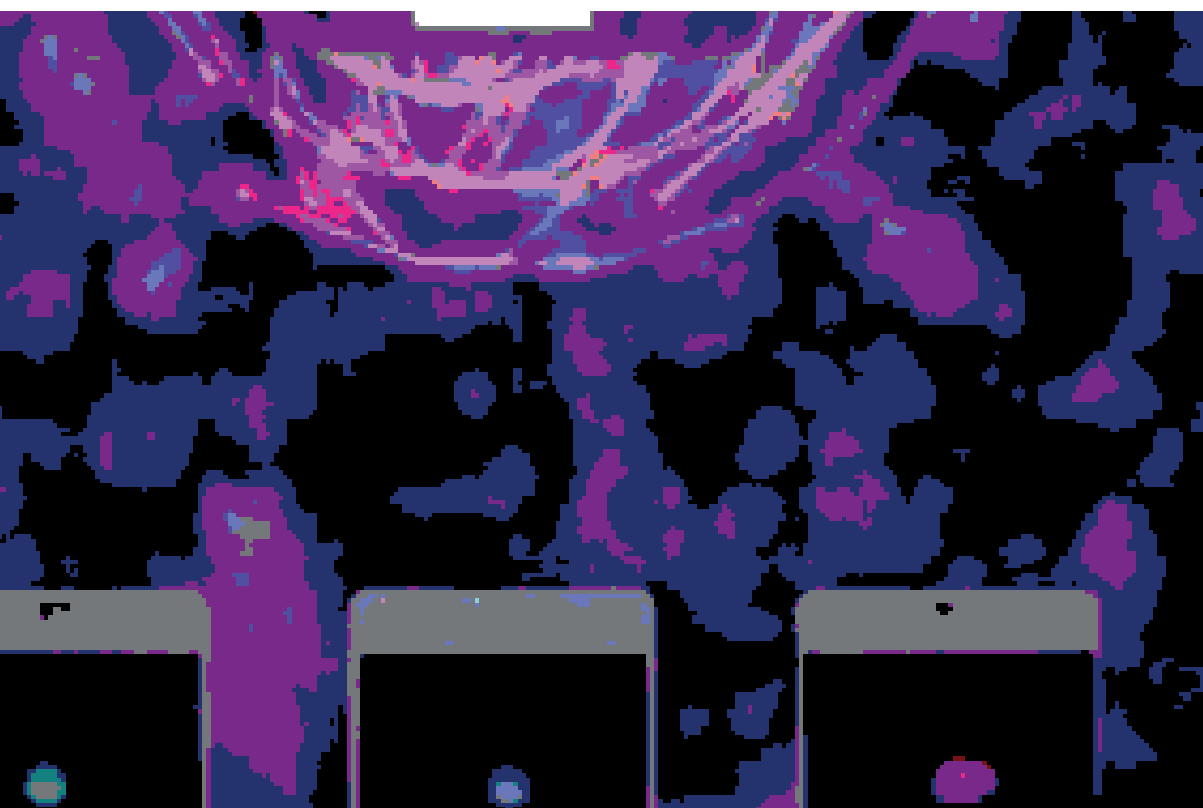


# MOBILNÍ APLIKACE JAKO PROSTŘEDEK PODPORY VÝUKY O STAVBĚ ATOMU

OPEN ACCESS



Mobile Applications as Support  
Tool for Teaching about Atom  
Structure



MICHAELA PAVLÍKOVÁ [michaela.pavlikova@uhk.cz](mailto:michaela.pavlikova@uhk.cz) a VERONIKA MACHKOVÁ, Katedra chemie,  
Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové

