2005 (Romero a Ventura 2007). Mladší oblast LA lze datovat do let 2010-2011 (Ferguson 2012; Juhaňák a Zounek 2016).

Obě výzkumné oblasti EDM a LA se v mnoha ohledech liší, co však mají společné je, že se snaží vyzískat maximum informací a souvislostí z dat generovaných a uložených v rámci samotného LMS. Za tímto účelem používají různé analytické a data mining metody a postupy, které umožňují získat důležité informace a poznatky o tom, jak se studenti v těchto systémech chovají, učí, plní úkoly a skládají testy (Juhaňák et al. 2017).

(Siemens et al. 2011) definuje oblast LA jako:

*“Learning analytics is the measurement, collection, analysis and reporting of data about learners and their contexts, for purposes of understanding and optimizing learning and the environments in which it occurs. Learning analytics are largely concerned with improving learner success.”*

Stejný zdroj uvádí, že LA je speciální reprezentací aplikace “big data” a analýzy v oblasti vzdělávání. Činnosti spojované s Big data bývají obecně děleny na dvě základní části: data management a samotnou analýzu (Gandomi a Haider 2015). Data management je dále členěn na získávání a zaznamenávání dat, extrakci a čištění dat a jejich následnou integraci, agregaci a reprezentaci. S takto získanými daty se pak provádí modelování, analýza a následná interpretace výsledků – viz obrázek 2.



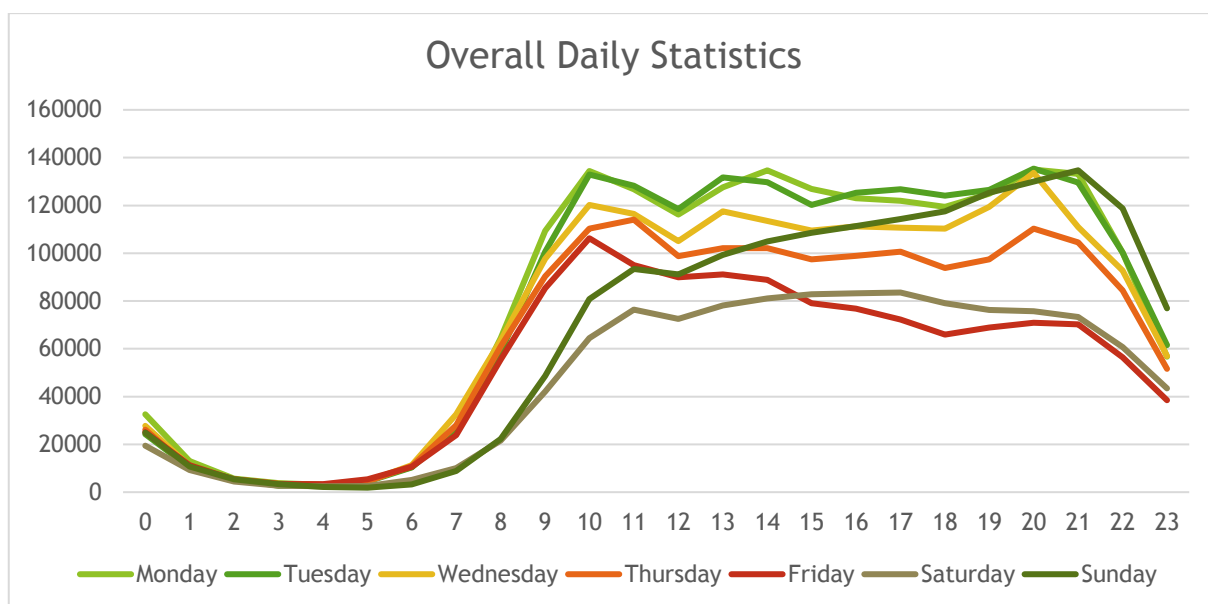
Obrázek 2 – Zpracování Big Data (zdroj: Gandomi a Haider 2015)

V rámci zvyšujících se potřeb na kvalitu a evaluaci výuky na ZČU jsme se primárně zaměřili na oblast e-learningu, právě z dříve popsanych důvodů -- v logách LMS a webserveru již vlastníme obrovské množství dat, které lze snadno použít pro výzkum na poli EDM, resp. LA. Tento článek popisuje první zkušenosti ZČU v oblasti LA a jako takový může být východiskem i pro ostatní zájemce a organizace.

## 2 Celkový pohled na data

V našem LMS máme nastřádaná data za několik let zpětně a tato data lze v podstatě ihned využít k vytvoření celkové statistiky. Prvním vhladem do těchto dat může být výše uvedený obrázek 1 vyjadřující míru návštěvnosti za poslední kalendářní rok.

Další zajímavou statistikou z celkových dat je úhrnná návštěvnost v jednotlivých dnech v týdnu – viz Obrázek 3 – Celkové denní statistiky.



Obrázek 3 – Celkové denní statistiky

Již v tomto hrubém náhledu na celková data lze vyvodit několik zajímavých faktů. Předně, průběh grafu v jednotlivých dnech týdne je víceméně podobný, liší se pouze v absolutních počtech přístupů. Minimální, téměř nulový provoz v nočních hodinách pro nás nebyl příliš překvapivý a pouze potvrdil správnost rozhodnutí provádět pravidelné zálohy LMS systému ve 4h ráno. Žádným překvapením nebyl cca o 2 hodiny zpožděný nárůst provozu během víkendu.

Více překvapivé bylo u celkových studijních návyků studentů zjištění, že mezi 10. a 21. hodinou všech dní je provoz vyrovnaně stálý. Drobný pokles mezi 11. a 12. hodinou u všech dní odpovídá času oběda. Dalším překvapením patrným z grafu je celodenní pozvolný nárůst nedělního provozu, který kulminuje kolem 21. hodiny a vyrovnává se provozním špičkám v pracovních dnech. Nedělní provoz mezi 21. a 23. hodinou dokonce v celkových hodnotách převyšuje provoz v ostatních dnech.

### 3 Statistiky kurz

V případě ZČU jde o úplně první počín v oblasti LA z dat našeho dlouhodobě provozovaného LMS Moodle. Prvním krokem je tedy nutnost stanovení rámcové koncepce a prvotní strategie. Náš první krok jsme po zralé úvaze minimalisticky nadefinovali následovně:

- zvolíme pro zpracování pouze jeden kurz,
- máme kompletní logy akcí studentů na kurzu,
- kurz musí mít větší počet studentů, ideálně více než 100 z důvodu statisticky významného vzorku,
- kurz musí mít odevzdávané úkoly hodnocené učitelem (zpětná vazba),
- kurz se musí pravidelně opakovat každý akademický rok, abychom mohli srovnávat výsledky a případně predikovat studenty ohrožené studijní neúspěšností na základě dřívějších dat,

- známe výsledek studia předmětu -- tj. buď zápočet s hodnocením splnil/nesplnil nebo známka z předmětu 1 (nejlepší), 2, 3 nebo 4 (nesplnil předmět).

Z užšího výběru jsme zvolili kurz "Informační technologie ve výuce" zakončený zápočtem, vyučovaný Katedrou výpočetní a didaktické techniky při Fakultě pedagogické ZČU. V akademickém roce 2016/2017 mělo tento předmět zapsáno podle studijní agendy celkem 293 studentů. Z toho bylo 51 studentů kombinované formy studia a 242 studentů prezenční formy studia.

Jelikož lze předpokládat, že chování studentů prezenční a kombinované formy studia bude odlišné a navíc, studenti kombinované formy studia nevyužívali vybraný kurz, proto další zpracování se týká výhradně 242 studentů prezenční formy studia.

Zajímavým a nečekaným bonusem u zvoleného kurzu byl fakt, že studenti nebyli zapisováni do kurzu přes funkční webservice vazby Moodle-STAG, která běžně udělí přístup všem studentům, kteří dle studijní agendy mají předmět zapsaný. Učitel na prvním prezenčním setkání se studenty předmětu zveřejnil přístupové heslo, kterým se studenti do kurzu sami zapisovali. Získali jsme tak další možný ukazatel pro chování studentů.

Do zvoleného kurzu se zapsalo jen 227 studentů. Rozdíl mezi 242 studenty zapsanými ve studijní agendě STAG a 227 zapsanými v kurzu jsou studenti, kteří přestali studovat z různých důvodů. Úspěšně předmět zakončilo zápočtem 199 studentů. Bohužel, 28 studentů v tomto předmětu neuspělo.

Dalším sledovaným ukazatelem byl počet návštěv sledovaného kurzu v systému Moodle, dle jednotlivých studentů zapsaných v kurzu. Celkem bylo zaregistrováno 35359 návštěv tohoto kurzu studenty. Z tabulky 1 jednoznačně vyplývá, že úspěšní studenti se vraceli do kurzu častěji, než studenti neúspěšní.

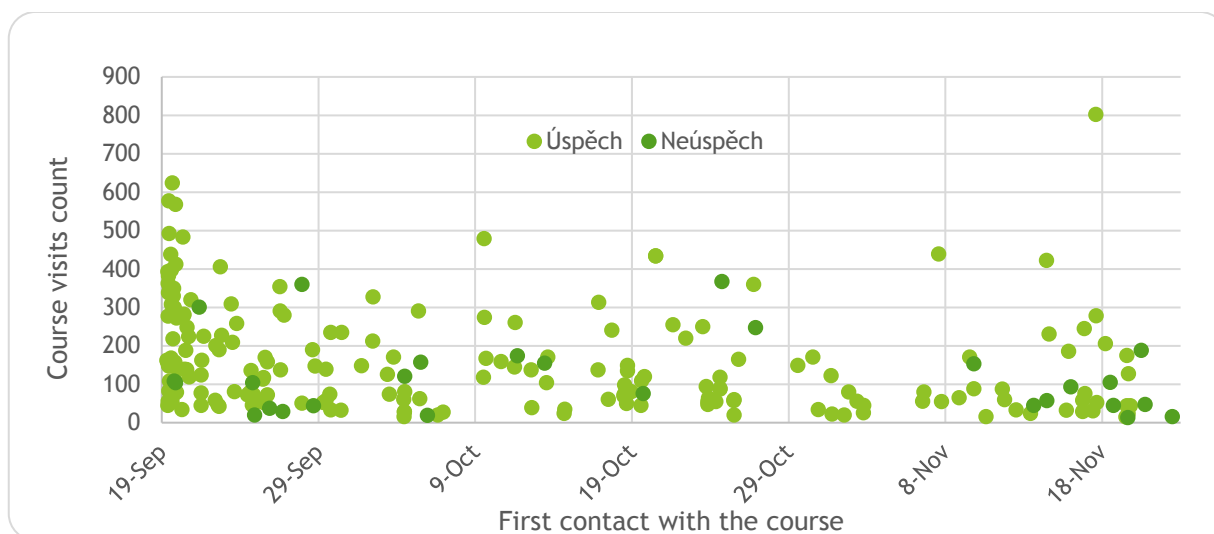
Tabulka 1 – Návštěvnost kurzu

	<b>199 úspěšných studentů</b>	<b>28 neúspěšných studentů</b>
<b>Počet návštěv</b>	32174	3185
<b>Průměr</b>	161,68	113,75

Jelikož jsme znali u jednotlivých studentů skutečnost, zda v kurzu uspěli, jejich počet návštěv a i datum prvního kontaktu s kurzem, zkusili jsme tyto údaje zobrazit v grafu a sledovat, zda budou patrné nějaké základní charakteristiky – viz obrázek 4 - Studenti v kurzu. Předpoklad, že úspěšní studenti začnou kurz studovat dříve a neúspěšní později se nepodařilo jednoznačně prokázat. Studenti svůj první kontakt s kurzem rozložili do celého semestru. Nicméně v úplném počátku je patrná převaha úspěšných studentů, kteří zápočet získali. Taktéž na úplném konci lze sledovat poměrně častý výskyt neúspěšných studentů.

Za zmínku rozhodně stojí student (či studentka), který se do kurzu poprvé přihlásil 17. listopadu 2016 – těsně před zápočtovým testem 21. listopadu 2016, ale provedl celkem největší počet návštěv kurzu – 802 zobrazení kurzu. V grafu jej naleznete jako bod vpravo, zcela nahoře.





Obrázek 4 – Studenti v kurzu

#### 4 Závěr a budoucí výzkum

V naší organizaci dlouhou dobu panuje snaha o zajištění kvalitní výuky s cílem připravit studenty do nadcházejícího profesního života v maximální možné míře. Každoročně zpracovává Komise pro kvalitu na ZČU zpětnou vazbu o vyučovaných předmětech přímo od studentů. Ti anonymně v přehledných formulářích “známkuji” např. srozumitelnost výkladu, přínos předmětu pro zvolený obor, jeho využitelnost i zkušenosti získané při praktických cvičeních. Vyplnění dotazníku není však povinnost a tak zpětná vazba závisí na dobré vůli hodnotitelů, kteří navíc mohou odpovídat náhodně nebo dokonce s cílem poškodit výsledky hodnocení konkrétního předmětu. Dle posledních statistik Komise pro kvalitu poskytne zpětnou vazbu jen 15-20% studentů ze všech devíti fakult ZČU.

V podobě LA nyní dostáváme do rukou další využitelnou metriku hodnocení odvozenou přímo z chování a výsledků studentů daného předmětu. Metriku získanou nezávisle na vůli studentů z dat uložených v LMS. Metriku, kterou nelze snadno znehodnotit zavádějícími odpověďmi v dotazníku.

Prozatím jsme se zabývali pouze daty získanými z jednoho předmětu. Díky vhodně zvolené vstupní podmínce -- předmět musí být vyučován pravidelně i v následujících akademických rocích -- snadno v budoucnu získáme srovnání stávajících výsledků s výsledky novými. Navíc, díky znalosti chování neúspěšných studentů z předchozích let, dokážeme s jistou mírou přesnosti vytipovat studenty ohrožené studijní neúspěšností v právě probíhající výuce stejného kurzu. Učitel předmětu, resp. tutor kurzu, se může díky této znalosti více soustředit na skupinu těchto “ohrožených” studentů a pokusit se je více motivovat k úspěšnému zvládnutí předmětu.

Zajímavým výsledkem by mohlo být i srovnání u shodného předmětu studentů prezenčního studia se studenty kombinovaného studia. Vycházíme z předpokladu, že styl učení obou skupin se bude do velké míry lišit. Skupina statistiky věkově mladších prezenčních studentů se de facto věnuje jen studiu, zatímco druhá skupina studentů kombinovaného studia již vykonává vlastní profesi. Tito navíc často mají již založené rodiny a čas ke studiu ukrajují z velmi cenného volného času anebo ze spánku.

Na výše uvedeném příkladu jsme si vyzkoušeli metody získávání dat relevantních k jednomu kurzu v LMS. U toho prvního pokusu nám dlouho trvalo i rozklíčování některých vazeb v rámci databáze LMS, která má více jak 300 různě propojených entit. Získané zkušenosti nyní půjde výrazně rychleji využít pro větší skupinu kurzů splňujících výše definovaná kritéria.

### Použitá literatura

1. Baker, R. S.J.D., Lindrum, D., Lindrum, M. J., & Perkowski, D. (2015). Analyzing Early At-Risk Factors in Higher Education e-Learning Courses. In *Proceedings of the 8th International Conference on Educational Data Mining, Madrid, Spain, Jun 26-29, 2015*.
2. Ferguson, R. (2012). Learning analytics: drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5/6), 304–317.
3. Gandomi, A., Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, volume 35, issue 2, p. 137-144.
4. Jayaprakash, S. M., Moody, E. W., Lauría, E. J., Regan, J. R., & Baron, J. D. (2014). Early alert of academically at-risk students: An open source analytics initiative. *Journal of Learning Analytics*, 1(1), 6-47.
5. Juhaňák, L., Zounek, J. (2016). Analytika učení: nový přístup ke zkoumání učení (nejen) ve virtuálním prostředí. *Pedagogická orientace*, 26(3), 560–583.
6. Juhaňák, L., Zounek, J., Rohlíková, L. (2017). Using process mining to analyze students' quiz-taking behavior patterns in a learning management system. In *Computers in Human Behavior*, Elsevier, currently in press.
7. Romero, C., Ventura, S. (2013). Data mining in education. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, 3, 12–27.
8. Romero, C., Ventura, S. (2007). Educational data mining: a survey from 1995 to 2005. *Expert Systems with Applications*, 33(1), 1UWB35–146.
9. Siemens, G. et al. (2011). Open Learning Analytics: an integrated & modularized platform, <http://solaresearch.org/wp-content/uploads/2011/12/OpenLearningAnalytics.pdf>.
10. Smith, V. C., Lange, A., & Huston, D. R. (2012). Predictive Modeling to Forecast Student Outcomes and Drive Effective Interventions in Online Community College Courses. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 16(3), 51-61.

### Kontaktní údaje

Ing. Petr Grolmus  
 Západočeská univerzita v Plzni, Centrum informatizace a výpočetní techniky, Univerzitní 20,  
 301 00 Plzeň  
 Tel: 377 632 851  
 e-mail: indy@civ.zcu.cz

PhDr. Lucie Rohlíková, Ph.D.  
 Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická  
 Klatovská tř. 51, 306 19 Plzeň  
 E-mail: lrohlik@kvd.zcu.cz

# VYUŽITÍ POČÍTAČOVÉ SIMULACE V ŘEŠENÍ VYBRANÝCH APOLLONIOVÝCH A PAPPOVÝCH ÚLOH

## USING COMPUTER SIMULATION TO SOLVE SELECTED APOLLONIUS' AND PAPPUS' PROBLEMS

Jan Frank

### Abstrakt

Programy dynamické geometrie, jakým je například GeoGebra, představují ideální možnost aplikace kognitivních technologií v hodinách matematiky na základních a středních školách. Učitelé dávají možnost využít badatelský přístup k vyučování a řešit klasické matematické problémy inovativním způsobem s využitím moderních počítačových technologií. Příspěvek je věnován simulačním možnostem programu GeoGebra aktuální verze 6.0 v kontextu školské geometrie a využití počítačové simulace při řešení vybraných Apolloniových a Pappových úloh.

**Klíčová slova:** počítačová simulace, kognitivní technologie, GeoGebra, badatelský přístup, Apolloniovy úlohy, Pappovy úlohy

### Abstract

The software of dynamic geometry GeoGebra is an ideal means of using cognitive technology in mathematics lessons at elementary and secondary schools. Teachers can use the research approach to teaching and can solve classical mathematical problems in an innovative way using modern computer technologies. The paper is devoted to simulation possibilities of software GeoGebra current version 6.0 in the context of geometry at school level and the use of computer simulation to solve selected Apollonius' and Pappus' problems.

**Key words:** computer simulation, cognitive technology, GeoGebra, research approach, Apollonius' problems, Pappus' problems

## 1 Úvod a možnosti programů dynamické geometrie

Jedním z aktuálních požadavků českého školství je nasazení ICT, respektive kognitivních technologií, napříč vyučovanými předměty na základních a středních školách. V hodinách matematiky hovoříme v této souvislosti o využití matematického softwaru – například programů počítačové algebry (CAS) nebo programů dynamické geometrie (DGE). Jedním ze zástupců programů dynamické geometrie s licencí typu *open-source* je program GeoGebra. V současné době se jedná o jeden ze světově nejrozšířenějších programů pro podporu výuky a studia matematiky. Získat jej lze bezplatně v současné nejaktuálnější verzi GeoGebra 6.0 na internetových stránkách [www.geogebra.org](http://www.geogebra.org) a to v celé řadě jazyků, včetně češtiny. Z dalších zástupců programů DGE bychom mohli uvést například Cabri, Cinderella nebo Sketchometry coby zástupce programů dynamické geometrie pro dotyková zařízení [5].

První prostředí interaktivní geometrie (programy DGE) byla vyvinuta a následně nasazena do výuky v druhé polovině 80. let a jednalo se například o již zmíněný program Cabri, dále lze uvést program Sketchpad. V českých školách se tento, již zdokonalený, software objevuje ve výuce matematiky po roce 2000. V současné době vykazují v prostředí českých škol programy dynamické geometrie nejvyšší míru

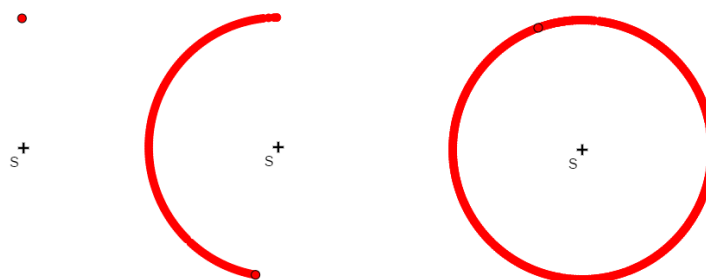
didaktické použitelnosti a učiteli základních a středních škol je tento software používán nejvíce [7].