## Abstract

*This paper is based on a literature review and subsequent analysis of found publications published in the years 2000–2020 which showed an increasing trend in the use of mobile applications in science teaching and the current issues of using mobile applications as a support tool for science teaching. One of the main reasons for the use of mobile applications in science teaching is the modernization of teaching methods, to expand knowledge, to evaluate and test knowledge, to engage students and so on. Based on these conclusions, a search was made of available mobile applications that can be used to support the teaching of chemistry on the Google Play, Microsoft Store, and App Store platforms and their didactic analysis focused on their content and interactivity. The structure of the atom was chosen as the thematic area, which is especially demanding in initial chemical education for the creation of mental models. The use of visualizations in mobile applications can facilitate this situation or, conversely, lead to misconceptions. There are mobile applications on the market that are suitable for teaching. After entering the keyword “atom”, there is a large number of applications on the menu and it is necessary to select the most suitable one according to the specific educational goal.*

## Klíčová slova

*Mobilní aplikace, atom, didaktická analýza*

## Keywords

*Mobile application, atom, didactic analysis*

## ÚVOD

Trend popularizace informačně-komunikačních technologií stále roste. Rozvoj a snadná dostupnost mobilních technologií, především smartphonů a tabletů, a možnost bezdrátové komunikace kdekoli a kdykoli vedou k vývoji nových systémů a aplikací ve všech odvětvích včetně vzdělávání. Ty nabízejí školám možnost měnit přístup ke vzdělávání a do výuky začleňovat stále novější prostředky. Pokrok v oblasti digitálních technologií se nevyhýbá ani výuce chemie a vede učitele k implementaci bohatého multimediálního obsahu do vyučovacích hodin (Bílek, 2016, Chroustová, 2017). Rozmachu využívání digitálních prostředků na podporu výuky přispěla bezesporu i tíživá epidemická situace počínaje jarem 2020. A také revize RVP, která je zaměřená na oblast inforatického myšlení, a to konkrétně zařazením nové klíčové kompetence –

digitální kompetence, jejíž rozvoj bude také nedílnou součástí přírodních věd (Vymezení digitální gramotnosti – Digitální Gramotnost, 2021). Jednou z možností řešení podpory výuky chemie by se mohly stát mobilní výukové aplikace, které by díky zvyšující se vybavenosti žáků mobilními zařízeními pro ně mohly být dostupné kdekoli a kdykoli (Libman a Huang, 2013).

Rostoucí zájem o zařazování mobilních aplikací na podporu výuky chemie potvrzují i výsledky provedené systematické literární rešerše (Pavlíková, Machková, n.pub.), ve které bylo v databázích Web of Science a SCOPUS po zadání klíčových slov mobile application, science education a educational research a k nim odpovídajícím synonymům nalezeno 166 prací publikovaných v anglickém jazyce v letech 2000–2020 se zaměřením na zkoumání využívání mobilních aplikací v přírodovědném vzdělávání. Pro

kvalitativní analýzu bylo vyselektováno 44 publikací. Z analýzy je patrný nárůst počtu článků zaměřených na zkoumání využívání mobilních aplikací na podporu výuky přírodních věd, počet článků na konci vymezeného období byl 8–9krát vyšší než v roce 2009, tj. přibližně v polovině vymezeného období. Mobilní aplikace byly zařazovány z více než 40% za účelem modernizace výuky, dále ve srovnatelném zastoupení (okolo 10%) byly využívány pro rozšíření znalostí, motivaci žáků, výklad učiva, testování znalostí, uplatnění znalostí v praxi a komunikaci. Co se týká úrovně vzdělávání, ve které byly mobilní aplikace na podporu výuky nejčastěji využívány, více než v polovině případů (57%) šlo o úroveň vysokých škol, ve shodném zastoupení (16%) šlo o úroveň středních a základních škol, minoritně šlo o úroveň mateřských škol a postgraduální studium. Závěry studií hodnotily využívání vzdělávacích mobilních aplikací velmi pozitivně s kladným vlivem na výsledky výuky. Pedagogové využívající kvízové hry podporují učení mimo školní prostředí (Wilkinson et al., 2020). Žáci, kteří využívají mobilní zařízení a vzdělávací hry, mohou lépe rozvíjet kognitivní myšlení (Herodotou, 2018). Dále jsou vzdělávací mobilní aplikace účinným nástrojem ke zvýšení motivace a úspěšnosti žáků (Yenikalayci et al., 2018). Analyzované publikace se nezmiňovaly o digitální gramotnosti, což ale neznamená, že ji mobilní výukové aplikace u žáků nerozvíjejí.

V souvislosti s výše uvedeným byl proveden průzkum dostupnosti mobilních aplikací vhodných pro podporu výuky chemie na platformách Google Play, Microsoft Store a App Store. Při nesystematickém prohledávání zmíněných platforem se pro výuku chemie nejčastěji opakovaly aplikace na téma: kreslení chemických vzorců, znalosti názvů a značek chemických prvků, interaktivní periodické tabulky prvků, stavba atomu, vyčíslování chemických rovnic a chemické výpočty. Pro další výzkumnou práci bylo vybráno téma stavba atomu.

Se zvoleným tématem o stavbě atomu se žáci obvykle poprvé setkávají ve fyzice v 6. ročníku v rámci tematického celku Látky a tělesa. Následně se učivo rozvíjí v chemii v 8. ročníku, kde je učivo o atomu a jeho stavbě probíráno podrobněji z chemického pohledu v rámci celku Částicové složení látek a chemické prvky (RVP pro základní vzdělávání, 2021). Na úrovni střední školy je učivo o stavbě atomu rozšiřováno a znalosti žáků jsou prohlubovány. Mezi očekávanými výstupy například v RVP G najdeme: „žák využívá znalosti o částicové struktuře látek a chemických vazbách k předvídání některých fyzikálněchemických vlastností látek a jejich chování v chemických reakcích“ (RVP pro gymnázia, 2013). Zatímco na úrovni základní školy se vytváří představy odpovídající Bohrovu modelu atomu, na úrovni střední školy se uvádí kvantově-mechanický model. Na podporu výuky o stavbě atomu jsou v učebnicích i v multimediálních materiálech využívány různé kvalitní vizualizace modelu atomu. Vizualizace atomu jsou stěžejní didaktickou pomůckou (Yenikalayci et al., 2018). V souvislosti s nimi se někteří autoři zmiňují o miskoncepčních, které si o stavbě atomu žáci od základní školy vytvářejí (Hejnová a Hejna, 2018), atom jako kulička, se strukturou Bohrova modelu (Harrison a Treagust, 1996). Některým žákům, kteří mají problémy s představivostí (Koudelková, 2009), pomáhá vizualizace nejen kvantově-mechanického modelu atomu (Hubálovský, 2011). Jedné z miskonsepčních se věnuje dříve zde publikovaný článek „Miskoncepce týkající se animismu aneb je atom živý?“ (Hejnová, 2020).

Následující text je zaměřen na didaktickou analýzu dostupných výukových mobilních aplikací, které prezentují informace související s tématem stavba atomu.

## METODA

V kontextu vyučovacího procesu didaktickou analýzu provádí každý učitel při přípravě na vyučování za účelem převedení vědeckých poznatků k prezentování ve školním prostředí. Didaktická analýza je vztažena k výukovému cíli, který je formulován a dotvářen právě na základě zvláštností učiva. Didaktickou analýzu lze rozdělit na tři oblasti: (1) rozbor obsahu učiva, (2) rozbor činností žáků a (3) rozbor mezipředmětových vztahů (Didaktická analýza učiva, 2012, Průcha et al., 1998). Didaktická analýza může být také zaměřena na zkoumání výukových médií s cílem vyhodnotit jejich potenciál naplnění stanovených výukových cílů při použití ve výuce. Didaktická analýza bývá aplikována například při hodnocení učebnic (Průcha, 1998), robustních počítačových výukových programů (Mazák, 1989) nebo počítačových výukových her (Bopp, 2006), ale i malých elektronických výukových objektů,

jako jsou např. animace nebo simulace (Cronjé a Fouche, 2008, Frischherz a Schonborn, 2004, Leacock a Nesbit, 2007, Machková a Bílek, 2013).