Programy dynamické geometrie obecně představují možnost velmi rychlé a naprosto přesné konstrukce geometrické figury. Jejich přidanou hodnotou jsou pak nástroje dynamiky, kdy je možné oproti konstruování na papíře s výslednou figurou dále pracovat (manipulovat), například měnit vstupní hodnoty, polohy bodů a jiných útvarů, případně sestrojené figury zvýrazňovat (obarvovat). Též je možné nechat automaticky určit obsahy a obvody rovinných geometrických útvarů nebo určovat velikosti úhlů. Základní nástroje dynamiky v prostředí programů dynamické geometrie, které lze využívat při simulaci geometrických konstrukcí a určování významných vlastností nebo rozhodování o počtu řešení, jsou uvedeny dále.

### 1.1 Základní nástroje dynamiky

Zřejmě nejzákladnějším nástrojem programů DGE je *manipulace* a jedná se právě o prvek, který odlišuje konstruování v počítači oproti konstrukcím pomocí tužky a papíru. Tento nástroj nám umožňuje uchopit některé objekty (konkrétně tzv. *volné objekty* a *objekty na objektu*) a tahem změnit jejich polohu. V závislosti na změně polohy můžeme pozorovat vliv vstupních podmínek na výslednou konstrukci a počet řešení. Žáci tak mohou experimentovat a samostatně vyvozovat závěry a objevovat vlastnosti, které nejsou na první pohled zřejmé, případně učiteli dává manipulace možnost zařadit do výuky matematiky některé geometrické důkazy (např. důkaz Thaletovy věty). Manipulace úzce souvisí s nástrojem *animace*. Ten nám umožňuje jistou automatizaci pohybu vybraných bodů, které se po spuštění plynule pohybují po objektu, kterému náleží (například bod obíhající na kružnici). Aktuální verze programu GeoGebra již automaticky nabízí možnost animace po sestrojení bodu/ů na některém jiném geometrickém objektu a uživatel ji nemusí složitě vytvářet. Animace představují základní nástroj při tvorbě pohyblivých webových appletů [5], [7].

Dalším nástrojem, který lze využít v kombinaci s manipulací nebo animací, je *stopa*. Pokud tento nástroj zapneme u vybraných geometrických objektů, zanechávají po sobě tyto objekty při pohybu otisk (stopu) na pozicích, na kterých se nacházely. V hodinách matematiky můžeme tento nástroj využít například při hledání množiny bodů dané vlastnosti a má velký didaktický potenciál. Konkrétním příkladem využití může být například simulace, při níž prezentujeme definici kružnice jako množiny všech bodů v rovině, které mají od daného středu  $S$  stejnou vzdálenost. Na obrázku 1 jsou uvedeny tři pozice – před spuštěním animace, v jejím průběhu a po sestrojení celé kružnice. Namísto animace by bylo též možné manipulovat s daným bodem pouze myší, kdy by zanechával stopu obdobným způsobem.

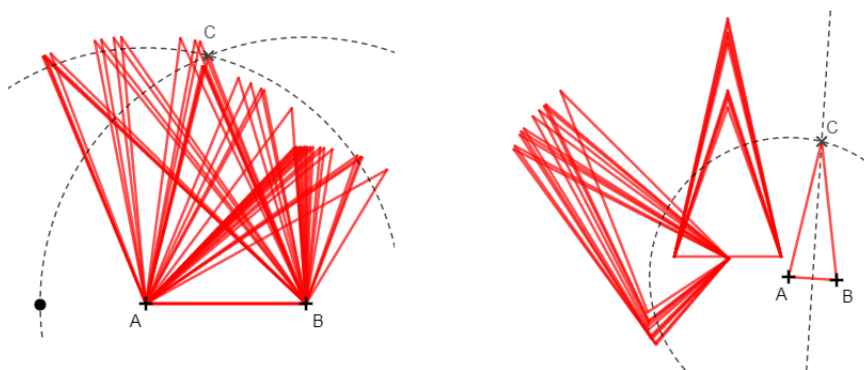


Obrázek 1 – Kružnice jako množina bodů dané vlastnosti

Jistou nevýhodu můžeme spatřovat v tom, že výsledný otisk získaný pomocí nástroje *stopa* není objektem a nemůžeme s ní dále manipulovat.

Posledním nástrojem, který si uvedeme, je *množina*. Jedná se o objekt, který získáme výpočtem, vzniká naráz a na rozdíl od stopy (vykresleného otisku prostřednictvím tohoto nástroje) se v programech DGE jedná o geometrický objekt a lze s ním dále manipulovat [7].

K uvedeným nástrojům dynamiky je nutné zmínit, že jejich používání vyvíjí tlak na správnost a obecnost konstrukce. Vlivem manipulace se totiž mění některé vlastnosti sestrojených geometrických objektů, jednotlivé objekty jsou spolu provázány, a navíc některé z těchto objektů nemusí v určité poloze existovat. Při konstruování je tedy nutné mít na paměti důležité vlastnosti příslušných objektů, které bychom neměli opomenout. V případě, že výsledná figura nebude obsahovat všechny nezbytné náležitosti, přejde nám sestrojený útvar manipulací v útvar jiný. Konkrétní příklad je uveden na obrázku 2. Zde je požadována obecná konstrukce libovolného rovnoramenného trojúhelníka. Následnou manipulací by pak vždy měl tento trojúhelník zůstat rovnoramenným. Vlevo je trojúhelník sestrojen pomocí dvou kružnic se středy v krajních bodech úsečky  $AB$  (základna trojúhelníka), které mají stejný, ale ne pevný poloměr. Při tomto postupu pomocí kružítka na papíře by zřejmě nebyl problém. Pokud ovšem zapneme stopu v programu GeoGebra a začneme pohybovat základnou tohoto trojúhelníka, případně budeme měnit její velikost, můžeme sledovat, že trojúhelník se bude vlivem těchto změn měnit a nebude vždy rovnoramenný. Tato konstrukce totiž neobsahuje důležitou vlastnost rovnoramenného trojúhelníka, že výška a těžnice na jeho základu jsou totožné. Na obrázku 2 vpravo je provedena konstrukce pomocí jedné kružnice libovolného poloměru se středem ve vrcholu  $A$  hledaného trojúhelníka a osy úsečky  $AB$ . Vrchol  $C$  hledaného trojúhelníka  $ABC$  vzniká jako průsečík výše uvedené kružnice a osy. Po zapnutí stopy a manipulaci s trojúhelníkem vidíme, že tento postup konstrukce rovnoramenného trojúhelníka je obecný.



Obrázek 2 – Obecná konstrukce rovnoramenného trojúhelníka

Manipulace prováděná ve výše uvedeném příkladu poukazuje na možnost využít tento nástroj učitelem pro kontrolu postupu konstrukce, například v odevzdaném domácím úkolu. Pomineme-li skutečnost, že program GeoGebra (i každý jiný program dynamické geometrie) uchovává jistý zápis konstrukce, v němž máme možnost krokovat, při konstrukci v libovolném programu DGE závisí na pořadí a způsobu konstrukce jednotlivých objektů. Tyto objekty jsou pak provázány určitým typem vazby. Učitel uchopením výchozích bodů, na kterých by měla být konstrukce založena, a jejich manipulací může okamžitě vyhodnotit, zda se výsledná figura chová standardně či nikoliv. Žáci ve školách při rýsování na papír totiž často se záměrem sestojit bezchybnou a přesnou konstrukci zapíší správný postup, ale následně postupují od konce – od požadovaného výsledku – a pomocné útvary sestojí až na závěr. Při rýsování na papír a stálosti figury nemá vyučující šanci podvod odhalit. Nasazením

programů dynamické geometrie do výuky matematiky se možnost tohoto postupu eliminuje [7].

## 1.2 Typy závislostí mezi objekty

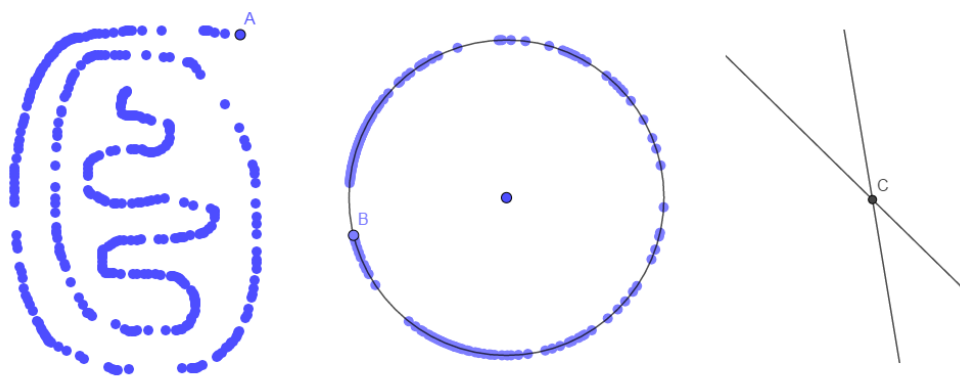
V programech dynamické geometrie, jakým je například GeoGebra, existují tři typy objektů, respektive tři typy závislostí mezi geometrickými objekty. Podle typu vazby mezi danými dvěma geometrickými objekty je/není možné s těmito objekty určitým způsobem pohybovat, případně vznikají a zanikají (např. body) v závislosti na manipulaci a aktuální poloze objektů, na základě kterých jsou sestrojeny.

Prvním typem jsou *volné objekty*, které vznikly přímým vytvořením v nákrešně programu. U těchto objektů není definována žádná vazba k dalším objektům a lze s nimi libovolně manipulovat a umisťovat je na libovolnou pozici nákrešny. Z hlediska simulace nás tyto body zajímají nejvíce, protože následná konstrukce a počet řešení, např. Apolloniovy úlohy, se odvíjí od jejich vzájemné polohy.

Druhým typem jsou tzv. *objekty na objektu*. Jedná se o takové geometrické objekty, které byly vytvořeny na již existujícím objektu. Může se jednat například o bod na kružnici nebo přímce. S tímto bodem můžeme sice pohybovat, ale pouze v rámci daného objektu. Stopa těchto bodů nám ovšem může posloužit v situacích, kdy chceme simulovat jistou množinu bodů dané vlastnosti, u které jako učitelé známe tvar, ale potřebujeme tyto vědomosti předat žákům. Můžeme tedy sestrojít jistý geometrický objekt (např. kružnici) a na něj bod. Původní objekt skryjeme, bod však zůstává viditelný a stále nese informaci, že náleží tomuto objektu. Zapnutím stopy a pohybem bodu (případně zapnutím animace) společně se žáky znovuobjevujeme původní geometrický útvar, přesněji řečeno – konstruujeme množinu bodů dané vlastnosti (viz obrázek 1).

Třetí typ závislosti nazýváme *vázané objekty*, které vznikly na základě jiných, již dříve sestrojených, geometrických objektů. Konkrétně se může jednat například o průsečík dvou objektů (přímka – přímka, kružnice – kružnice, přímka – kružnice...). S těmito objekty není možné přímo manipulovat, jejich polohu (a existenci) lze měnit pouze pomocí manipulace s objekty, na základě kterých jsou založeny. V rámci geometrické konstrukce se zpravidla jedná o hledané body potřebné pro konstrukci výsledku.

Jednotlivé typy závislostí a možná manipulace s geometrickými objekty daného typu je zachycena s využitím stopy na uvedeném obrázku 3. Bod *A* je volný objekt, bod *B* představuje objekt na objektu (bod na kružnici) a bod *C* vznikl jako průsečík dvou přímek a reprezentuje vázané objekty. Při konstrukci byly zachovány původní barvy a tvar bodů přidělované programem GeoGebra. Je zde patrné, že jednotlivé typy objektů (body) se barevně a velikostně odlišují.

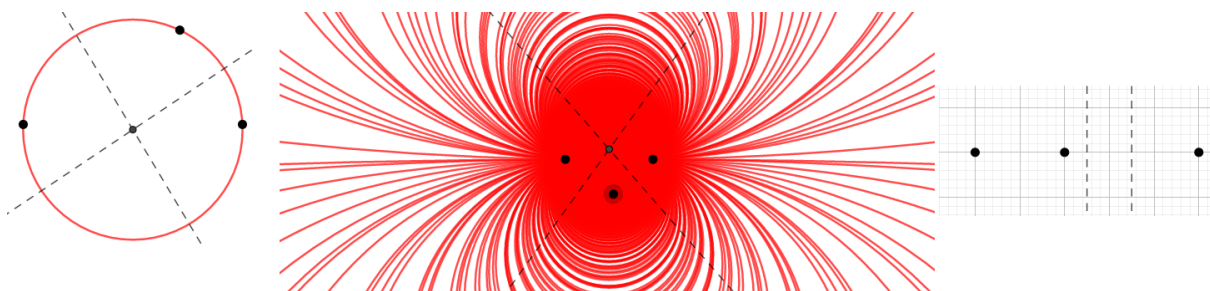


Obrázek 3 – Typy závislostí mezi objekty v programech dynamické geometrie

### 1.3 Vizualizace a vytváření mentálních modelů

Lékařskými výzkumy bylo již dříve potvrzeno, že pokud člověk vnímá skutečnost více smysly, vede to k lepší stimulaci mozku a tudíž i k lepšímu procesu učení se. Vizualizaci tak často najdeme uváděnou v souvislostech s aktivizujícími výukovými metodami. Tradičně učitelé využívají ve výuce obrázky, grafy a náčrty, které žákům pomáhají při orientaci ve studovaném problému a při pochopení abstraktního pojmu. Počítačová simulace a možnosti programů dynamické geometrie v hodinách matematiky proto představují ideální nástroj pro řešení problémů, testování hypotéz a vytváření teorií, kdy přidanou hodnotou oproti statickým obrázkům jsou právě prvky dynamiky. Žáci mohou například prostřednictvím animace v okamžiku simulovat všechny polohy vstupních geometrických objektů, od kterých se celá konstrukce odvíjí, a získat tak množinu všech řešení, kterou si mohou navíc nechat vykreslit pomocí nástroje *stopa* [6], [7].

Konkrétním příkladem může být řešení jedné z Apolloniových úloh (viz kapitola 2) s využitím simulačních možností programu GeoGebra, tj. manipulace, animace, stopa. Mějme typ úlohy bod-bod-bod (BBB). Jako u každé z Apolloniových úloh se počet, resp. existence, řešení odvíjí od polohy počátečních geometrických útvarů. U tohoto typu úlohy je řešení zřejmé. V případě tří kolineárních bodů není možné požadovanou kružnici procházející všemi body sestavit a řešení tedy neexistuje. V opačném případě představuje hledaná kružnice kružnici opsanou trojúhelníku s vrcholy v zadaných bodech. Žákům může být tato úloha zadána jako složitější problém s dílčími úkoly – sestavit některé z možných řešení, určit jejich počet a následně zvážit vliv změny polohy zadaných bodů na počet a případnou existenci řešení. Možné žákovské řešení s využitím programu GeoGebra je sestaveno na obrázku 4.



Obrázek 4 – Existence řešení úlohy bbb v závislosti na poloze daných bodů

Figura nalevo představuje jedno z možných řešení. Prostřední obrázek představuje stav po provedení (případně v průběhu) simulace, tedy záznamu stopy výsledné

kružnice v závislosti na pohybu jednoho z bodů (ten byl pro možnost animace a automatizace celého procesu sestrojen na kružnici, která byla následně skryta). Z chování výsledné kružnice při simulaci je patrné, že s přibližováním bodů do kolineární polohy roste její průměr a v kolineární poloze bodů tato kružnice zanikne, respektive není možné kružnici sestrojít. Tento stav je zachycen na figurě vpravo. Žák takto může samostatně dojít k závěru, že pokud neleží zadané body na jedné přímce, pak existuje právě jedno řešení. V opačném případě řešení neexistuje.

Vizualizace, počítačová simulace a uvádění názorných příkladů v hodinách matematiky úzce souvisí s tvorbou mentálních modelů daných matematických pojmů. Ta postupně prochází několika stádii (od počáteční motivace až po utvoření universálního modelu) a žáci si tak formují vlastní představu o vlastnostech, chování a fungování probíraného pojmu. Správnost vytvoření modelu pak přímo ovlivňuje správnost chápání tohoto pojmu i vztahů mezi ním a dalšími matematickými pojmy. Častým problémem v českých školách ovšem je mechanické přebírání probíraných pojmů (jejich definic) žáky bez hlubšího porozumění. Klíčovou roli zde hraje čas a utváření tzv. separovaných modelů, které vznikají na základě pozorování a praktické manipulace s (geometrickými) objekty. Obvyklým problémem však bývá, že manipulaci s geometrickými objekty (obdobně v jiných pasážích učiva s výrazy a čísly) není věnován ve výuce dostatečný prostor, aby si žáci mohli utvořit potřebný počet separovaných modelů pro vznik modelu universálního. Kognitivní technologie ve výuce matematiky, využití programů dynamické geometrie a počítačové simulace nám ovšem dávají možnost ve velmi krátkém časovém úseku prezentovat značné množství situací, při nichž si žáci separované modely vytváří. V případě manipulace s geometrickými objekty v programu GeoGebra (či v jiném programu DGE) a experimentování s nimi mají žáci možnost tento experiment několikrát zopakovat a díky jejím dynamickým prvkům a počítačové simulaci je možné poukázat na vlastnosti, které nejsou zřejmé při tradičním postupu konstruování na papíře. V této souvislosti je nutné podotknout, že s využitím počítačových kognitivních technologií je obecně možné realizovat takové manipulace s geometrickými figurami, které nám tradiční přístup neumožňuje. Toto tvrzení by se pochopitelně dalo rozšířit na jakékoliv využití počítačové simulace v ostatních přírodovědných předmětech na základní a střední škole [1], [3], [7].

## 2 Apolloniovy a Pappovy úlohy

Apolloniovy úlohy představují z hlediska historie jeden z klasických geometrických problémů. Pojmenovány jsou po významném řeckém matematikovi, geometrovi, fyzikovi a astronomovi Apolloniovi z Pergy (262–200 před n. l.). Ten se zabýval celou řadou geometrických otázek, konkrétně můžeme zmínit například studium kuželoseček jako rovinných řezů kuželové plochy a zavedení označení *elipsa*, *parabola* a *hyperbola*. Známý je hlavně díky své knize *O dotycích*, ve které se věnoval konstrukci kružnic, které se dotýkají tří zadaných útvarů (body, kružnice, přímky). Právě tyto úlohy dodnes nazýváme *Apolloniovy úlohy*. Kniha se bohužel nedochovala, ale díky citacím známe její obsah a víme, že konstrukce byly prováděny pouze eukleidovskými prostředky (tj. přímé pravítko bez značek pro měření a kružítko) a Apolloniovi byla známa stejnolehlost a kruhová inverze [2], [4], [9], [8].

Obecné zadání Apolloniovy úlohy by znělo následovně:

Jsou dány tři různé prvky (body, přímky, kružnice). Sestrojte kružnici, která se dotýká zadaných kružnic nebo přímek a prochází zadanými body.



Z výše uvedeného zadání je zřejmé, že existuje 10 základních typů Apolloniiových úloh, konkrétně *BBB* (bod-bod-bod), *BBp* (bod-bod-přímka), *BBk* (bod-bod-kružnice), *Bpp*, *Bpk*, *Bkk*, *ppp*, *ppk*, *pkk*, *kkk*. Pro počet řešení platí, že obecná Apolloniiova úloha má nejvýše 8 řešení. Počet řešení se odvíjí od výchozí polohy zadaných prvků, například zda jsou body kolineární, přímky jsou různoběžné/rovnoběžné, případně zda bod leží na některé přímce/kružnici. Existuje tedy značné množství variant, které mohou nastat a díky programům dynamické geometrie a počítačové simulaci je možné rychle odhalit počet a existenci řešení v závislosti na poloze zadaných prvků. Specifické výchozí polohy zadaných útvarů a možnost, že bod náleží některé z kruhových křivek, nás pak přivádí ke skupině Apolloniiových úloh, které označujeme *Pappovy úlohy* [2], [8].

Pappova úloha může být zadána následovně:

*Jsou dány tři různé prvky (body, přímky, kružnice), z nichž alespoň jeden je kruhová křivka a alespoň jeden je bod, přičemž tento bod leží na dané kruhové křivce. Sestrojte kružnici, která se dotýká zadané kruhové křivky v daném bodě a dále se dotýká další kruhové křivky nebo prochází zadaným bodem.*

Pappovy úlohy tedy představují jistou podmnožinu Apolloniiových úloh, kdy na základě skladby výchozích prvků rozlišujeme celkem 6 typů těchto úloh, konkrétně  $p_{TB}$  (přímka s bodem dotyku  $T$  a další bod),  $p_{Tp'}$  (přímka s bodem dotyku  $T$  a další přímka),  $p_{Tk}$  (přímka s bodem dotyku  $T$  a kružnice),  $k_{TB}$ ,  $k_{Tp}$  a  $k_{Tk'}$  [2].

Jednotlivé typy obecné Apolloniiovy úlohy se řeší různými způsoby a od použitých prostředků se odvíjí celková náročnost zadaného problému a možnost jeho aplikace na základní, střední nebo vysoké škole. Řešení některých úloh je triviální – například již zmíněná úloha typu *BBB*, kde se jedná o konstrukci kružnice opsané trojúhelníku, případně úloha typu *ppp*, kdy v případě různoběžných přímek pouze sestrojíme kružnici vepsanou a kružnice připsané vzniklému trojúhelníku. Jedná se tedy o úlohy, které jsou schopni vyřešit žáci na 2. stupni ZŠ, včetně diskuse o počtu řešení v závislosti na specifických polohách bodů/přímek. Jiné typy úloh však vyžadují složitější úvahy. Při jejich řešení zpravidla využíváme konstrukce množiny všech bodů dané vlastnosti (osa úhlu, osa pásu, osa úsečky, chordála...) nebo geometrická zobrazení (stejnolehlost, kruhová inverze). Tím se úroveň obtížnosti a potřebných znalostí pro vyřešení některých úloh dostáváme na úroveň střední školy, v případě aplikace kruhové inverze (např. při řešení úloh typu *kkk*) se pak jedná o vysokoškolské úlohy, protože s tímto geometrickým zobrazením se žák/student dříve neseťká [2], [8].

Všechny uvedené typy Apolloniiových a Pappových úloh je možné konstruovat standardními postupy s využitím programů dynamické geometrie jako je například GeoGebra. Díky manipulaci, animaci a otisku stopy je následně možné simulovat všechny vzájemné polohy výchozích prvků a jejich vliv na počet a existenci řešení. Toho lze využít například v hodinách matematiky vedené badatelským přístupem. Vybranými konstrukcemi různé obtížnosti a jejich počítačovou simulací se zabývá následující kapitola, která tak poukazuje na možnost využití programů DGE a počítačové simulace ve výuce geometrie obecně.

### 3 Počítačová simulace v řešení Apolloniiových a Pappových úloh

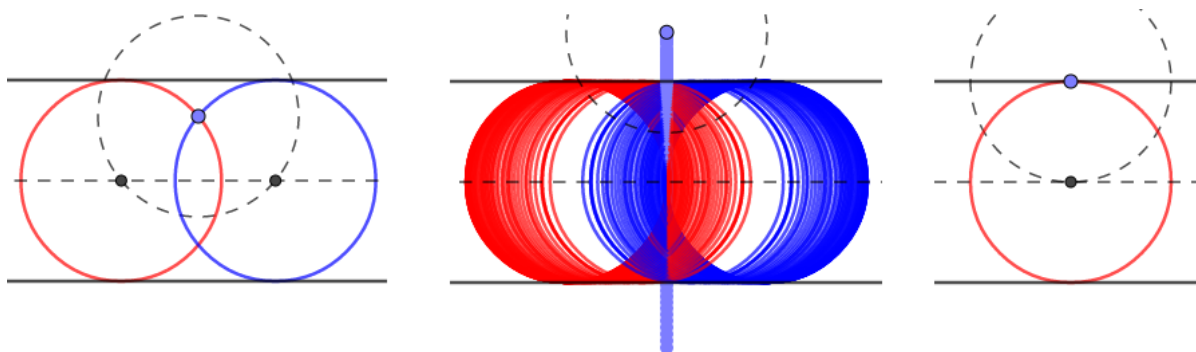
Geometrické konstrukce a simulace v této kapitole jsou prováděny v programu GeoGebra verze 6.0 a s oporou literatury [2], [4], [9], [8]. Tyto konstrukce představují možnost využití počítačové simulace geometrických konstrukcí pomocí programů dynamické geometrie ve výuce matematiky.

### 3.1 Řešení úlohy typu Bpp se dvěma rovnoběžnými přímkami

Obecné zadání úlohy Bpp můžeme uvést ve tvaru:

*Sestrojte kružnici k procházející zadaným bodem  $B$  a dotýkající se přímek  $p$  a  $q$ .*

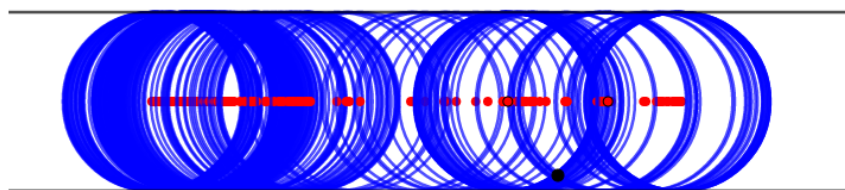
V tomto konkrétním případě máme navíc stanovenou podmínku, že zadané přímky  $p$ ,  $q$  jsou rovnoběžné. Při řešení se využívá konstrukce množin bodů dané vlastnosti a jedná se o úlohu řešitelnou i na základních či středních školách. Po žácích bychom požadovali nalezení postupu řešení, konstrukci výsledné figury v jedné pevné poloze zadaných prvků a následně na základě počítačové simulace v programu GeoGebra rozhodnout o existenci řešení v různých vzájemných polohách.



Obrázek 5 – Existence a počet řešení úlohy Bpp v závislosti na poloze daných bodů

Na obrázku 5 je zachyceno možné žakovské řešení. Figura vlevo zachycuje existenci dvou řešení, která jsou barevně odlišená. Průběh simulace je zachycen uprostřed, kde je patrné, že s přibližováním bodu  $B$  k ose pásu se sobě kružnice vzdalují, naopak přibližováním se k jedné z úseček dochází k postupnému splývání obou kružnic v jednu, jak je uvedeno na figuře vpravo. Zde je nutné podotknout, že úloha přechází v typ  $\pi\pi'$ . V případě, že leží bod  $B$  vně pásu určeného zadanými přímkami  $p$ ,  $q$ , řešení neexistuje.

Úloha by též mohla být zadána žákům obráceným způsobem – od konce. Učitel by vytvořil výslednou figuru, která by byla dána žákům k dispozici a mohli by s ní manipulovat. Záměrem by pak bylo, aby žáci na základě manipulace vyvodili jednotlivé kroky konstrukce a určili polohu prvků nezbytných pro sestavení výsledné figury, tj. množina všech středů hledaných kružnic. Případně by se mohlo jednat o formu nápovědy v situaci, kdy by žáci sami bez pomoci nebyli schopni posloupnost kroků konstrukce nalézt. S využitím stopy by pak rychle mohli objevit, že je nutné sestavit osu pásu a tím získají požadovanou množinu středů i poloměr hledaných kružnic a požadavek na existenci řešení (obrázek 6). Před dalším samostatným konstruováním by pak mohla eventuálně proběhnout diskuse nad správným postupem, případně jeho upřesnění.



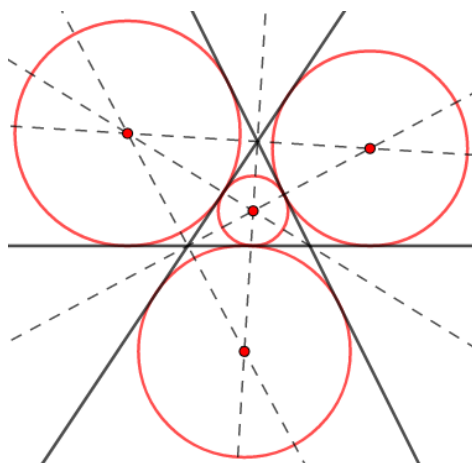
Obrázek 6 – Konstrukce množiny středů všech hledaných kružnic

### 3.2 Všechna řešení úlohy typu ppp

Obecné zadání úlohy ppp lze uvést ve tvaru:

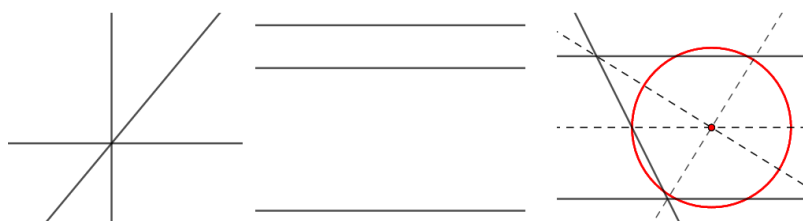
*Sestrojte kružnici  $k$ , která se dotýká všech tří zadaných přímek  $p, q, r$ .*

Oproti předcházejícímu příkladu je tato úloha zadána v obecném tvaru a je tedy nutné zvážit všechny polohy výchozích prvků (trojice přímek) a jejich vliv na výsledek. Z pohledu žáků základních a středních škol by se nabízelo začít od situace tří různoběžných přímek, kdy hledané kružnice představují vepsanou a připsanou kružnici trojúhelníku. Tato konstrukce je provedena na obrázku 7, kdy hledané kružnice a jejich středy jsou zvýrazněny červenou barvou. Následnou manipulací a simulací všech možných poloh přímek lze určovat existenci řešení a případně i universálnost použitého postupu konstrukce.



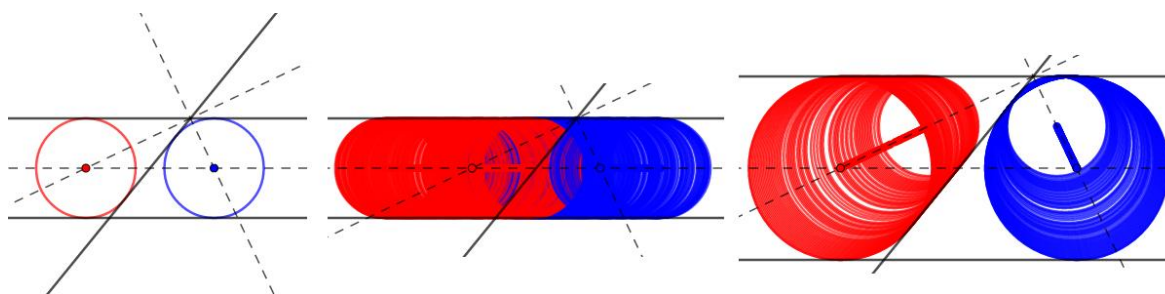
Obrázek 7 – Řešení úlohy ppp pro tři různoběžné přímky

Pokud se nyní zamyslíme nad možnými počátečními polohami zadaných přímek; může se jednat o již uvedenou trojici různoběžek, které ovšem také mohou procházet jedním společným bodem, dále může nastat opačný případ, tj. trojice rovnoběžných přímek, třetí možností je dvojice rovnoběžných přímek a třetí k nim je různoběžná. Při následné simulaci proto nebudeme sledovat stopu sestavených kružnic, nýbrž budeme pouze provádět manipulaci a pozorovat existenci řešení v jednotlivých izolovaných případech, případně vliv polohy zadaných prvků na universálnost použitého postupu (obrázek 8).



Obrázek 8 – Existence řešení úlohy ppp v závislosti na poloze počátečních přímek

Z uvedeného obrázku (tj. simulace jednotlivých poloh přímek) je patrné, že v případě společného průsečíku a při rovnoběžnosti všech tří přímek neexistuje řešení. Situace vpravo pak poukazuje na skutečnost, že postup s vepsanou a připsanými kružnicemi není universální metodou pro všechna řešení a je nutné nalézt správnou posloupnost kroků pro tento specifický případ. Zároveň je nutné rozhodnout o počtu řešení a případně se další manipulací ujistit, že nemůže nastat další okolnost, která by jej ovlivnila.



Obrázek 9 – Konstrukce řešení úlohy ppp v případě dvou rovnoběžných přímek

Na obrázku 9 vlevo je znázorněné možné žákovské řešení s využitím množin bodů daných vlastností, prostřední a pravá konstrukce představují manipulaci, při níž žák testuje, vliv změny vstupních parametrů na výsledné řešení. Je evidentní, že hledané kružnice musí vždy ležet uvnitř pásu vytyčeného dvojicí rovnoběžných přímek a v závislosti na jejich vzdálenosti roste poloměr hledaných kružnic.

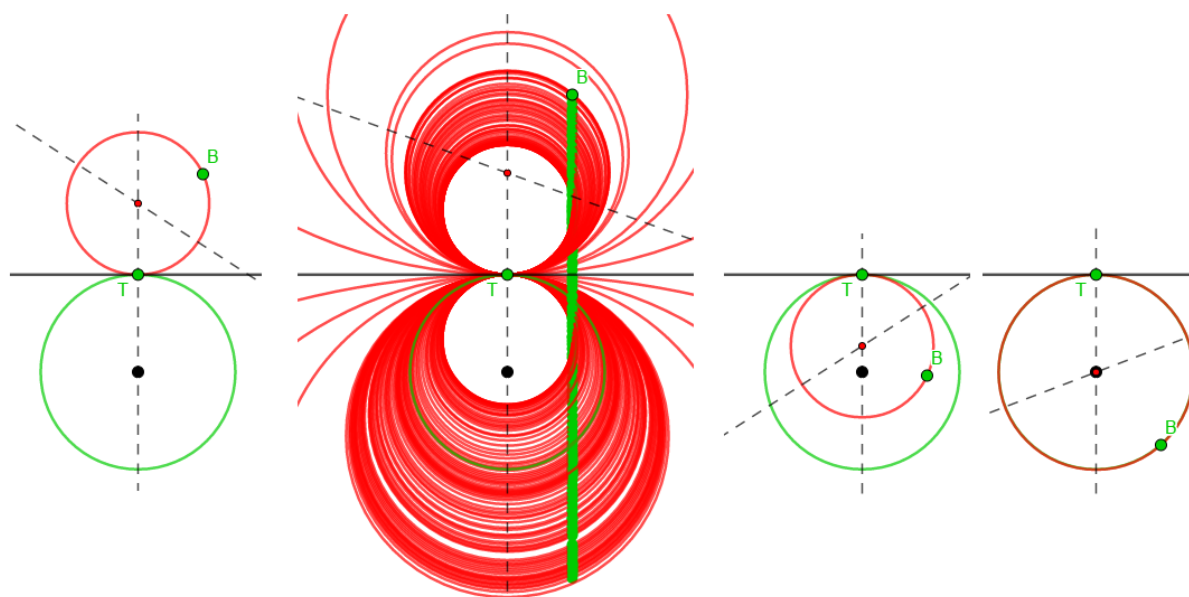
V závěrečné diskusi je nutné uvést všechny poznatky získané na základě simulace, tudíž, že v případě trojice rovnoběžek nebo různoběžek procházejících jedním bodem neexistuje řešení této úlohy. V případě jedné dvojice rovnoběžek existují právě dvě řešení a pro tři různoběžné přímky protínající se ve třech různých bodech existují čtyři řešení.

### 3.3 Řešení Pappových úloh typu $k_T B$ a $p_T B$

V tomto příkladu se budeme zabývat dvojicí Pappových úloh  $k_T B$  a  $p_T B$ , které k sobě mají z hlediska povahy konstrukčního postupu velice blízko, ba dokonce pro vyřešení úlohy typu  $k_T B$  je nezbytná znalost konstrukčního postupu  $p_T B$ . Pappova úloha  $k_T B$  je v obecném znění zadána následovně:

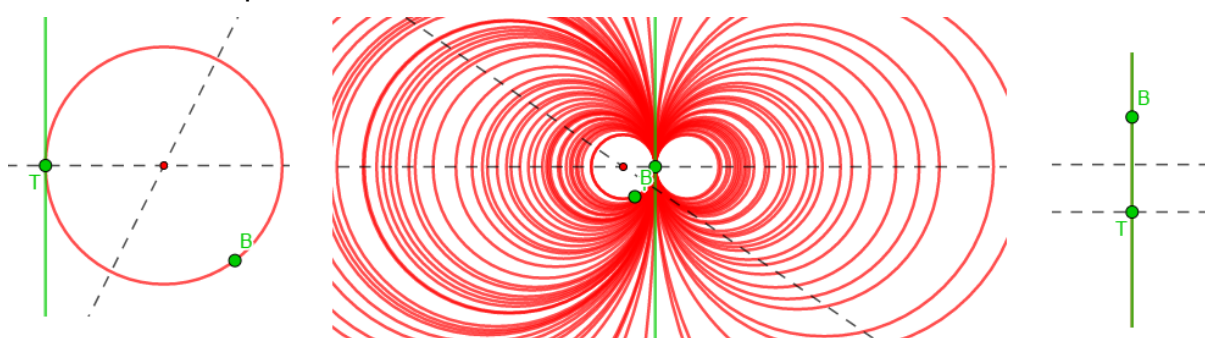
*Sestrojte kružnici  $k$ , která se dotýká dané kružnice  $l$  v bodě  $T$  a prochází zadaným bodem  $B$ .*

Při řešení této úlohy se opíráme o znalost, že v bodě dotyku  $T$  lze sestavit ke kružnici  $l$  tečnu, čímž převedeme celou úlohu na typ  $p_T B$ . Konstrukcí množin bodů dané vlastnosti pak sestojíme jedno pevné řešení a následně využijeme simulace pro zkoumání dalších možností z hlediska vzájemné polohy výchozích prvků a jejího vlivu na počet a existenci řešení.



Obrázek 10 – Existence a počet řešení úlohy  $kTB$  v závislosti na počáteční poloze prvků

Obrázek 10 zachycuje možné žakovské řešení a následnou manipulaci při ověřování jeho existence v závislosti na počáteční poloze zadaných prvků. Výchozí prvky jsou v tomto případě zelenou barvou, pomocné prvky černou a výsledná kružnice  $k$  s jejím středem červenou. V rámci simulace byl zaznamenán otisk výsledné kružnice v závislosti na poloze bodu  $B$  (samozřejmě by bylo možné pohybovat i jinými prvky). Je zřejmé, že s rostoucí vzdáleností bodu  $B$  od zadané kružnice  $I$  roste i velikost poloměru kružnice výsledné. Naopak přibližováním se kružnice  $k$  zmenšuje a v případě, že se bod  $B$  stane vnitřním bodem, má výsledná kružnice  $k$  se zadanou kružnicí  $I$  v bodě  $T$  vnitřní dotyk. Problematický je ovšem přechod bodu  $B$  přes kružnici  $I$  – pokud bod  $B$  náleží stejně jako bod  $T$  v úloze  $kTB$  zadané kružnici  $I$ , pak kružnice  $k$  s kružnicí  $I$  při tomto přechodu splyne a Pappova úloha  $kTB$  nemá řešení, jak je patrné na obrázku 10 vpravo. Toto v případě úlohy  $pTB$  nehraje roli, nicméně problematický je přechod bodu  $B$  přes zadanou přímku, jak je patrné z konstrukce této úlohy a následné manipulace na obrázku 11.



Obrázek 11 – Existence a počet řešení úlohy  $pTB$  v závislosti na počáteční poloze prvků

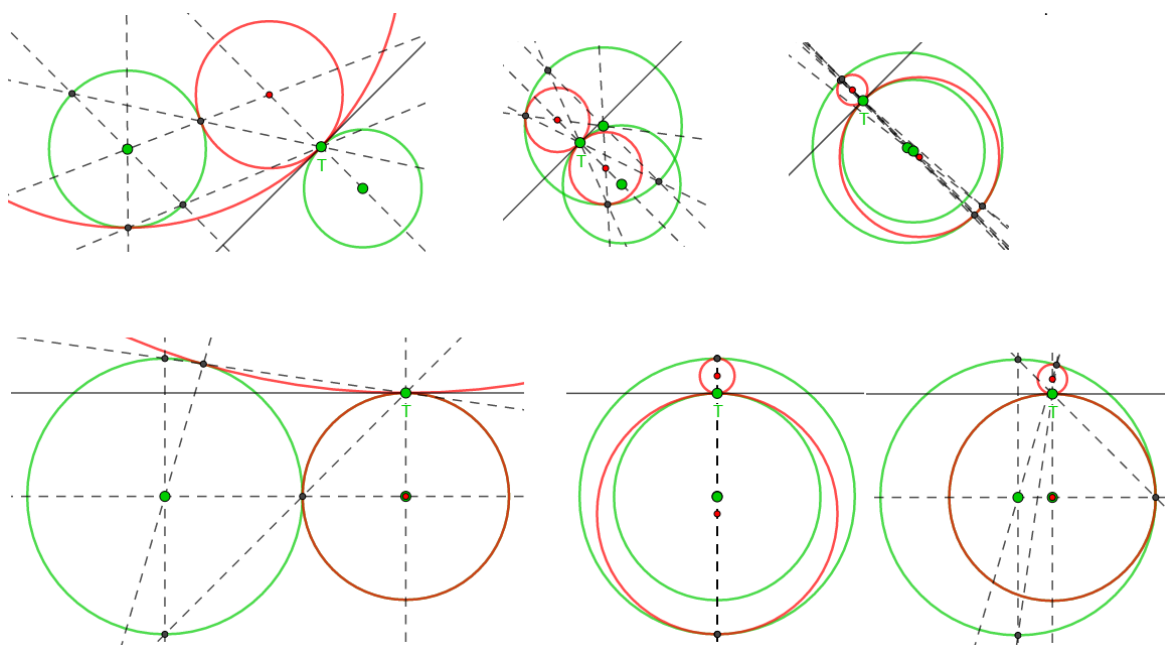
Z obrázku 11 je evidentní, že pokud oba body  $B$  a  $T$  náleží zadané přímce, neexistuje řešení této Pappovy úlohy. V opačném případě má úloha pouze jedno řešení a jedná se o analogii řešení úlohy  $kTB$  a přechodu bodu  $B$  přes zadanou kružnici  $I$ .