U nalezených výukových mobilních aplikací jsme sledovali základní a technické charakteristiky, dostupnost aplikace, databáze, operační systém a jazyk. Dále byly mobilní aplikace hodnoceny (1) z hlediska prezentovaného obsahu a (2) z hlediska interaktivity. V oblasti prezentovaného obsahu bylo sledováno, co a jakým způsobem mobilní aplikace vizualizuje. Jde především o typ modelu atomu, který je pro vizualizaci použit a tím ovlivňuje úroveň vzdělávání, kde je možné výukovou aplikaci použít na podporu výuky. Sledovaná kritéria a jejich možné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 1. V oblasti interaktivity byly sledovány možnosti interakce uživatele s mobilní aplikací. Sledovaná kritéria a jejich možné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 2.

Tabulka 1 Kritéria pro hodnocení prezentovaného obsahu

Kritéria	Zkoumaná otázka	Hodnoty
Vizualizace modelu atomu	Jaký typ modelu atomu je v aplikaci využit pro jeho vizualizaci?	Bohrův model / kvantově-mechanický model
	Je možné zobrazit model atomu ve 3D projekci?	ano/ne
Vizualizace elementárních částic v modelu atomu	Jaký tvar je použit pro vizualizaci elementárních částic?	popis tvaru
	Jaká barva je využita pro vizualizaci elementárních částic?	popis barev
	Jaká je velikost vizualizovaných elementárních částí?	stejná/různá (pro protony, neutrony a elektrony)
	Využívá aplikace vizualizaci elektronových párů?	ano/ne
Vizualizace periodické tabulky prvků (PTP)	Je v aplikaci možnost zobrazení periodické tabulky?	ano/ne
Prezentované chemické prvky	Jaký je počet chemických prvků, jejichž model atomu aplikace umožňuje vizualizovat?	počet chemických prvků

Tabulka 2 Kritéria pro hodnocení interaktivity mobilní aplikace

Kritéria	Zkoumaná otázka	Hodnoty
Interaktivní stavba modelu atomu	Má uživatel možnost vytvářet model atomu?	ano/ne
Interakce s PTP při stavbě modelu atomu	Umožňuje aplikace uživateli pracovat s periodickou tabulkou prvků při stavbě modelu atomu?	ano/ne
Aplikace a fixace (hra/procvičování)	Nabízí aplikace možnost aplikace a fixace získaných znalostí?	ano/ne
Zpětná vazba	Má uživatel možnost otestovat své znalosti?	ano/ne
Odkazy na externí zdroje	Je aplikace propojená s dalšími zdroji informací, kde má uživatel možnost získat informace o chemických prvcích nad rámec tématu stavba atomu?	ano/ne

## POPIS VZORKU ANALYZOVANÝCH MOBILNÍCH APLIKACÍ

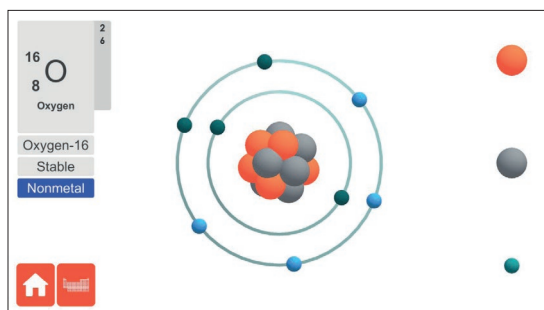
Mobilní aplikace využitelné na podporu výuky o stavbě atomu byly vyhledávány na platformách Google Play, Microsoft Store a App Store. Pro vyhledávání bylo zadáváno klíčové slovo „atom“. Celkem bylo nalezeno 102 mobilních aplikací, chemickému charakteru odpovídalo 62 aplikací, z nichž potřebám výuky o stavbě atomu odpovídalo 8 mo-

bilních aplikací, které byly zařazeny do didaktické analýzy a jsou prezentované níže. Vyřazené výukové aplikace neodpovídaly našim požadavkům, neměly výukový charakter, netýkaly se vybraného tematického celku stavba atomu a nenabízely vizualizaci atomu. Přehled výukových mobilních aplikací vybraných pro didaktickou analýzu a jejich základních charakteristik uvádí následující Tabulka 3, níže je uveden jejich stručný popis.