### 3.4 Řešení Pappových úloh typu $k\tau k'$ a $p\tau k$

Při řešení Pappovy úlohy typu  $k\tau k'$  postupujeme obdobně jako v předchozím příkladu 3.3, tedy převedeme tento typ pomocí konstrukce tečny na úlohu typu  $p\tau k$  a následně hledáme kružnice splňující všechny požadavky. Obecné znění úlohy  $k\tau k'$  můžeme uvést ve tvaru:

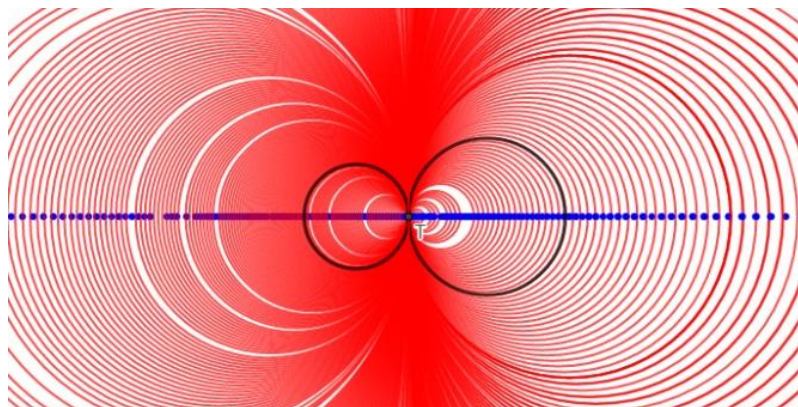
*Sestrojte kružnici  $k$ , která se dotýká daných dvou kružnic  $m, n$  a prochází bodem  $T$ , který leží na jedné ze zadaných kružnic.*

Jako již dříve bude požadována konstrukce jednoho pevného řešení a následnou manipulací rozhodneme o počtu a existenci řešení ve specifických případech polohy zadaných prvků. Jedná se o náročnější úlohu, která by se spíše hodila na střední školu, možná i do úvodního kurzu geometrie na VŠ, řeší se však opět pouze s využitím množiny bodů daných vlastností.



Obrázek 12 – Existence a počet řešení úlohy  $k\tau k'$  v závislosti na poloze výchozích prvků

Na obrázku 12 je sada žákovských řešení Pappovy úlohy  $k\tau k'$  získaná pomocí manipulace a simulace jednotlivých poloh výchozích prvků, ty jsou pro přehlednost obarveny zeleně. Pokud bychom chtěli učinit závěr, tak ve většině uvedených případů má tato úloha dvě řešení. Pouze v případě, že spolu mají kružnice vnější nebo vnitřní dotyk, kterým není zadaný bod  $T$ , jedno z řešení zanikne důvodem splynutí s jednou ze zadaných kružnic. Zajímavou situací, kterou lze snadno v programu simulovat, je výchozí poloha bodů, kdy zadané kružnice  $m, n$  spolu mají vnitřní nebo vnější dotyk v daném bodě  $T$ . V tomto případě má pak úloha nekonečně mnoho řešení. Jedna ze situací (vnější dotyk) je uvedena na obrázku 13, kdy modře je vyznačena množina všech středů hledaných kružnic  $k$  a červeně jsou obarveny hledané kružnice.



Obrázek 13 – Nekonečně mnoho řešení pappovy úlohy krk'

Je zřejmé, že konstrukci uvedenou výše bychom nebyli schopni klasickými prostředky sestavit a obrázek 13 poukazuje na výhodu počítačového softwaru a využití simulace, kdy jsme schopni v počítači realizovat takové experimenty, které by nebyly v reálném životě možné. Dalo by se namítnout, že obrázek stále obsahuje *mezery*, tedy prázdná místa bez řešení. To je však dáno technikou a délkou běhu simulace. V případě, že by měl počítač dostatek času pro konstrukci všech řešení, postupně by kružnice vyplnily červeně celou nákresnu programu GeoGebra.

#### 4 Závěr

Počítačové simulace představují v dnešní době sofistikovaný prostředek, jak zkoumat složitosti okolního světa a ověřovat stanovené hypotézy bez nutnosti dlouhého čekání než proběhne proces v reálném čase. Dávají nám možnost předvídat některé jevy a předcházet tak kupříkladu přírodním katastrofám. V běžném životě se s počítačovou simulací těchto jevů často setkáváme, aniž bychom si uvědomili, jak složitý aparát stojí na pozadí – konkrétně lze zmínit večerní relace o počasí využívající modely z oblasti meteorologie pro předpověď na následující dny nebo simulaci a optimalizaci dopravy. V neposlední řadě je též možné uvést z hlediska zábavy řadu počítačových simulátorů a her.

Ve výuce matematiky nám počítačová simulace v programech dynamické geometrie dává možnost pochopení hlubších souvislostí. Jedná se o prostředek, pomocí kterého můžeme aktivizovat a motivovat žáka k výkonu, kdy i samotné nasazení počítače do výuky může být atraktivní. Badatelsky orientovaná výuka, při níž žák v počítači samostatně simuluje například i nekonečně velkou množinu řešení, nutí žáka myslet v souvislostech, používat již osvojené vědomosti, dovednosti a návyky a též je veden k preciznosti matematického vyjadřování, protože na rozdíl od učitele, počítač nepřesné vyjádření automaticky vyhodnotí jako chybu a bude se na základě nepřesného zadání chovat. V kontextu programů dynamické geometrie se jedná o tlak na obecnost konstrukce.

Příspěvek obsahuje několik úloh, na kterých je demonstrována možnost nasazení programu GeoGebra do výuky, a to už na základní škole. Způsob využití tohoto softwaru se pak odvíjí od přístupu učitele a možností školy. V programu je však možné simulovat konstrukci základních geometrických útvarů pomocí množiny bodů dané vlastnosti a díky vizualizaci a možnosti několikrát proces zopakovat, může správné využití technologií vést k lepšímu a rychlejšímu pochopení abstraktních pojmů žáky. Modelování více (všech, nekonečně mnoha) řešení vybraných geometrických úloh pak může vést hlubšímu pochopení a vnímání souvislostí mezi jednotlivými pojmy/prvky

konstrukce. Počítačový program tak nahrazuje použití rýsovacích pomůcek, což ocení zvláště učitel, kdy rýsování na klasickou tabuli je zvláště při rozsáhlých konstrukcích někdy oříšek, a umožňuje nám realizovat i konstrukce, které by tradičními metodami nebyly možné nebo velmi časově náročné (viz konstrukce nekonečně mnoha řešení Pappovy úlohy na obrázku 13). I přes uvedené výhody by však z hodin matematiky neměla úplně vymizet výuka konstrukcí tradičními prostředky a manipulace s reálnými předměty, aby žáci nezaměňovali modely v počítačovém softwaru za reálné předměty, kterým by připisovali i negeometrické vlastnosti, které počítačové modely obsahují.

### Použitá literatura

1. HEJNÝ, Milan, NOVOTNÁ, Jarmila a VONDROVÁ, Naďa, ed. *Dvacet pět kapitol z didaktiky matematiky*. Praha: Univerzita Karlova v Praze - Pedagogická fakulta, 2004. ISBN 80-7290-189-3.
2. LÁVIČKA, Miroslav. *Syntetická geometrie: Pomocný učební text k předmětu KMA/SG*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007. 190 s.
3. MICHALÍK, Petr. *Počítačová simulace elektronických obvodů a její využití ve výuce*. Vyd. 1. Plzeň: Západočeská univerzita, 2014. 143 s. ISBN 978-80-261-0331-8.
4. PATÁKOVÁ, Eva. *Webovská interaktivní sbírka geometrických úloh*. Plzeň, 2005. Diplomová práce. Západočeská univerzita. Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Lávička, Ph.D.
5. PECH, Pavel, ČINČUROVÁ, Lenka, GÜNZEL, Martin et al. *Badatelsky orientovaná výuka matematiky a informatiky s podporou technologií*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2015. ISBN 978-80-7394-531-2.
6. VALIŠOVÁ, Alena, KASÍKOVÁ, Hana a kol. *Pedagogika pro učitele*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1734-0.
7. VANÍČEK, Jiří. *Počítačové kognitivní technologie ve výuce geometrie*. Praha: Univerzita Karlova, 2009. 212 s. ISBN 978-80-7290-394-8.
8. VYŠÍN, Jan. *Geometria pre pedagogické fakulty*. 2.diel. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1970. 316 s.
9. VYŠÍN, Jan. *Geometrie pro pedagogické fakulty*. 1. díl. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1965. 383 s.

### Kontaktní údaje

Mgr. Jan Frank  
 Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická  
 Klatovská tř. 51, 306 19 Plzeň  
 E-mail: frankjan@kvd.zcu.cz



# VÝUKA INFORMATIKY A PODPORA INFORMATICKÉHO MYŠLENÍ POMOCÍ LEGOROBOTŮ NA GYMNÁZIÍCH

## TEACHING COMPUTER SCIENCE AND SUPPORT OF COMPUTATIONAL THINKING BY LEGO ROBOT AT HIGH SCHOOL

Filip Frank

### Abstrakt

Příspěvek se zabývá výukou informatiky a možnostmi podpory informatického myšlení pomocí legorobotů na gymnáziích. Zabývá se definováním informatického myšlení a podmínkami pro jeho podporu. Došlo k vysvětlení pojmu „legorobot“ a k návrhu jeho možností, výhod a nevýhod využití ve výuce. Na závěr byla navržena metodika pro podporu informatického myšlení pomocí legorobotů. Tato metodika byla otestována na gymnáziu v Aši a výsledky popsány v případové studii.

**Klíčová slova:** *Informatické myšlení, lego, legorobot, metodika*

### Abstract

The paper deals with the teaching of computer science and the possibility of support of computational thinking by usage of legorobots at high schools. It deals with the definition of computational thinking and the ways for its support. The paper explains the term "legorobot" and suggests its possibilities, advantages and disadvantages during computer science lessons. Finally, paper tries to make methodology. Methodology suggests ways how to support computational thinking during computer science lessons by legorobots. This methodology was tested at high school at Aš and the results were described in a case study.

**Key words:** *Computational thinking, lego, legoroboti, methodology*

## 1 Úvod

Příspěvek vychází z diplomové práce s názvem „Výuka informatiky a podpora informatického myšlení pomocí legorobotů na gymnáziích“, která vznikla v roce 2018 na Katedře výpočetní a didaktické techniky Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni, a je věnován výuce informatiky a podpoře informatického myšlení pomocí legorobotů u studentů středních škol. Zmíněná diplomová práce se podrobně zabývá otázkou informatického myšlení, jeho možnými definicemi, podmínkami a možnostmi podpory na základě odlišných přístupů a podmínek stanovených různými autory. Z těch je nutné zmínit Paula Wanga [6] a Jeanet M. Wingovou [7]. Jednou z možných definic informatického myšlení je též společná definice ISTE a CSTA. Zmíněné tři přístupy byly porovnány, aby vznikla jedna definice a společné podmínky informatického myšlení a jeho rozvoje.

Dále jsou představeni legoroboti. Je třeba vymezit si nejen jejich možnosti jako takové, ale i jejich možnosti ve výuce a případné výhody a nevýhody jejich použití. Opět jsou legoroboti hodnoceni s ohledem na informatické myšlení s cílem stanovit, zda je vůbec možné jejich využití při podpoře informatického myšlení.

V rámci diplomové práce vznikla též metodika, která prezentuje způsob, jakým je možné používat legoroboty ve výuce informatiky a podpoře inforatického myšlení u studentů středních škol. Metodika byla testována na gymnáziu v Aši. Z testování byla následně sepsána případová studie, která hodnotila nejen metodiku, ale i možnosti podpory inforatického myšlení pomocí legorobotů.

Vzhledem k omezenému rozsahu příspěvku bylo nutné některé části původní diplomové práce zestručnit, případně vynechat. Celý text, podrobné informace i kompletní výsledky testování nalezne čtenář v [3].

## 2 Inforatické myšlení

Protože definic, co to inforatické myšlení je můžeme nalézt nespočet, nabízí se možnost srovnání a z jednotlivých přístupů se pokusit formulovat ten nejlepší závěr. Pro potřeby práce se spokojíme se třemi přístupy. Dva z přístupů budou autorské a jeden reprezentuje konsensus celého společenství.

### 2.1.1 DEFINICE DLE PAULA WANGA

Paul Wang v knize „From computing to computational thinking“ předkládá definici pomocí definování slova „Computize“. „Computize, verb. To apply computational thinking. To view, consider, analyze, design, plan, work, and solve problems from a computational perspective [6].“ Znamená to tedy, že pokud chceme využívat inforatické myšlení, budeme podle Wanga zkoumat, analyzovat, navrhovat, plánovat, pracovat a řešit problémy z výpočetní perspektivy.

Je zde patrné logické uspořádání kroků a rozložení problému na drobnější podproblémy, které se řeší snadněji.

Zkoumáním a analyzováním myslíme, že je potřeba nahlédnout na problém ze všech možných úhlů a objevit všechny možnosti, které nám problém nabízí. To, že nebyla nějaká možnost řešení problému zmíněna, ještě neznamená, že nemůžeme toto řešení použít.

Navrhování pak spočívá v hledání právě zmíněných řešení. Zároveň tato řešení musíme podrobovat kritickému myšlení a rozhodnout, které řešení je nejlepší.

Plánováním myslíme posloupnost kroků, která je dopředu dána a kterou bychom měli dodržet. Nakonec naplánovaný postup zrealizujeme a problém vyřešíme.

Výpočetní perspektivou je pak právě náš celý nastíněný postup, kdy se snažíme předvídat všechny, i skryté, problémy, které mohou nastat, předem se na ně připravujeme a dokážeme je efektivně vyřešit.

Wang pak také předkládá seznam důležitých aspektů pro inforatické myšlení [6]:

- Zjednodušení a abstrakce – schopnost ignorovat nepodstatné detaily. (Wang předkládá příklad, kdy řidiče automobilu nezajímá, jak automobil funguje, ale zajímá ho, jak se řídí)
- Automatizace.
- Znovuvyužití postupu.
- Pozornost k detailům.
- Srozumitelné a přesné instrukce.
- Objektivní, až chladná logika.

- Opustit bublinu – komunikovat na takové úrovni, aby nám rozuměl příjemce.
- Předvídat problémy.

### 2.1.2 DEFINICE DLE JEANETT M. WING

Jeanett M. Wing, která popsala infromatické myšlení už ve svém článku z roku 2006, jej přináší do nových souvislostí. Zatímco Wang orientoval celé myšlení na odborníky z oboru IT, Wingová problematiku rozšiřuje na problémy běžného života a generalizuje tak myšlení na celý život [7].

Originální znění definice Wingové zní takto: „Computational Thinking is the thought processes involved in formulating problems and their solutions so that the solutions are represented in a form that can be effectively carried out by an information processing agent [7].“

Volně přeloženo pak definice říká, že infromatické myšlení je složitý myšlenkový proces zabývající se formulací problémů a formulací řešení problémů takovým způsobem, aby tato řešení mohla být využita zvoleným agentem pro jejich zpracování.

Řešení, která Wingová zmiňuje, mohou dle ní být provedena počítačem, člověkem, nebo jejich kombinací.

Nicméně Wingová upozorňuje, že jí předkládané problémy nevztahuje pouze na matematické problémy, které je možné propočítat. Problémy mohou být daleko komplexnější a je možné říci i hmatatelnější. Z toho důvodu se stává nedílnou součástí infromatického myšlení algoritmické myšlení a paralelní myšlení.

Nedílnou součástí infromatického myšlení je abstrakce, která nám dává možnost představit si problém a tím ho zjednodušit pro naši mysl. Například algoritmus je abstrakce výstupů, vstupů, výpočetních operací a podmínek, které nakonec vedou k požadovanému cíli. Programátoři používají abstrakci kdykoli si představují jednotlivé vrstvy svého programu, aby tak dokázaly přemýšlet nad konkrétním problémem svojí práce a nebyli rušeni v tu chvíli nepotřebnými záležitostmi [7].

Při pohledu na první dvě definice vidíme podobnosti v přístupu k problému. Oba autoři Přístupují k problému tak, že je potřeba jej analyzovat a zvolit řešení. Rozdíl Wingové oproti Wangovi však tkví především v tom, že Wang se zcela nezabývá využitelností infromatického myšlení širší veřejností a zůstává především v odborné společnosti.

### 2.1.3 DEFINICE CSTA A ISTE

Computer Science Teachers Association (CSTA) je členská organizace založena roku 2004, která si klade za cíl všestranně pomoci učitelům, zejména učitelům informatiky. Pomáhá jim dále se vzdělávat a navrhuje náplně hodin. Momentálně má CSTA zhruba 25 000 členů ve 145 zemích. Členy jsou učitelé ze všech stupňů vzdělávání, od základních škol po vysoké. Zároveň spolupracuje organizace s celými fakultami, nebo školami [1].

International Society for Technology in Education (ISTE) je mezinárodní společnost zabývající se využitím technologií ve vzdělávání. Jedná se o globální společenství pedagogů, kteří podporují využívání technologií ve výuce. Společnost vytváří návrhy, jakým je možné využívat technologie a pomáhá pedagogům se zařazením technologií do své výuky. Nabízí příručky, fóra, nebo účast na akcích [4].

CSTA ve společné práci s ISTE definuje infromatické myšlení, jako postup řešení problému založený na daných bodech, jejichž počet a náplň však nemusí být konečný a je možné je upravit [2].

Body postupu vedoucí k řešení problému dle CSTA a ISTE [2]:

- Formulace problému umožňující využít počítač k pomoci s jeho řešením.
- Logická organizace dat a jejich analýza.
- Abstraktivní reprezentace dat pomocí modelů, nebo simulací.
- Automatizace řešení pomocí algoritmického myšlení.
- Identifikovat, analyzovat a implementovat možná řešení tak, aby dosažení výsledku bylo co možná nejefektivnější.
- Generalizovat a přenést řešení daného problému na širší rámec problémů.

Zároveň však CSTA a ISTE přidávají ještě seznam osobních vlastností a dispozic, které jsou součástí infromatického myšlení [2]:

- Schopnost rychle se adaptovat na změnu.
- Sebevědomí poradit si i se složitými problémy.
- Vytrvalost při práci na složitých problémech.
- Tolerance pro nejednoznačnost.
- Schopnost vyrovnat se s problémem, který nemá jednoznačné řešení.
- Schopnost komunikace s ostatními za účelem dosažení společného cíle, nebo řešení.

V originálním znění se dělení omezilo pouze na pět vlastností [2]:

- „Confidence in dealing with complexity.
- Persistence in working with difficult problems.
- Tolerance for ambiguity.
- The ability to deal with open-ended problems.
- The ability to communicate and work with others to achieve a common goal or solution.”

Při překladu bodů, bylo nutné rozdělit některé z nich na dva, protože čeština nedokázala vyjádřit správný význam bodu.

Body vedoucí k řešení podle CSTA a ISTE jsou velice podobné těm předchozím. Ačkoli nutno dodat, že se opět dle názoru autora přiblížili k odbornější společnosti čili k Wangovu přístupu. Nenacházíme zde tedy na první pohled obecné vyjádření infromatického myšlení, jaké nabídla Wingová.

Oproti předchozím autorům však rozšířila CSTA a ISTE seznam o vlastnosti a osobnostní rysy, které napomáhají infromatickému myšlení. Těmito osobnostními rysy se infromatické myšlení dostalo do obecnější roviny. Je tak možné definovat potřeby infromatického myšlení ve spojení s běžnou populací. Díky těmto osobnostním rysům je mimo jiné daleko snazší uvědomit si, jakým způsobem může pedagog ve výuce rozvíjet samotné infromatické myšlení.

### 2.1.4 ZÁVĚR DEFINIC

Byly předloženy tři definice, které se snažily objasnit pojem informatické myšlení. Všechny tři mají společné, že problém by měl být analyzován a poté vyřešen nejefektivnější cestou. Rozdíly jsou patrné ve chvíli, kdy se zaměříme na oblast využití informatického myšlení. První z autorů Wang celou věc chápe pouze v kruhu odborné veřejnosti. Jeho příklady abstrakce sice lehce zasahují do reálného světa, ale celkově vzato se vždy vrátí k informatikům.

Wingová a CSTA ve spojení s ISTE vnášejí do problematiky obecnější náhled. Popisují vlastnosti lidí a postupy jsou obecnější.

Za definice a vlastnosti informatického myšlení, které budeme využívat v této práci, bychom tedy při výběru, souhrnu a průniku těch nejlepších návrhů měli považovat člověka s danými vlastnostmi. Těmito vlastnostmi jsou cílevědomost, zodpovědnost, kreativita v řešení problému, rychlá adaptace na změnu, týmovost, odvaha pustit se do problému.

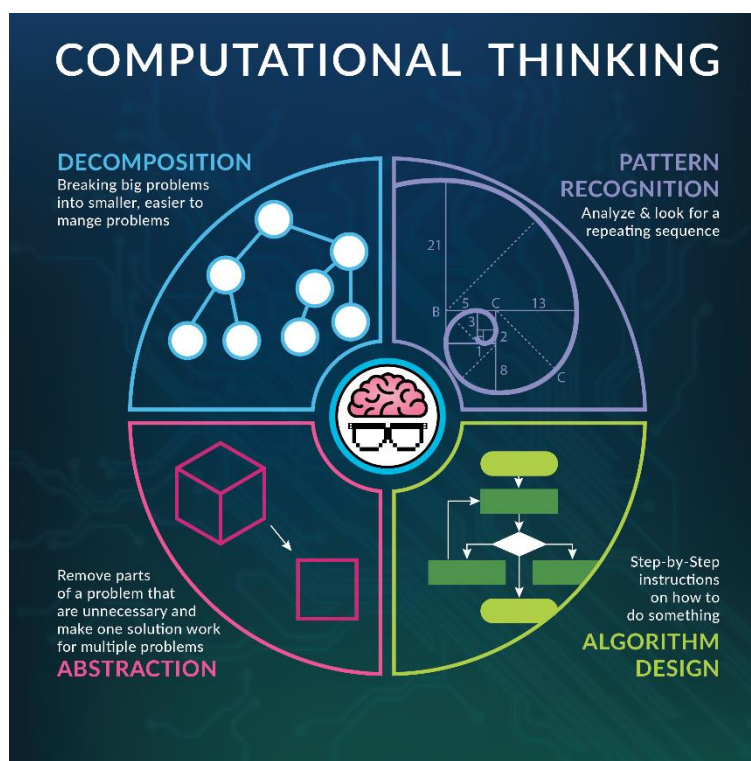
Definici pak využijeme tak, jak ji předkládá Wingová, tedy že informatické myšlení je složitý myšlenkový proces zabývající se formulací problémů a formulací řešení problémů takovým způsobem, aby tato řešení mohla být využita zvoleným agentem pro jejich zpracování. Přičemž nesmíme zapomenout na dodatek Wingové ohledně zaměření problémů, které není pouze striktně matematické, ale může se jednat i o problémy z reálného života [7].

## 2.2 PODMÍNKY INFORMATICKÉHO MYŠLENÍ

Podmínky informatického myšlení jsme si rozebrali už v předchozí kapitole. Obsah té následující především shrnuje jeho zásadní podmínky, kterými jsou:

- Náhled na řešený problém ze všech stran.
- Rozložení složitého problému na více jednodušších problémů.
- Hledání možných opakovaných postupů v řešení problému.
- Očekávání jakékoli nové okolnosti a její vyřešení.
- Schopnost abstrakce.
- Vyřešení problému v relevantním čase.
- Schopnost komunikovat s ostatními tak, aby informacím porozuměli.
- Formulace problému umožňující využít počítač k pomoci s jeho řešením.
- Logická organizace dat a jejich analýza.

Pro lepší představu postupu, který odpovídá informatickému myšlení, je přiložen obrázek (Obrázek 1).



Obrázek 14 – Podmínky infromatického myšlení (COMPUTATIONAL THINKERS. [www.computationalthinkers.com](http://www.computationalthinkers.com) [online]. [cit. 17.1.2018]. Dostupný z: <https://www.computationalthinkers.com/wp-content/uploads/2016/01/ComputationalThinkingProductLogo.png>)

Při překladu jednotlivých částí obrázku využijeme určení pomocí kvadrantů, známé z kartézské soustavy, začneme druhým kvadrantem a budeme postupovat po směru hodinových ručiček. Modrá sekce „decomposition“ (II), zachycuje snahu o rozložení složitého problému na více jednodušších problémů, jejichž společným vyřešením získáme řešení původního složitějšího problému.

Fialová sekce „patern recognition“ (I) nelze přeložit doslovně. Jedná se o hledání opakujících se kroků řešení. Tento postup můžeme přirovnat k jedné z výhod objektově orientovaného programování. Zmíněnou výhodou je znovuvyužití kódu. V infromatickém myšlení však nebudeme mít na mysli pouze naprogramovaný kód, ale jakýkoli stejný sled kroků.

Světle zelená sekce „algorithm design“ (IV) v překladu znamená algoritmický design. Popisuje algoritmický postup, který infromatické myšlení využívá. Při řešení problému si totiž jednotlivé kroky musíme vhodně seřadit tak, abychom na konci algoritmu získali řešení problému. Navíc pokud si algoritmus vyjádříme například vývojovým diagramem, můžeme v případě špatného řešení problému poměrně snadno najít v atomizovaných krocích chybu a následně ji opravit.

Poslední částí obrázku je „abstraction“ (III). Českým překladem je abstrakce, kterou zmiňoval už Wang. Jedná se o odstranění částí problému, které pro naše řešení nehrají roli. V případě, že bychom tedy řešili problém, jakým způsobem zapnout domácí spotřebič, například vysavač. Řešení tohoto problému je snadné, zapojíme vysavač do elektrické zásuvky a zmáčkne vypínač na přístroji. Už nás ale nemusí zatím při řešení problému, kde se vzala v zásuvce elektřina, nebo jakým způsobem funguje tlačítko na vysavači.

## 2.3 PODPORA INFORMATICKÉHO MYŠLENÍ

Podpora informatického myšlení probíhá podobně, jako ovlivňování postojů žáků. Není tedy možné rozhodnout se, že se bude v průběhu prvního pololetí školního roku probírat informatické myšlení. Je potřeba dodržovat postupy a podmínky informatického myšlení samotným vyučujícím a vést k nim i žáky. Je tedy jasné, že není možné informatické myšlení podporovat pouze v hodinách informatiky. Zapojit by se měly, pokud možno všechny obory.

Můžeme si všimnout, že některé obory už bezděčně ve své výuce podmínky informatického myšlení dodržují, aniž by to někomu přišlo divné. Například v tělesné výchově si můžeme všimnout rozkladu komplexní pohybové dovednosti na několik menších. Tento rozklad si můžeme ilustrovat například na přeskoce. Máme zde několik fází, rozběhovou, odrazovou, letovou, dopadovou na můstek, odrazovou z můstku, letovou přes překážku, doskokovou. Každou z fází je možné trénovat odděleně a postupně je spojit a vyřešit tím problematiku pohybové dovednosti jako celku. Navíc naučené dílčí dovednosti je možné využít v jiných komplexních dovednostech. V tělesné výchově se pro tento přenos dovedností používá označení transfer. V informatických kruzích bychom mohli tento transfer připodobnit k znovu využitelnosti kódu. Podobným způsobem mohou využívat informatické myšlení i obory, jako čeština nebo matematika a samozřejmě další.

### 2.3.1 PODPORA INFORMATICKÉHO MYŠLENÍ V INFORMATICE

Pro podporu informatického myšlení v hodinách informatiky je možné využít nejrůznější aplikace zabývající se buď samotným programováním, kdy bychom ale raději volili aplikace jako scratch, stencyl, nebo programovací prostředí pro legoroboty. Legoroboty se s ohledem na zaměření práce budeme zabývat později a šířeji.

Všechny tři aplikace, respektive programovací prostředí nabízejí bloky kódu, které žáci mohou propojovat a mísit. Vývojáři se pokusili usnadnit uživatelům práci tím, že tvar a barva jednotlivých bloků napovídají, které další bloky je možné k nim připojit.

Stencyl a scratch oproti prostředí pro lego pak pracují s prvky v podobě obrázků. Uživatelé nastavují objektům vlastnosti, události, aktivity a případně reakce na vnější zásah nebo střetnutí s jiným prvkem.

Jedním z prvních a nejjednodušších příkladů by tedy mohl být úkol, aby žáci přiměli nějaký prvek k posunu až na pravý okraj, kde by se měl zastavit a pomocí zvoleného způsobu informovat uživatele, že dosáhl konce. Uživatel by pak měl dostat na výběr, kam chce jít dál.

Další z možností, jak rozvíjet informatické myšlení mohou být nejrůznější hry. Poměrně populární se stala v tomto směru hra Minecraft. Žáci hru většinou dobře znají. Nicméně už méně žáků ví, že není nutné, aby stavěli všechny své výtvořky manuálně. Žáci si mohou pomoci vyznačením prostoru, který chtějí vyplnit zvoleným materiálem a ušetřit si tak spoustu času. Zadání úkolu by pak mohlo mít podobu požadavku na vystavení budovy školy, nebo jiné veřejné budovy.

## 3 Legoroboti

První model počítačem řízeného lega se objevil už v roce 1986. O významnějším kroku lega můžeme však mluvit v roce 1988, kdy společnost Lego začala spolupracovat s Massachusetským technologickým institutem. Společně začali pracovat na programovatelné „kostce“, kterou by bylo možné propojit s dalšími

součástkami a naprogramovat chování celku počítačem. V lednu v roce 1998 pak bylo představeno „LEGO MINDSTORMS RCX Intelligent Brick and Robotics“ v muzeu moderního umění v Londýně. Ve stejném roce v září pak byl spuštěn robotický výzkum souběžně ve spojených státech a spojeném království. Zároveň vznikla dvě rozšíření původní stavebnice a sice „RoboSports“ a „Extreme Creatures“, což můžeme přeložit jako robosporty a extrémní příšery. Po těchto začátcích pokračoval vývoj poměrně rychle. V prosinci roku 1998 vznikla soutěž mezi středními školami ve využití legoroborů. Prvního ročníku se zúčastnilo 200 studentských týmů. První celosvětovou soutěží „FIRST LEGO League World Championship“ se konal v roce 2005 v Atlantě. V roce 2008 se Lego Mindstorms dostalo do robotické síně slávy Carnegie Mellon University [5].

Dalším významným vývojem prošli legoroboti v srpnu roku 2009, kdy se objevila nová verze Lego Mindstorms NXT 2.0. V lednu roku 2013 oslavili legoroboti 15. výročí uvedením své další verze Lego Mindstorms EV3, jejíž celosvětový prodej byl zahájen v září téhož roku [5].

V praktické části této práce, kde budeme využívat legoroboty, bude využita verze NXT. Zmíněná verze byla využita kvůli většímu počtu stavebnic, které byly v době testování k dispozici k zapůjčení na katedře výpočetní a didaktické techniky při fakultě Pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. V programovatelných kostkách byl aktualizován firmware, aby bylo možné používat nejnovější programovací prostředí. Další výhodou využití stavebnice NXT je šance ukázat, že při aktualizaci firmwaru, která je k dispozici po připojení kostky k počítači přímo v programovacím prostředí, je i starší verze stále standardně použitelná. V případě, že škola vlastní verzi NXT není bezpodmínečně nutné zakupovat nové stavebnice.

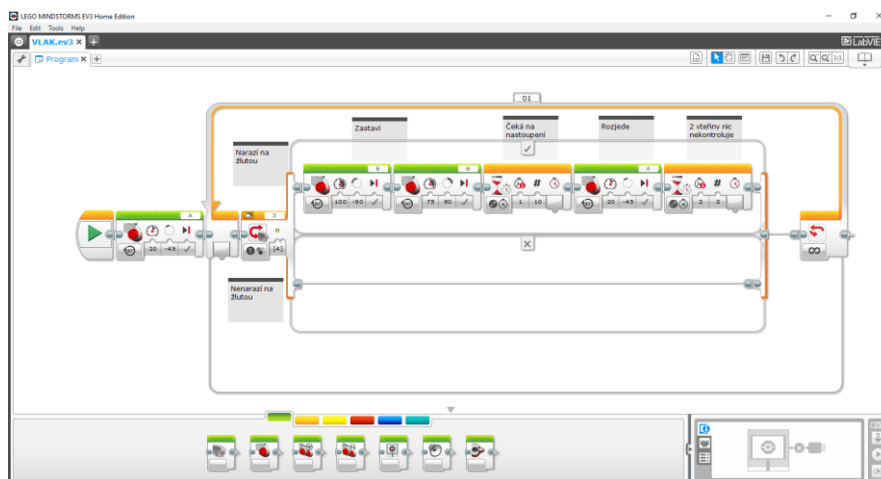
### **3.1 MOŽNOSTI LEGO ROBOTŮ VE VÝUCE A JEJICH MOŽNÉ VÝHODY A NEVÝHODY**

Legoroboti, umožňují rozvíjet nejen programovací dovednosti žáků. Žáci se musí vypořádat s komplexním problémem, podobně jako tomu bude v budoucím životě. Na základě zadaného problému musí projít přes návrh robota, jeho zkonstruování až k jeho naprogramování. S ohledem na cenu stavebnic se navíc dá očekávat, že budou muset žáci spolupracovat v týmech a řešit nedostatek stavebních dílů. Budou tedy muset kreativně a netradičně využít některé díly, které by se standardně použili jinde.

Zásadní výhodou využití legorobotů se může jevit jejich relativně jednoduché zkonstruování a jejich názornost. Žáci budou mít díky široké nabídce různých dílků rychle hotový návrh konstrukce robota. Seznámí se s nejrůznějšími čidly, jako je ultrazvukový senzor, dotykový senzor, světelný senzor, nebo zvukový senzor. Dále je možné rozšiřovat sadu o čidlo rozpoznávající barvy, infra závora nebo gyroskop.

Samostatnou částí Lego mindstorms je programovací prostředí. Žáci se v něm seznámí s objektově orientovaným programováním. Jsou zde pro ně připravené bloky, které je možné na sebe napojovat a nastavovat. Pokročilejší žáci si mohou vytvářet i vlastní bloky. To využijí zejména v případě, že využívají nějakou skupinu příkazů. Dá se říct, že si vytvoří vlastní proceduru, kterou poté znovu využívají. Krom tvorby vlastních bloků jsou přítomny i matematické operace a možnost používat klasické proměnné.





Obrázek 15 – Programovací prostředí (zdroj: vlastní)

Seznam možných výhod využití legorobotů ve výuce:

- názornost,
- relativně snadná konstrukce,
- zábavná výuka,
- řešení problémů z běžného života pomocí legorobota (tvorba robotického vysavače),
- programování hmatatelného objektu.

Seznam možných nevýhod využití legorobotů ve výuce:

- vysoká pořizovací cena (sada EV3 obchod robotworld.cz 8 499 Kč s DPH) [8],
- nesoustředěnost žáků,
- žáci si mohou hrát, ale nic se nenaučí,
- umezenost základní sady,
- vybitá programovatelná kostka.

#### 4 Metodika výuky informatiky podporující inženýrské myšlení na gymnáziích

Mezi cíle budou jednoznačně patřit dílčí kroky vedoucí ke schopnosti žáků pracovat s legoroboty. Žáci budou muset nejprve poznat, jaké mají možnosti při práci se stavebnicí. Následně se budou muset seznámit s programovacím prostředím robota a pochopit základní konstrukce při programování, jako jsou cykly, podmínky, nebo přepínače. Pro konkrétní práci s programovacím prostředím budou potřebovat poznat, samotnou práci s prostředím. Jakým způsobem mohou stavební bloky propojovat, odstraňovat nebo nastavovat. Pro lepší přehlednost vypíšeme nyní cíle metodiky do seznamu.

- Žáci vysvětlí a použijí základní konstrukce z programování, jako jsou cykly, podmínky nebo přepínače.
- Žáci používají části stavebnice a propojují jednotlivé díly tak, aby dosáhli svého cíle.

- Žáci používají programovací prostředí pro legoroboty k vyřešení zadaného úkolu, ale i k dosažení vlastních cílů s nimi.
- Žáci naprogramují legorobota pomocí programovacího prostředí tak, aby robot plnil svou funkci.

První z cílů se zabývá základními konstrukcemi a prvky v programování. Těmi myslíme cykly, podmínky, konstanty a proměnné. Nabyté znalosti si žáci okamžitě vyzkouší při řešení teoretických problémů ve skupinách. Vzhledem ke snaze podporovat informatické myšlení za využití legorobotů není nutné trvat na využití správných označení ve vývojovém diagramu, ani na jeho využití jako takovém. Vzhledem ke snaze o pochopení nám postačí popis běžným jazykem.

Žáci mají za úkol zvolit si ve skupině svého zástupce. Poté popíše jeho cestu do školy pomocí základních pohybů, které nejsou složeny z dalších činností. Budou muset používat především podmínky. Na příklad, pokud přijde žák k silnici, nestačí napsat „Rozhlédnu se!“, je potřeba rozhlédnutí buď definovat někde jinde, abychom jej mohli používat, jako funkci, nebo pokaždé vypisovat, co je rozhlédnutí a za jakých podmínek žák přejde. Žáci po dokončení úkolu budou postupně před třídou prezentovat svůj postup cesty do školy. Ostatní žáci reagují na případné chyby a pokouší se je opravit. Vyučující poukazuje na chyby, kterých si nevšimli ostatní žáci, případně odůvodňuje, proč se o chybu nejedená.

I když by se mohlo zdát, že v této části metodiky nedochází k podpoře informatického myšlení, není tomu tak. Žáci ve skupinách rozebírají problém docházky do školy ze všech stran. Nejenže musí očekávat příjezdící auto při přecházení, ale už volba cesty, kterou budou popisovat, může být nezvyklým úhlem pohledu na věc. Žáci se budou muset dopředu rozhodnout, která cesta bude pro jejich popis nejvýhodnější. Rozklad složitěho na jednodušší je jasně patrný samotným zadáním. Dále je rozvíjena schopnost komunikace, vyřešení problému v relevantním čase i hledání možných opakovaných postupů v řešení problému.

Pokud žáci budou schopni vyřešit zadaný problém, můžeme považovat cíl „Žáci vysvětlí a použijí základní konstrukce z programování, jako jsou cykly, podmínky nebo přepínače.“ za splněný a je možné pokračovat k dalším cílům.

Zbylé cíle by byly naplňovány v podobném duchu. Pokud čtenáře zajímá konkrétní znění naplňování všech cílů, nachází se v diplomové práci, ze které příspěvek vychází.

## 5 Závěr

V příspěvku jsme se seznámili s definicemi informatického myšlení a možnostmi jeho podpory. Z možností vyplývá, že je možné podporovat informatické myšlení na školách již dnes, a to bez rozsáhlých investic do vybavení. Jedinou podmínkou je změna přístupu vyučujících k vedení hodin. Zároveň jsme objasnili pojem legorobot, jaké jsou jeho možnosti a navrhli případné výhody a nevýhody jeho využití ve výuce.

Závěrem jsme se pokusili nastínit metodiku, která by podporovala informatické myšlení za využití zmíněných legorobotů. Je uvedeno konkrétní naplnění jednoho z cílů metodiky.

## Použitá literatura

1. **CSTA.** CSTA. [Online] CSTA. [Citace: 29. 11. 2017.] Dostupné z:<<https://www.csteachers.org/page/About>>.
2. **CSTA a ISTE.** Computational thinking teachers resources second edition. *CSTEACHERS*. [Online] 2011. [Citace: 29. 11. 2017.] Dostupné z:<[https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/472.11CTTeacherResources\\_2ed.pdf](https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/472.11CTTeacherResources_2ed.pdf)>.
3. **Frank, Filip.** *Výuka informatiky a podpora informatického myšlení pomocí legorobotů na gymnáziích*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2018.
4. **ISTE.** About. *Iste*. [Online] [Citace: 24.. 4. 2018.] Dostupné z:<<https://www.iste.org/about/about-iste>>.
5. **Lego.** Lego Mindstorms EV3. *Lego*. [Online] [Citace: 12. 2. 2018.] Dostupné z:<<https://www.lego.com/cs-cz/mindstorms/history>>.
6. **Wang, Paul.** *From computing to computational thinking*. Ohio : CRCPress, 2016. ISBN: 978-1-4822-1766-7.
7. **Wing, Jeanett M.** *Carnegie Mellon University*. [Online] 17. 11. 2010. [Citace: 27. 11. 2017.] Dostupné z:<<https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>>.
8. **Robot world.** *Robot world*. [Online] [Citace: 13. 2. 2018.] Dostupné z:<[https://www.robotworld.cz/lego-mindstorms-ev3?gclid=CjwKCAiAatorUBRBnEiwAfcP\\_YzWm135iFNW36OTxmGRvzfev1sKmH6eQJQ1IlvPoOVHlvtXiD4TtwBoCMpEQAvD\\_BwE](https://www.robotworld.cz/lego-mindstorms-ev3?gclid=CjwKCAiAatorUBRBnEiwAfcP_YzWm135iFNW36OTxmGRvzfev1sKmH6eQJQ1IlvPoOVHlvtXiD4TtwBoCMpEQAvD_BwE)>.

## Kontaktní údaje

Bc. Filip Frank  
 Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická  
 Klatovská tř. 51, 306 19 Plzeň  
 E-mail: frankf@students.zcu.cz

# DESKOVÁ HRA JAKO ZÁKLAD PRO PROJEKTOVÝ DEN NA PODPORU TECHNICKÝCH A SOCIÁLNÍCH DOVEDNOSTÍ

## BOARD GAME AS A BASIS FOR A PROJECT DAY TO SUPPORT TECHNICAL AND SOCIAL SKILLS

Zdeněk Lomička

### Abstrakt

Článek popisuje využití principů deskových her při přípravě projektového dne pro žáky druhého stupně základních škol a žáky středních škol. Ukazuje, jak lze propojit podporu rozvoje technických a sociálních dovedností a klíčových kompetencí žáků se zohledněním průřezových témat ve výuce. Shrnuje výhody i nevýhody použití komplexnějších deskových her ve výuce a způsob, jak z nich vytěžit co nejvíce. Cílem je zachování komplexnosti obsahu a zároveň maximální jednoduchost pravidel i samotných úkonů pro hraní interaktivní hry na téma založení a rozvoje firmy a vývoje a prezentace jejího nosného výrobku. Jednou ze základních částí textu je představení řešení projektového dne, tj. interaktivní hry, od vzniku prototypu a počátečních domněnek o chování žáků během projektového dne až po nezbytný vývoj a mnohonásobnou neustálou evaluaci při realizaci ve školách. V textu jsou zmíněny zásadní aspekty této konkrétní interaktivní hry, historický vývoj jednotlivých jejích částí a významné poznatky z jejího hraní. Neméně významný part hraje pak využití zjištění z projektového dne pro výzkum vlivu prostředí interaktivní hry na způsob řešení vybraných úloh z programování. Toto vše pak v kontextu s již realizovaným výzkumem na téma vlivu deskových her např. na rozvoj algoritmického a inforatického myšlení u žáků a studentů. Významným poznatkem z realizací projektového dne je očividně pozitivní vliv na rozvoj vazeb, komunikace a spolupráce mezi žáky. Potvrzením toho je pak výrazně kladná zpětná vazba z jejich strany i ze strany vyučujících. Na základě kladného přijetí lze očekávat i vstřícnost k účasti na zmíněném výzkumu, který je ve fázi přípravy a bude probíhat paralelně s vybranými projektovými dny.

**Klíčová slova:** *projektový den, interaktivní hra, klíčové kompetence, roboti, programování, finance, marketing, prezentace, naše firmy*

### Abstract

The article describes the use of board game principles during the preparation of the project day for pupils of the second grade of elementary schools and *students* of secondary schools. It illustrates how to support the development of technical and social skills of *participants* concurrently *with their* key competencies, taking into account *also* cross-curricular topics in teaching. It summarizes the advantages and disadvantages of using more complex board games in teaching and how to get the most out of them. The aim is to preserve the complexity of the content and at the same time to maximize the simplicity of the rules and the actual acts for playing interactive games on the foundation and development of the company and the development and presentation of its *fundamental* product. One of the basic parts of the text is the introduction of a project day *using interactive game*, from the creation of a prototype and the initial

assumptions about pupils' behavior during the project day to the *necessary development and* continual evaluation in school implementation. The text discusses the crucial aspects of this particular interactive game, the historical development of its parts, and the significant knowledge of its play. Equally important is the utilization of the findings from the project day for research on the influence of the interactive game environment on the way of solving selected programming tasks. All this in the context of already realized research on the influence of board games eg. on the development of algorithmic and *computational* thinking of pupils and students. A significant knowledge of the implementation of the project day is obviously a positive influence on the development of *relationship*, communication and cooperation among pupils. This is confirmed by positive feedback *of them* and of the teachers. On the basis of positive acceptance, we can also expect the participation in the research, which is in the preparation phase, and will run in parallel with selected project days.

**Key words:** *project day, interactive game, key competencies, robots, programming, finance, marketing, presentation, our companies*

## 1 Deskové hry ve vzdělávání

Deskové hry zažívají v současné době neobyčejný rozmach, a to co se týče marketingové prezentace, prodeje i spojování se vzděláváním. Obecné nadšení z deskových her používaných ve vzdělávání je možné bagatelizovat tím, že téměř v každé hře se při troše snahy najde něco vzdělávacího, nicméně zůstává faktem, že deskové hry ve vzdělávání samozřejmě využít lze. Neznamená to, že učitel vezme nějakou deskovou hru do výuky, vysvětlí žákům její pravidla, zahrají si ji při hodině a následně budou mít stejné znalosti jako po absolvování klasické vyučovací hodiny. Pokud hra není nějakým způsobem koncipována přímo pro výuku, pak by byl přínos z jejího zahrání pouze velmi omezený. Pro většinu běžných her platí, že až na výjimky v rámci výzkumů, projektových dnů apod. jsou vhodné jako zajímavý doplněk, zejména jako součást náplně volitelných předmětů či školních klubů, avšak nenahradí výuku samotnou.

### 1.1 Aspekty využití deskových her ve vzdělávání

Deskové hry (ale v zásadě to platí pro jakékoli hry) jsou obecně velice kladně přijímány a cokoli s nimi spojeného vzbuzuje očekávání příjemného zážitku. Jaké jsou tedy přínosy a problémy spojené s využitím deskových her ve výuce?

Deskové hry můžeme bezesporu spojit s pozitivním vlivem na rozvoj těchto klíčových kompetencí:

- kompetencí k řešení problémů,
- kompetencí komunikativních,
- kompetencí sociálních a personálních,
- kompetencí pracovních.

Většina deskových her totiž před hráče staví nějaký problém, který je třeba řešit. Ať se jedná o problém překonání soupeře v rámci kompetitivních her, nebo vyřešení překážek, které před hráče staví samotná hra při hraní her logických (zejména v případě her pro jednoho hráče) či kooperativních (pro jednoho a více hráčů). Jeho vyřešení, splnění úkolů apod. pozitivně motivuje hráče k řešení problémů i v reálném světě.

Mnoho deskových her nějakým způsobem vybízí ke komunikaci mezi hráči. Může to být přímo při hře samotné, ale i např. následné hodnocení či analýza proběhlé partie či prosté sdělování zkušeností a zážitku. Není asi nutné dokládat, že jakékoli zlepšení komunikace vnitřní (v rámci týmu, herní skupiny, třídy) i vnější (týmy a skupiny mezi sebou, prezentace dojmů svým spoluhráčům apod.) lze považovat za jednoznačně přínosný aspekt.

V poslední době se objevuje mnoho deskových her, které se způsobem hry řadí ke kooperativním. Cílem hráčů je spolupracovat a splnit úkoly a pokořit překážky předkládané hrou. Takové hry je možné hrát i v jednom hráči, ale většinou je herní zážitek umocňován ve více hráčích, přičemž se klade důraz na vhodnou spolupráci. K té jsou hráči, členové „týmu“, vedeni zpravidla společně i s potřebou vzájemné komunikace.

V moderních deskových hrách figuruje řada takových, které se zabývají rozvojem osobnosti, zvyšováním uvědomění si svých schopností, zlepšení sebe prezentace apod. Řada takových pobídek následně může vést ke zlepšení vnímání sebe sama a své pozice na trhu práce.

Nabídka deskových her je velice široká. Pokud vezmeme v úvahu celé toto spektrum, pak lze říci, že ve spojení se vzděláváním kladou důraz na:

- algoritmické a infromatické myšlení (zjednodušení a abstrakce, znovuvyužití postupu, srozumitelné a přesné instrukce, pozornost k detailům, předvídaní problémů),
- sociální dovednosti (komunikace, empatie, řešení problémů, zvládnání zátěžových stavů, spolupráce, budování vztahů...),
- práci s informacemi,
- paměť,
- jemnou motoriku
- a další.

Nelze ovšem očekávat, že hry budu vždy poskytovat rozvoj ve všech těchto oblastech. Dokonce lze předpokládat, že málokterá bude rozvíjet hráče ve více než jedné či dvou.

Při zavádění deskových her do výuky je kromě tohoto předpokladu třeba zohlednit i následující kritéria:

- jaký má mít hraní hry přínos pro žáky a jaký pro učitele,
- jací žáci budou hru hrát a v jakém počtu,
- kolik lze vyčlenit času na přípravu hry a vysvětlení pravidel,
- v kolika lidech bude možné hru řídit (dotazy a konzultace při hře nebo při větším počtu paralelních her apod.),
- kolik lze vyčlenit času na samotné odehrání hry,
- kolik času lze vyčlenit na vyhodnocení hry a zpětnou vazbu a propojení s učivem.

Odpověď na první bod je důležité znát ještě před tím, než se vůbec hra ocitne ve třídě. Pakliže totiž zahrání hry nemá jiný přínos, než se se v rámci vyučování zahraje

nějaká hra, pak nemůžeme mluvit o využití deskové hry ve výuce, ale spíše o přerušení výuky za účelem zahrání hry. Má-li být pak hraní řízené, tj. hra je zvolena za nějakým účelem, pak by měli hráči znát důvod. Dozvědět se příběh s ní spojený a její přínos pro ně.

Ani následující body ale nejsou méně závažné. Je třeba si uvědomit, že příprava deskové hry neproběhne automaticky kliknutím na nějaké tlačítko „start“, ale že je třeba připravit herní plochu a všechny komponenty a nakonec ještě vysvětlit hráčům pravidla. Čím komplexnější hra je, čím více obsahuje komponent a čím více úkonů je spojeno s jejím průběhem, tím obtížnější je její zařazení do výuky. Hry náročné na management jsou vhodné spíše pro hraní v klubech nebo pro nějaký projektový den než na zahrání v rámci vyučovací hodiny.

Před jakýmkoli využitím hry ve výuce by mělo zaznít, proč se hra hraje a jaký je očekávaný přínos pro zúčastněné. Zároveň je třeba vzít v úvahu, že když je na krabici uvedena nějaká doba hry, první hra nezkušených hráčů může trvat i dvakrát tak dlouho. Pokud hra vyžaduje nějaký management herních komponent během hry, nebo nějaké průběžné vyhodnocení, pak je třeba brát v úvahu, kolik lidí je třeba na to, aby ji bylo možné hrát v daném počtu her a žáků. Po odehrání hry je pak ještě vhodné (jako při běžném zakončení výuky) zopakovat očekávaný přínos, vyhodnotit skutečný a předat zpětnou vazbu všem hráčům.

Vzhledem k uvedenému je zpravidla vhodnější ve výuce použít jen část zvolené hry. Lze např. zahrát pouze několik herních kol, pokud to hra umožňuje, využít pouze některé komponenty a/nebo herní princip a upravit je pro své potřeby s ohledem na cíl, pro jehož naplnění má být hra využita.

## 1.2 Praktické studie využití deskových her ve vzdělávání

Samostatnou kapitolou využití her ve vzdělávání jsou studie působení her na žáky. V takovýchto případech se sdělení počátečních informací a očekávání odvíjí od toho, čím se autoři chtějí ve studii zabývat. Ne vždy je žádoucí, aby účastníci studie znali všechny informace související se studií. Nicméně právě prováděním studií v souvislosti s hraním deskových her lze zjišťovat jejich vliv na jedince, na jeho chování, rozhodování, způsob analýzy předkládaných informací apod.

Jedním ze zdokumentovaných přínosů využití deskových her ve výuce byl projekt Markuse Scholze a kolektivu z roku 2008. Společně s kolegy rozdělili žáky s poruchami učení (šlo o žáky se snížením IQ 70–85) do dvou skupin. Po dobu jednoho roku měla jedna skupina místo jedné z několika hodiny matematiky hodinu šachů, přičemž druhá, kontrolní skupina, měla standardní výuku matematiky. Vyhodnocení ukázalo, že hraní šachů zlepšilo matematické myšlení žáků a jejich schopnost efektivního řešení úkolů (Scholz a kol. 2008).

Další z projektů se zabýval využitím deskových her na podporu kritického myšlení a komunikačních dovedností. Součástí bylo zkoumání spontánního rozvoje informatického myšlení při hraní kooperativní deskové hry Pandemic. Autoři natáčeli průběh hry a následně jej analyzovali a zkoumali využití aspektů informatického myšlení dle Wingové: podmínkové logiky, distribuovaných procesů, analýzy situace, simulace a vytváření algoritmů. Závěrem mohli prohlásit, že při hraní této kooperativní hry zaznamenali jasné znaky využívání informatického myšlení ze strany hráčů (Berland a Lee 2011).

Tyler Moore se ve své práci zaměřil na využití deskové hry v základech výuky informatiky. Považuje ji za nové médium, které by mělo studentům pomoci zlepšit

pochopení předkládané látky. Vytvořil za tím účelem deskovou hru, která ilustruje a definuje několik základních pojmů a technik z informatiky. Dle výsledků testování na dvou skupinách studentů zaznamenal významný přínos využití této hry ve výuce (Moore 2011).

Tyto a i další projekty, které se využitím deskových her ve výuce zabývají, ukazují, že jak samotné deskové hry, tak i jejich principy přináší do výuky nové možnosti a prvky, které mají prokazatelný význam na zlepšení konkrétních schopností žáků. Které schopnosti to jsou, je pak dáno výběrem deskové hry respektive jejích principů.

## 2 Projektový den využívající principy deskových her

V poslední době je v médiích často zmiňována potřeba vedení nastupujících generací více k technickým oborům, což souvisí se zvýšením důrazu na motivaci žáků pro technické zaměření již na začátku a v průběhu studia. A motivace žáků by měla začít již na základní škole. Takový úkol, navíc s akcentem na posílení sociálních dovedností, se stal impulsem pro sestavení konceptu projektového dne využitelného pro poslední ročníky základních škol a pro střední školy. V obou případech se pak jedná též o spojení s volbou povolání a následného rozhodnutí o svém dalším směřování v profesním světě.

Od samého počátku je projekt plánován jako koncept deskové hry. To bylo dáno aktuálností takového tématu a zároveň předpokladem, že pro žáky by hravá forma mohla být vhodným způsobem předání informací.

### 2.1 Stručný popis projektového dne

Projektový den vychází z uvažované deskové hry na téma vzniku a vývoje firem. Během něj je využita řídicí aplikace, kterou ovládají průvodci hrou (mentoři), a dále jsou využity různé prvky a komponenty z deskových her. Kreativní stránku hry pak umožňují roboti, tablety a výtvarné potřeby. Její uplatnění je pak na samotných aktérech – žácích.

Na začátku si žáci vyslechnou základní informace o tom, jak firmy, zejména výrobní, fungují. Dozvědí se o jejich zásadních odděleních a úkolech, které řeší.

Následně se žáci losem rozdělí do týmů (firem) a rolí v nich, ve kterých budou po dobu hry fungovat: ředitel, výroba, obchod, vývoj, marketing. Každá role má specifické úkoly, jejichž plnění přináší týmu úspěch. Roli si mohou žáci po dohodě mezi sebou v týmu vyměnit.

Projektový den (dále hra) probíhá v 10 kolech, během nichž se odehraje 10 let vývoje firmy.

Týmy, podobně jako běžné firmy, řeší během té doby své financování a trh, vztahy s konkurencí, sestavují robota, programují jej, vymýšlejí design a vytváří svou značku, logo. Na konci každého kola sdělují ostatním výroční tiskové zprávy a zároveň připravují vizuální a mediální prezentaci své firmy na závěrečné hodnocení. Členové týmů spolupracují s cílem uspět a být firmou s největší hodnotou na trhu.

Na konci hry vítězí ten tým, jehož firma má nejvyšší kumulovaný zisk (hodnotu).

### 2.2 Desková hra v projektovém dnu

Nosnou myšlenkou projektu je hra na téma budování firmy. V principu by se tedy hráči měli věnovat sledování trhu, investování do určitých oblastí, plnění krátkodobých a dlouhodobých cílů, eliminaci rizik atd. Investice by byly v podobě karet, které by hráči



sbírali a snažili se jich mít tolik v takovém odvětví, aby získávali krátkodobé odměny a zároveň plnili nějaké dlouhodobější plány nesoucí odměny na konci hry. V obou případech se jedná o to mít nejvíce investic v nějaké kombinaci oblastí, které jsou z pohledu fungování výrobní firmy a trhu zajímavé: výroba, obchod, vývoj, servis a marketing. Výroba a obchod, protože se jedná o výrobní firmu, která má nějaký obchodní i společenský přínos a vyrábí a prodává vlastní produkt. Vývoj, servis a marketing jsou oddělení, díky kterým získává produkt výraznou přidanou hodnotu. Zároveň ale tato oddělení samostatně nemohou přežít, bez výroby a obchodu zisk nepřinášejí.

Čistě takto pojato by se jednalo o finanční hru, kupování karet, řešení toku peněz a sledování, jak na tom jsou spoluhráči. Pokud by se taková hra hrála ve třídě, byl by její průběh velice nezáživný. Sledování ostatních by bylo nudné, evidence financí by s sebou nesla neustálé a únavné přepočítávání peněz při každé investici hráčů a zejména pak při počítání zisků a splnění úkolů na konci kola (po každém roce „života“ firmy). Zahájení hry ve třídě by znamenalo výrazné časové náklady a stejně tak příprava každého nového kola. Zaujmut celou třídu takto monotónním charakterem hry by bylo velice obtížné.

Z počáteční úvahy reálné hry založené čistě na hře deskové se tedy pojetí projektového dne postupně – v souvislosti s výše uvedenými problémy využití deskových her ve výuce – přesunulo více do týmově kooperativní a kreativní roviny, přičemž si z deskových her zachovává základní řídicí princip a některé další zajímavé prvky.

### 2.3 Firma, role, produkt a přidaná hodnota

Pro hraní ve třídě je zásadní spojení budování firmy s vývojem produktu a odděleními firmy, která produktu přináší významnou přidanou hodnotou. Produkt ve hře je vymyšlený, fiktivní, přičemž s robotem mBotem se dále pracuje na vizuálním skloubení s tímto produktem.

Aby firma (zejména výrobní, která je v projektu uvažována) mohla fungovat, potřebuje mít z pohledu tvůrců základní oddělení zmíněná již výše: výrobu, obchod, vývoj, servis a marketing. Jelikož je třeba žáky více do hry vtáhnout, přiblížit jim jednak fungování v rámci firmy, ale i je zabavit a dát jim možnost vyzkoušet určité úkony, jsou rozdělení na týmy o 3–5 lidech, které právě takové firmy představují. V rámci své firmy každý z žáků zastává určitou roli, která se až na výjimku shoduje právě s těmito základními odděleními.

Obchod se věnuje investicím a sledováním situace na trhu, aby firma investovala v souladu s okamžitou situací i dlouhodobě zvolenou strategií. Důležitým bodem je zajistit počáteční investici do výroby, aby firma získala přístup ke stavebnici mBota, a nejpozději s jeho dokončením pak provést investici do obchodu a zajistit firmě následné příjmy.

Výroba se zabývá sestavením mBota. Jakmile jej sestaví, pracuje na jeho designu, aby odpovídal zvolenému produktu. Sestavení robota je zároveň jedním ze tří klíčových bodů, protože tím je dáno, že firma má připraven produkt, který může následně distribuovat. Pokud má zároveň alespoň jednu investici do obchodu, pak firmě od té chvíle začínají přicházet zisky z provedených investic.

Vývoj plní přidělené úkoly, které souvisí s inovacemi, zlepšováním produktu. Při hře je to řešeno programováním postaveného robota, přičemž programovací úlohy, které žáci řeší blokovým programováním v prostředí Makeblock (původně mBlockly), mají

vzrůstající obtížnost. Po splnění úlohy dostává firma odměnu a nový úkol. Zajímavý aspekt při hře je tzv. certifikace. Tým totiž nemá možnost zkoušet připravený program se svým robotem při vývoji, ale musí jej sestavit v tabletu a společně s robotem přinést „certifikační autoritě“, mentorovi, který program nahraje do robota a společně s týmem ověří jeho funkčnost. Každá taková certifikace stojí tým peníze. Úspěšná certifikace na druhou stranu přinese 2,5krát vyšší finanční odměnu. Týmy se tedy snaží v certifikaci uspět pokud možno napoprvé.

Marketing pracuje na prezentaci firmy navenek. Tým si vymyslí název, marketing pak pracuje na logu a reklamním plakátu, přičemž na konci každého kola informuje o dění ve firmě a dosažených výsledcích. Zároveň marketing pracuje s Value proposition canvasem na unikátní hodnotě fiktivního produktu – definuje cílovou skupinu zákazníků, mapuje jejich potřeby a bolesti a následně pracuje na definici konkrétních vlastností jejich produktu, které zajišťují unikátní hodnotu pro zákazníka (viz Obrázek 1). Na přípravě zpráv i grafické reprezentace se mohou podílet v rámci možností i další členové týmu.



Obrázek 1 – Value proposition canvas

Celé dění v rámci týmu/firmy zastřešuje a koordinuje ředitel a poskytuje určitou formu servisu. Jeho zodpovědností je kontrola investic, vybízení ke komunikaci i spolupráci v rámci týmu a sledování konkurenčního prostředí s ohledem na další směřování vlastní firmy. V praxi je to sledování činnosti okolních týmů, analýza možností svého, sledování situace ve stavbě robota a případná asistence svým kolegům v jejich úkolech.

Základním kamenem firmy je společná vize. V pojetí hry to znamená zvolit na začátku společně v týmu vhodný produkt, na kterém bude všechny bavit pracovat. Druhou zásadní týmovou ingrediencí je pak spolupráce. Bez ní nemohou týmy dosáhnout uspokojivých výsledků. Jejím prostředkem je komunikace. Ta musí fungovat jednak mezi členy týmu, aby firma fungovala, ale i navenek, protože i prezentace firmy se hodnotí.

Významnou roli ve hře hraje čas. Stejně jako mnoho běžných deskových her i tato probíhá v jednotlivých kolech. Kolo v této hře znamená v pojetí firmy jeden rok. Ten je časově ohraničen a trvá určitý počet minut reálného času (obvykle 5 nebo 10), během kterých mohou členové týmu plnit jim svěřené úkoly. Na konci každého herního kola dojde k vyhodnocení a krátké zpětné vazbě o jeho průběhu, zajímavých jevech apod. Hra končí po 10 kolech (10 let života firmy).

Hovoříme-li o aspektech hry, pak nesmíme zapomenout na kreativitu, díky níž může být výsledný design robota, prezentační plakát či logo firmy ve vztahu k zamýšlenému produktu skutečně impozantní. Uplatní ji ale i zástupci oddělení marketingu, když v průběhu hry hodnotí uplynulé období.

Postupem času se jako doplněk ke hře uplatňují i pracovní sešity, které žáky seznamují, jak pracovat s nápady a jak se nebát uvést je k životu.



Obrázek 2 – Pracovní sešit pro projektový den

Přidanou hodnotou celého projektového dne a skutečným zamyšlením se nad svým směřováním je pak propojení se skutečnou společností, lokální výrobní firmou. Zástupce této společnosti by v ideálním případě mohl být i mentorem, který řídí průběh hry (viz dále). V úvodu by žákům představil svoji firmu, ukázal, co vytváří, popsal způsob práce týmů v ní a v průběhu pak komentoval a vysvětloval nastalé situace z pohledu skutečné firmy.

## 2.4 Řízení projektového dne

Průběh projektového dne a hry mají na starosti mentoři, kteří uvedou žáky do děje, řídí a vyhodnocují jednotlivá kola, dávají zpětnou vazbu na jejich konci, evidují proběhlé investice, kontrolují správnost sestavení hotových robotů a splnění podmínek vstupu jednotlivých firem na trh (a tím spuštění jejich příjmů), ověřují funkčnost programů pro roboty, evidují vzájemné hodnocení týmů a odpovídají na dotazy. Zároveň propojují fiktivní život firem ve hře se skutečným – promítají situace, ke kterým při hře dochází, do klasického tržního prostředí a života reálných firem a vysvětlují je hráčům.

V současné době jsou v mentorské roli spolupracovníci pořadajícího sdružení nvias. Cílem je, aby se mentory stali sami učitelé, případně zaměstnanci firem z okolí školy, kteří by jednak představili možnosti svých firem, ale navíc by dokázali popsat nastalé herní situace (zejména spojené s kroky na finančním trhu) z pohledu a zkušeností své firmy.

## 2.5 Herní prvky a komponenty

Hru řídí, jak již bylo zmíněno, mentor. Nicméně pro zapisování investic, vyhodnocování plnění jednotlivých úkolů a sledování aktuálního stavu a vývoje majetku firem je použita aplikace vyvinutá právě pro účely této hry.

Původní verzi této aplikace byla prostá online tabulka, kde jeden z mentorů postupně veškeré investice zapisoval. Jako počáteční způsob evidence byla dostačující, ale i tak bylo vyhodnocování výsledků, zejména dosažení jednotlivých cílů, často značně zdlouhavé.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
3	Počet karet	0	7	10	6	0											
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

Obrázek 3 – Původní online tabulka řízení průběhu hry

Zejména s ohledem na výpočty, které jsou pro zpracování investic nezbytné, a tím urychlení vyhodnocování kola, bylo třeba nahradit prosté tabulkové řešení nějakým efektivnějším zpracováním. Takovým, které by dokázalo nejen evidovat investice týmů, ale i efektivně vyhodnocovat situace vzniklé v průběhu hry. S tímto zadáním došlo k vytvoření aplikace. Tu stále obsluhuje mentor, ale veškerá vyhodnocování již probíhají automaticky a ušetřený čas je možné věnovat zpětné vazbě pro žáky.

Obrázek 4 – Aplikace pro řízení hry využívaná v současnosti

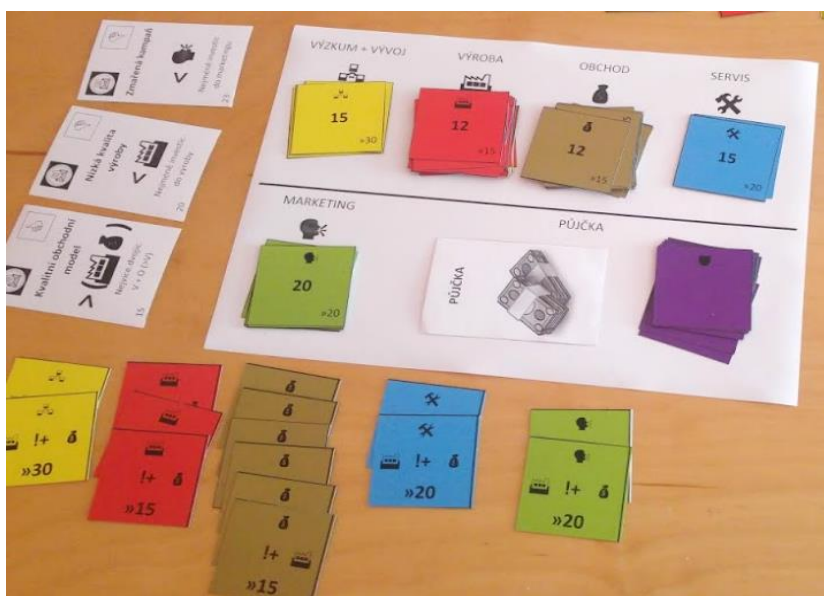
Další součástí z digitální sféry, která je ve hře použita, jsou tablety. Již od počátku mají uplatnění pro oddělení vývoje jednotlivých týmů/firem, neboť je vývojáři používají k sestavení blokových programů pro své roboty. V budoucnu by jej pak mohlo využít např. i oddělení marketingu pro online publikování zpráv a oddělení obchodu pro řešení investic. Společně by pak mohli mít přístupný celkový přehled investic a graf průběhu s aktuálním pořadím firem. Teoreticky by tedy každý tým mohl využít až tři tablety. Jelikož by to ale mohlo mít negativní vliv na komunikaci v týmu, je i tak uvažován pouze jeden tablet pro tým, přičemž členové týmu jej musí efektivně sdílet a domluvit se, kdy jej kdo použije.



Obrázek 5 – Tablet pro roli vývojáře

Z původní deskové hry se používají hrací karty, které se dělí do třech skupin. Patří mezi ně karty investic, které jsou pro tým potvrzením provedené investice, karty výzev, jejichž držení potvrzuje prvenství v nějakém dlouhodobém úkolu, a karty zadání úkolů pro oddělení vývoje s popisem toho, co musí robot umět, aby tým získal příslušný certifikát.

Design karet se v průběhu vývoje postupně měnil, zejména u karet investic a výzev. Zpočátku šlo pouze o nastříhané papírky, později vytištěné karty s piktogramy, u karet výzev rovněž doplněných o popisky (viz Obrázek 6). Následně došlo k vylepšení grafiky a úpravě ikon jednotlivých oddělení firmy (viz Obrázek 7). Poslední verze má grafiku přepracovanou do takové podoby, za kterou by se nemusela stydět žádná moderní desková hra (viz Obrázek 8).



Obrázek 6 – Barevné karty investic a získané bílé karty výzev



Obrázek 7 – Podoba novější verze karet s upravenými ikonami



Obrázek 8 – Poslední verze karet investic v moderním grafickém pojetí

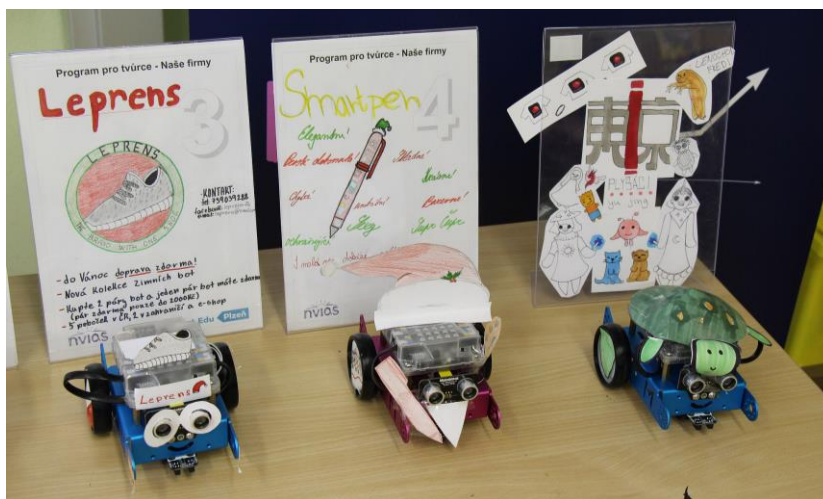
Dalším prvkem, který vychází z deskoherních principů, je systém příležitostí a rizik, výzev a hrozeb, tj. vyhodnocení krátkodobých a dlouhodobých úkolů ve hře, a rovněž princip hodnocení marketingových zpráv a designu robota.

Příležitosti a rizika jsou prvky „náhody“, které se ve hře objevují každé kolo, tedy jakési krátkodobé úkoly. V běžné deskové hře se náhoda na kartách obvykle řeší tak, že si hráč lízne kartičku a stane se mu něco pozitivního nebo negativního. V projektovém dni je princip náhody řešen kartou (situací), která platí vždy pro následující kolo. Týmy mají tedy vždy celé kolo na to, aby se připravili na její vyhodnocení a nějakým způsobem se pokusili využít příležitost nebo eliminovat případné riziko. Tento krátkodobý cíl některé týmy mohou ignorovat i přesto, že by jim mohl způsobit ztráty, protože se rozhodnou, že se budou více soustředit na své dlouhodobé cíle.

Dlouhodobé cíle jsou ve hře zastoupeny tzv. výzvami a hrozbami. Výzvy jsou pozitivně zaměřené úkoly s plněním kritérií, které platí po celou dobu hry a zisk z nich plyne pokaždé, když nějaký tým splní jejich podmínky a stane se jediným vítězným týmem v onom kritériu (např. nejvíce investic do marketingu, servisu a vývoje a marketingu). Na konci hry pak přinesou opakovaný zisk svým aktuálním držitelům. Hrozby fungují na opačném principu: způsobují každé kolo ztráty týmu, který je v daném kritériu nejhorší (např. má nejméně investic do výroby).

Týmy se tedy snaží balancovat své investice s ohledem na všechny čtyři uvedené motivační prvky.

Jak již bylo řečeno, dalším ze zásadních prvků hry je robot. Po celou dobu reprezentuje zamýšlený produkt, s nímž chce firma přijít na trh. Jeho sestavení znamená pro firmu vytvoření prodejní verze produktu. Od toho okamžiku již firma může mít zisky. Následně pak oddělení výroby pracuje na úpravě designu robota, aby více odpovídal produktu, a zároveň korespondoval s marketingovými materiály – prezentací a plakátem. Výsledná podoba některých úspěšných designových řešení může být skutečně zajímavá (viz Obrázek 9).



Obrázek 9 – Výsledná podoba designu některých robotů a propagačních plakátů firem

Právě práce na designu robotů a příprava marketingových prezentací s sebou nese doplnění dalších komponent do hry: výtvarných potřeb. Z hlediska používaných technologií, v tomto případě tabletu, by mohlo být nasnadě i jeho využití pro přípravu grafiky. Po diskuzích na toto téma bylo rozhodnuto prozatím zachovat tento nedigitální způsob tvorby designu, který více vybízí ke komunikaci (např. při řešení nákrešů v rámci jednoho týmu, získávání nějakých zdrojů od týmů okolních apod.) a zároveň ponechává přirozenou hravost.

Zajímavým prvkem vycházejícím z deskových her je způsob hodnocení. Ten je koncipován v podstatě jako malá hra ve hře, protože pracuje s tím, že při hlasování např. o nejlepším designu robota přiděluje body jak týmu, který nejlepší design vytvořil, tak i tomu, který pro vítězný tým hlasoval. Tím v podstatě pozitivní formou motivuje k férovému hodnocení.

Posledním zmíněným, ale ve skutečnosti velmi významným herním prvkem je komunikace. Ta by měla fungovat nejen uvnitř týmu při řešení firemní strategie, prezentace i řešení problémů spojených se sestavením robota, jeho designu atd., ale také navenek – ať již při komunikaci s ostatními týmy nebo při prezentaci meziročních výsledků či závěrečném shrnutí úspěchů firmy. Mnoho prvků ve hře bylo řešeno právě s ohledem na podporu komunikace, jejíž rozvíjení autoři považují za jeden z klíčových aspektů projektového dne.

## 2.6 Poučení z vývoje

Téměř každý prvek hry prošel vývojem na základě testování. Ta probíhala nejprve interně, na dobrovolnících z řad rodiny a známých, později v rámci pilotních projektových dnů na vybraných školách.

Významný vliv na změnu pravidel, grafiky a dalších herních prvků měla zpětná vazba od žáků i výsledky vlastního pozorování průběhu hry a opakovaná řešení některých situací. Stále je třeba mít na zřeteli a pečlivě balancovat funkčnost a spojení s myšlenkou rozvoje kompetencí žáků při zachování hravosti a zábavnosti.

První, a v úvodu již zmíněnou, změnou bylo odklonění od čistě deskové hry k interaktivní formě s využitím dalších komponent. Byl to právě moment, kdy se využil původní herní princip rozvoje firmy, přičemž se podařilo koncept obohatit o prvky kreativity, komunikace a spolupráce.

Další významnou změnou prošla prezentace pravidel. Jejich úplný přednes by byl zdlouhavý a pravděpodobně dosti nudný. V úvodu hry se tedy žáci dozvědí některá základní pravidla pro hru a následně odehrají dvě zkušební kola. Ta proběhnou ve zkrácené podobě v řádech minut s vyhodnocením na konci každého, díky čemuž žáci získají částečnou představu o tom, jak bude hra probíhat. Částečnou z toho důvodu, že ze zkušenosti je patrné, že přestože si žáci hru vyzkouší a říkají, že již všemu rozumí, nemají stejně jasnou představu a k plnému pochopení dochází až po prvním či druhém kole plné hry. To se týká zejména vyhodnocování investic a plnění krátkodobých i dlouhodobých cílů. Je tedy možné, že v tomto ohledu ještě dojde k úpravě úvodní části vysvětlení pravidel, případně úpravě počtu či formy testovacích kol.

Stejně tak většinou žáci zapomínali na to, co má být hlavní činností jejich role ve firmě. Z toho důvodu je jim na začátku přidělována karta role, která popisuje, co je jejich úkolem, na co se mají soustředit.

Zásadní součástí projektu je řídicí aplikace. Jak bylo již patrné z předchozí kapitoly, z původního tabulkového zpracování doznala značné změny. Ale i taková podoba ještě není konečná. Cílem zlepšování konceptu je eliminovat co nejvíce částí, které zdržují průběh hry a snižují míru hravosti či zábavnosti. Nutnost zapisování hodnot do aplikace ze strany mentorů, byť zjednodušeného, je jednou z nich. Toto je ještě zbývá vyřešit, protože je důležité, aby se mentoři věnovali více komunikaci s žáky a přispívali k většímu zážitku pro ně, nikoli aby prováděli administrativní úkoly, které je možné řešit jinak. Z tohoto pohledu se nabízí možnost řešení investic online apod.

Původní předpoklad zábavnosti při řešení investic se ukázal být mylný. Investice žáci berou jako vážnou věc. Jelikož počet karet pro provedení investice je omezený, občas se stane, že dokonce dojde k závodu o to, kdo získá po odstartování kola kýženou investici dříve, což může být provázeno dohady. Těmto situacím by zabránilo např. právě zmíněné řešení investic online. Oproti tomu se např. více zábavnou, než se očekávalo, jeví marketingová prezentace a práce na designu.

### **3 Využití projektového dne na školách a výzkum jeho vlivu na řešení programovacích úloh se vzrůstající obtížností**

Projektový den dostal název Naše firmy, získal vlastní internetovou prezentaci ([www.nasefirmy.eu](http://www.nasefirmy.eu)) a pod touto hlavičkou začal probíhat na školách. Nejprve v Plzni, později v okolních školách v kraji, následně i v dalších krajích republiky. Ze zpětné vazby od učitelů vyplývá, že se v něm podařilo skloubit hned několik aspektů, které jim umožňují vidět své žáky ve zcela jiných rolích, a zároveň naplnit kritéria, která jsou zpravidla součástí dlouhodobějších kurzů.

V rámci projektu jsou pro roli vývoje použity úkoly pro ovládání sestaveného robota, které se programují v aplikaci Makeblock. V aplikaci se programuje pomocí blokového



programování založeného na prostředí Scratch. Toto prostředí je vhodné jak pro žáky, kteří se již s nějakou formou programování setkali, tak pro úplné začátečníky, protože práce s ním je velmi jednoduchá a intuitivní.

A právě sledování plnění úloh v takovém prostředí bylo zvoleno pro chystaný výzkum. Ten je nyní ve stádiu příprav pro testování na školách a jeho realizace je plánována na začátek a průběh roku 2019. Jeho záměrem je zjistit, nakolik ovlivňuje kontext hry a zážitkového herního projektu Naše firmy žákovský způsob řešení vybraných úloh z oblasti programování. Výzkum předpokládá porovnání výstupů dvou skupin řešitelů úloh: jedna skupina se bude účastnit projektového dne (hry), druhá (kontrolní) bude úkoly realizovat v prostředí běžné výuky ve třídě.

Předběžně lze vzhledem k příznivé zpětné vazbě na průběh projektu od žáků i učitelů očekávat i vstřícnost k provedení a vyhodnocení výzkumu. Je možné, že na jeho základě se pak objeví nové skutečnosti, které ovlivní i další řešení samotného projektového dne založeného na principu deskových her.

### Použitá literatura

1. BERLAND, M., & LEE, V. R. Collaborative strategic board games as a site for distributed computational thinking. *International Journal of Game-Based Learning* 1(2). IGI Global. 2011. s. 65–81. ISSN 2155-6849
2. LIFELONG KINDERGARTEN GROUP. Scratch. [online]. [cit. 23. 10. 2018]. Dostupné z: <http://scratch.mit.edu/>
3. MAKEBLOCK CO. Introduction to Programming – mBlockly for mBot. [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné z: <https://www.makeblock.com/project/mblockly-for-mbot>
4. MOORE, T., An introductory educational board game for use in early computer science education. 2011-05 [online]. [cit. 20. 09. 2018]. Zdroj: <http://scholarworks.uark.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1006&context=csceuh>
5. NVIAS A SMART EDU PLZEŇ. Naše firmy. [online]. [cit. 2018-10-23]. Dostupné z: <https://nasefirmy.eu/>
6. SCHOLZ M., NIESCH H., STEFFEN O., ERNST B., LOEFFLER M., WITRUK E., ET AL. (2008). Impact of chess training on mathematics performance and concentration ability of children with learning disabilities. *International Journal of Special Education*. 2008, s. 138–148. ISSN 0827-3383

### Kontaktní údaje

Mgr. Zdeněk Lomička  
 Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická  
 Klatovská tř. 51, 306 19 Plzeň  
 E-mail: [lomi@kvd.zcu.cz](mailto:lomi@kvd.zcu.cz)

# EFEKTIVNÍ NÁSTROJE PRO FORMÁT VÝUKY PŘEVRÁCENÁ TŘÍDA V HODINÁCH ANGLIČTINY

## EFFECTIVE TOOLS FOR FLIPPING ENGLISH LANGUAGE CLASSES

Tereza Havránková

### Abstrakt

Článek se věnuje formátu výuky převrácené třídy a jeho využití v hodinách anglického jazyka. První část je zaměřena na definici pojmu převrácená třída a věnuje se realizovaným výzkumům v této oblasti. Druhá část představuje nástroje a aplikace, které jsou vhodné k přípravě výuky ve formátu převrácená třída.

**Klíčová slova:** *převrácená třída, mobilní aplikace, video aplikace, anglický jazyk*

### Abstract

The text is aimed at flipped learning and the implementation in the English language classroom. The first part presents the definition of flipped learning and the outcomes of recent studies. The second part is focused on different tools and applications that help to achieve an effective flipped classroom model.

**Klíčová slova:** *flipped learning, reverse class, mobile apps, video apps, English language*

## 1 Úvod

O formátu výuky převrácená třída se začalo mluvit již v roce 2011 (Kostolányová & Gybas & Klubal). Dle Guo (2017) se za průkopníky tohoto modelu výuky považují učitelé chemie ze střední školy v Coloradu. Ti začali natáčet výuková videa, která následně uveřejňovali na webových stránkách. Videá se rychle šířila po celých Spojených státech a i další učitelé začali tato videa využívat ve svých hodinách. Pravděpodobně nejznámější výuková videa jsou videa Khan Academy ([www.khanacademy.com](http://www.khanacademy.com)), kde nalezneme výuková videa i v českém jazyce. Obliba výukových videí Khan Academy vzrostla po zmínce Billa Gatese, který v jednom z rozhovorů řekl, že jeho děti sledují videa Khan Academy (Kadlecová 2012). Od té doby se model převrácené třídy stal tématem nejrůznějších studií a výzkumných prací, které dokládají, že tento model má velice pozitivní dopad na výuku a výsledky studentů.

Cílem této práce je shrnout poznatky s využitím modelu převrácená třída v hodinách anglického jazyka a především představit aplikace, které umožní učitelům efektivně “převrátit” jejich výuku.

## 2 Převrácená třída

Převrácená třída (angl. flipped learning) je model výuky, který se zakládá na převrácení činností, které student dělá ve třídě a doma. V praxi to znamená, že s výkladem hodiny se studenti seznámí doma, většinou pomocí videí a čas výuky je

věnovaný porozumění látce, prohloubení znalostí a diskuzím ve skupinách. Guo (2017) uvádí, že technologie v modelu převrácená třída jsou využity k přípravě materiálů, které jsou určeny na domácí přípravu před vyučováním. Dodává, že když si studenti doma předem připraví/ shlédnou/ projdou náplň kurzu, učitelé tak mohou využít čas v hodině k diskuzím, které vedou k lepšímu pochopení probírané látky. Učitelé také mohou do výuky začlenit nejrůznější aktivity, které zlepšují interakci mezi učitelem a žáky. Zou a Xie (2018) ve svém článku zmiňuje, že studenti v modelu převrácená třída přicházejí do hodin již "předpřipravení" a mají základní znalosti o učivu, které bude tématem hodiny. Učitel, na druhé straně, díky vhodným aplikacím, které použije na domácí přípravu studentů, přichází do hodiny s tím, že ví, na jakou část probírané látky má zaměřit svoji pozornost a jaké části látky studenti již rozumí. V hodinách se tak studenti stávají centrem učebního procesu, protože výklad učitele je nahrazen videi, které studenti shlédli doma. Mehring (2016) poukazuje na skutečnost, že v převráceném přístupu výuky není v centru pozornosti učitel, nýbrž žáci a obsah výuky. Doba vyučování tak může být využita k objasňování nejasností, příkladům z reálného života, které se přímo vztahují k obsahu výuky.

V průběhu posledních let bylo provedeno mnoho výzkumů na využití modelu převrácená třída. Většina výzkumů popisuje výhody a nevýhody tohoto modelu v hodinách matematiky a přírodovědných předmětů. Na druhou stranu, výzkumů týkajících se převrácené třídy v hodinách anglického jazyka je velice málo. Lee a Wallace (2017) poukazují na fakt, že existuje velice málo studií, které by se zaměřovaly na využití tohoto modelu v hodinách anglického jazyka. Santikarn a Wichadeet (2018) naopak uvádí, že formát převrácená třída je velice vhodný do hodin výuky jazyků. V tomto modelu výuky si učitel žáky "připraví na hodinu" tím, že jim zpracuje výkladová videa zaměřená např. na určitý gramatický jev. Čas určený pro výuku tak může být věnován pouze procvičování jazyka. Dodává, že by učitel měl čas v hodině převážně zaměřit na procvičení daného gramatického jevu, práci ve dvojicích a ve skupinách.

## 2.1 Realizované výzkumy v oblasti převrácená třída

Většina realizovaných výzkumů v oblasti převrácená třída v hodinách anglického jazyka byla provedena v terciálním vzdělávání na univerzitách v Jižní Koreji, Číně, Japonsku nebo Turecku. Výsledky výzkumů poukazují na fakt, že tento model výuky je pro výuku anglického jazyka velice přínosný. Guo (2017) ve svém článku popisuje výzkum zaměřený na 25 studentů obecné angličtiny, kteří podstoupili výuku v modelu převrácená třída v průběhu jednoho semestru. Výsledky výzkumů ukazují, že třída s převrácenou výukou zaznamenala celkové zlepšení v anglickém jazyce v porovnání s 25 studenty v kontrolní třídě s tradiční výukou. Dále uvádí, že studenti z převrácené třídy během výuky byli mnohem aktivnější a mluvili v hodině dvakrát častěji než studenti z kontrolní skupiny.

Výzkum z univerzity v Jižní Koreji autorů Lee a Wallace (2017) byl realizován v průběhu dvou semestrů a zahrnoval celkem 79 studentů akademické angličtiny. Na konci akademického roku zaznamenali autoři výzkumu lepší výsledky nejen v závěrečném testu, ale i v průběžných testech, písemných pracích a prezentacích. Dalším pozitivem byla pravidelná docházka studentů z převrácené třídy. Autoři výzkumu zaznamenali, že studenti z převrácené třídy byli přítomni v hodinách častěji než studenti z kontrolní skupiny - výuka s tradičním modelem.

Müge (2017) ve svém článku popisuje výzkum z Turecké univerzity, kterého se účastnilo celkem 70 studentů. Realizovaný výzkum neprokázal znatelný rozdíl ve výsledcích v závěrečném testu, ale poukázal na lepší výsledky studentů z převrácené

třídy v písemných pracích. Také Zou a Xie (2018) z univerzity v Hongkongu, aplikovali model převrácené třídy do hodin anglického jazyka zaměřeného na písemný projev. Do výzkumu se zapojilo celkem 66 studentů a výsledky výzkumu ukázaly, že studenti z převrácené třídy prokázali lepší výsledky v testu z písemného projevu.

## 2.2 Názory studentů na převrácenou třídu

Z výzkumů, které byly realizovány na téma převrácená třída, můžeme zhodnotit i postoj studentů k tomuto modelu výuky. Většina výzkumů dokládá velmi dobré reakce studentů na výuku ve formátu převrácená třída. Guo (2017) ve svém článku hovoří o velmi pozitivní reakci studentů, např. 24 z 25 studentů uvedlo, že je bavilo dívat se na výuková videa před samotnou výukou. Někteří z účastníků výzkumu také uvedli, že díky výukovým videím si znatelně rozšířili slovní zásobu a zlepšili poslechové dovednosti. Studenti (38 z 39) výzkumu Lee a Wallace (2017) uvedli, že formát převrácené třídy vnímají jako efektivní způsob učení se anglickému jazyku. Především oceňují tato pozitiva: možnost shlédnout výukové video opakovaně, lepší domácí přípravu, lepší interakce v hodinách). Negativní komentáře byly pouze 4. Studenti projeví nespokojenost s tím, že doma na ně nikdo nedohlíží, a že převrácená třída obnáší příliš mnoho práce. Müge (2017) uvádí, že účastníci výzkumu cítili ze začátku strach a nejistotu z nového formátu výuky, ale během výzkumu ocenili častější interakci studentů a učitele ve výuce.

## 3 Vhodné nástroje na přípravu výuky v modelu převrácená třída

Model převrácená třída by byla jen těžko realizovatelná bez vhodných aplikací, které nám umožní tento formát výuky efektivně implementovat. V této části se věnujeme aplikacím, které učitelům mohou pomoci při plánování výuky ve formátu převrácená třída. V první části si představíme několik aplikací na tvorbu výukových videí, které se v převrácené třídě využívají na domácí přípravu žáků. Dále si ukážeme nástroje, které jsou určeny k získání okamžité zpětné vazby a sdílení.

### 3.1 Výuková videa

#### EdPuzzle

Ed Puzzle ([www.edpuzzle.com](http://www.edpuzzle.com)) je jedna z webových aplikací, která učitelům umožňuje přípravu výukových videí. Lee a Wallace (2017) uvádějí, že několik studentů z jejich výzkumu přiznali, že výuková videa by byla mnohem zajímavější, kdyby obsahovala interaktivní prvky. Aplikace EdPuzzle tyto prvky na tvorbu interaktivních videí nabízí. Umožňuje učiteli vkládat do libovolného videa otázky (otevřené otázky, multiple choice) na které musí studenti během videa odpovídat. Aplikace neumožňuje studentům pokračovat ve shlédnutí videa, aniž by neodpověděli na příslušné otázky. Dále tato aplikace nabízí okamžitou zpětnou vazbu o splnění a správnosti odpovědí žáků. Učitel tak získá informaci o tom, kdy si žáci video shlédli, zda video viděli celé nebo jaké části videa nerozuměli. Tato data mohou být následně využita k ohodnocení porozumění studenta dané látce a k zaměření samotné výuky na ty části, které nejsou studentům zcela jasné (Mehring 2016). Další výhodou této aplikace je, že učitel může vybrat video ze široké nabídky zdrojů TedEx, YouTube, Khan Academy, National Geographic nebo použít již upravená videa, která byla nesdílena jinými učiteli.

#### Explain Everything

Jedná se o placenou aplikaci, která slouží jako interaktivní tabule se širokou nabídkou prvků, tj. možnosti vládní obrázků, souborů, nebo videí, které mohou být

doplněny zvukovým výkladem učitele. Explain Everything ([www.explaineverything.com](http://www.explaineverything.com)) je vhodný nástroj k přípravě výukových videí. Učitelé mohou názorně vysvětlovat učivo (zakreslovat, ukazovat, vysvětlovat) a zároveň svůj výklad nahrávat. Aplikace také nabízí možnost spolupráce, kdy na stejné prezentaci může pracovat společně několik lidí v reálném čase - Explain Everything Collaborate. Nevýhodou této aplikace je, že nenabízí možnost kontroly splnění/shlédnutí videa a okamžitou zpětnou vazbu.

Mehring (2016) zdůrazňuje, že samotná videa nejsou jedinou částí úspěšného zapojení modelu převrácená třída do výuky. Upozorňuje, že důležitou roli v modelu převrácené třídy má i čas samotné výuky. Ten má být zaměřen na procvičování a prohloubení znalostí prezentovaného učiva z videa a získávání zpětné vazby od studentů. K tomuto názoru se přiklání i Guo (2017), když uvádí, že v převrácené třídě se žáci neučí pouze na základě videí, ale také díky vhodným aktivitám v hodině a interakci se spolužáky.

### 3.2 Nástroje k získání okamžité zpětné vazby

#### FlipGrid

FlipGrid je poměrně nová aplikace, která za poslední rok vzrostla na oblibě u studentů a učitelů po celém světě. Tento rok FlipGrid koupila společnost Microsoft a celá aplikace je bezplatná. Jedná se o webovou aplikaci, která umožňuje učitelům získávat zpětnou vazbu od studentů ve formě videí. Učitel si v aplikaci vytvoří třídu - grid a do té zadává jednotlivé úkoly. Studenti tak po shlédnutí natočí svoji odpověď ve formě videa. Učitel tak získá mluvenou zpětnou vazbu od všech studentů ve třídě. Navíc učitel může studentům k videu napsat zpětnou vazbu. Další výhodou této aplikace je, že studenti mohou reagovat na videa svých spolužáků nebo videa studentů z jiných škol po celém světě.

#### Poll everywhere, Kahoot, Socrative a Nearpod

Poll everywhere ([www.polleweverywhere.com](http://www.polleweverywhere.com)), Kahoot ([www.kahoot.it](http://www.kahoot.it)), Socrative ([www.socrative.com](http://www.socrative.com)) a Nearpod ([www.nearpod.com](http://www.nearpod.com)) jsou nástroje, které pomáhají získávat okamžitou zpětnou vazbu od studentů kdykoliv během výuky. Jsou určeny k tvorbě krátkých testů nebo anket, na které studenti odpovídají během vyučovací hodiny. Učitelé i studenti ihned vidí své odpovědi a učitel dostává od studentů zpětnou vazbu, na kterou může ihned reagovat. Aplikace Nearpod navíc umožňuje vkládat úkoly (otázky, testy, virtuální nástěnku) přímo do prezentace. Všechny zmíněné aplikace přispívají k lepší interakci učitele a studentů. Mehring (2016) uvádí, že díky podobným aplikacím studenti při výuce jsou více zapojeni, získávají okamžitou zpětnou vazbu, rozvíjejí si dovednost spolupráce a používají cílený jazyk v přirozených situacích.

### 3.3 Nástroj ke sdílení a spolupráci

#### Padlet

Padlet, neboli virtuální nástěnka, je aplikace na tvorbu sdílené nástěnky na webovém rozhraní. Nástěnky mohou být veřejné nebo soukromé - uzamčené heslem. Učitel vytvoří nástěnku na dané téma, např. - "Co víte o New Yorku?", sdílí nástěnku se studenty pomocí QR kódu a ti mohou hned na výše zmíněnou otázku odpovídat. Na nástěnku lze také přidávat fotografie, videa, webové odkazy, zvukové záznamy. Přidané odpovědi se ihned objevují na nástěnce a automaticky se ukládají. Studenti všechny příspěvky vidí a mohou k příspěvkům napsat svůj komentář. Učitel má dále možnost odpovědi studentů moderovat, např. zkontrolovat příspěvky před jejich

zveřejněním. Zou a Xe (2018) označují Padlet jako vhodný nástroj do hodin převrácené třídy. Využití Padletu doporučují k aktivitám určených pro práci ve skupinách, kde si jednotlivé skupiny zapisují svoje poznámky ze skupinových debat. Ostatní skupiny tak mohou vidět poznámky jiných skupin a okamžitě reagovat.

#### 4 Závěr

Převrácená třída je formát výuky, kde studenti dostávají zpracovaný výklad učitele za domácí úkol a následně si novou látku procvičují v hodinách. Tento model lze implementovat nejen v hodinách matematiky, přírodopisu nebo chemie, ale také v hodinách anglického jazyka. Velmi důležitou součástí formátu výuky převrácené třídy jsou nejen dobře připravená výuková videa s interaktivními prvky, ale také aktivity určené do samotné výuky. Tyto aktivity by měly navázat na výuková videa a reflektovat případné nejasnosti studentů. Studenti se v převrácené třídě stávají centrem učebního procesu, ve kterém prohlubují a upevňují znalosti nabyté z výukových videí. Existuje několik aplikací, které umožní učitelům připravit aktivity tak, aby učitel dokázal správně a efektivně "převrátit" vyučování. Tyto aplikace jsou např. aplikace na tvorbu interaktivních videí, aplikace k získání okamžité zpětné vazby a aplikace určené ke sdílení a spolupráci.

Dalším předmětem zkoumání by mohla být převrácená třída v hodinách anglického jazyka na univerzitě v České Republice a porovnání výsledků s výsledky výzkumů na zahraničních univerzitách. Zajímavé by rozhodně byly i názory studentů a učitelů na tento formát výuky a použité aplikace.

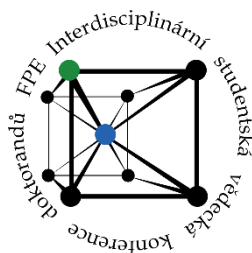
#### Použitá literatura

1. Brdička, B (2013). *Má převrácená třída smysl?* Staženo z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/17725/MA-PREVRACENA-TRIDA-SMYSL.html>
2. Di Zou & Haoran Xie (2018). *Flipping an English writing class with technology-enhanced just-in-time teaching and peer instruction, Interactive Learning Environments*. Staženo z: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10494820.2018.1495654?needAccess=true>
3. Guo, Michelle Siao-cing (2017). *Investigating the Effect of the Flipped Classroom using E-learning on Language Proficiency, Learner's Autonomy, and Class Participation of English Learners* *Learners* <https://www.computer.org/csdl/proceedings/icalt/2017/3870/00/3870a346.pdf>
4. Hamdan, N., McKnight, P., McKnight, K., & Arfstrom, K. M. (2013). *A review of flipped learning*. Staženo z: <http://www.flippedlearning.org/review>
5. Hsieh, J., Marek M., Vivian Wu, W. (2016). *Using the flipped classroom to enhance EFL learning*. Staženo z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09588221.2015.1111910?journalCode=nca120>
6. Kadlecová, Z. (2012). *Khan Academy a "převrácená třída"*. Staženo z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/15039/>
7. Kostolányová, K., Klubal, L. a Gybas, V. (2015). *Using Mobile Technologies for flipped classroom teaching*. 12th International conference on Efficiency and Responsibility in Education 2015. Praha: Czech University of Life Sciences Prague, 2015. Czech University of Life Sciences Prague, 2015. s. 257-263. ISBN 978-80-213-2560-9.

8. Lee, G., Wallace, A. (2018) *Flipped Learning in the English as a Foreign Language Classroom: Outcomes and Perceptions*. Staženo z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tesq.372>
9. Müge, A. (2017). *Perceptions of senior-year ELT students for flipped classroom: a materials development course*. Staženo z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09588221.2017.1301958>
10. Mehring, J. (2016). *Present Research on the Flipped Classroom and Potential Tools for the EFL Classroom, Computers in the Schools*. Staženo z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07380569.2016.1139912?scroll=top&needAccess=true>
11. Špilka, R. (2016). Organizační model Převrácená třída ve výuce matematiky na druhém stupni základní školy. Disertační práce. Staženo z: <https://theses.cz/id/s6ozmj/STAG88015.pdf>

### **Kontaktní údaje**

Mgr. Tereza Havránková  
Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická  
Klatovská tř. 51, 306 19 Plzeň  
E-mail: [truzicko@ujp.zcu.cz](mailto:truzicko@ujp.zcu.cz)



## ISVK FPE 2018

Editoři: Mgr. Lenka Benediktová & Mgr. Jan Baťko

Jazyková redakce: Mgr. Lenka Benediktová

Grafický návrh přebalu: Mgr. Lenka Benediktová & Mgr. Jan Baťko

Vydala:

Západočeská univerzita v Plzni

P. O. Box 314, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň

1. vydání, 54 stran

Plzeň 2018

ISBN 978-80-261-0828-3

© Západočeská univerzita v Plzni