Tabulka 3 Základní charakteristiky analyzovaných výukových mobilních aplikací

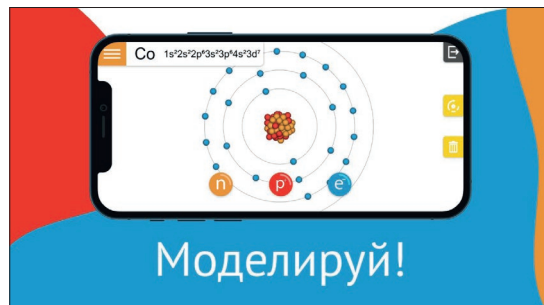
Název aplikace	Dostupnost	Databáze	Operační systém
Atom	zdarma	Google play	Android
Atom.Phys – Конструктор атомов	zdarma	Google play	Android
Atom Visualizer	zdarma	Google play	Android
Mendeleev	zdarma	Google play	Android
Periodic Table 3D	29,00 Kč	Microsoft Store	Android
Periodická Tabulka 2021	zdarma	App Store	iOS
Nuclear	zdarma / plná verze zpoplatněná	App Store	iOS
Building Atoms, Ions, and Isotopes Free	zdarma	App Store	iOS

**Atom** (*Atom, 2021*) je aplikace, která vizualizuje Bohrovův atomový model, kde je možné měnit umístění jednotlivých protonů, neutronů a elektronů, a pozorovat, jak se mění vlastnosti atomu. Součástí aplikace je periodická tabulka prvků, která obsahuje všech 118 prvků a informace o jejich izotopech a elektronových konfiguracích, po kliknutí na vybraný prvek se zobrazí model jeho atomu (viz Obr. 1). Aplikace obsahuje krátké lekce na témata: atom a subatomární částice. Součástí je hra, ve které je možné sestavovat stavbu atomu podle zadání (atomy, kationty, anionty i izotopy) v časovém limitu 2 minuty. Aplikace je v anglickém jazyce.



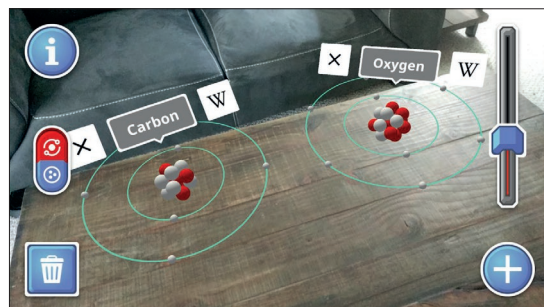
Obr. 1 Model atomu v aplikaci Atom (*Atom, 2021*)

**Aplikace Atom Phys** (*Atom.Phys – Конструктор атомов, 2021*) je vytvořena na podporu výuky témat struktura atomu, elektronová konfigurace atomu a radioaktivní rozpad. Aplikace umožňuje vlastní sestavování modelu přidáváním protonů, neutronů a elektronů (viz Obr. 2) nebo je možné vybrat z nabídky vlevo konkrétní prvek a model vizualizovat. Podobné funkce jsou umožněny u vizualizace rozpadu atomu. Aplikace umožňuje procvičování i testování znalostí žáků. Aplikace je v ruském jazyce. Pro použití je nutná znalost azbuky.



Obr. 2 Modelování atomu v aplikaci Atom Phys (*Atom.Phys, 2021*)

**Atom Visualizer** (*Atom Visualizer, 2019*) nabízí vizualizaci 2 typů modelů. Je možné pozorovat 3D animace Bohrova modelu (viz Obr. 3) nebo kvantově mechanického modelu, zároveň uživatel může nastavovat rychlost animace. Další informace o prvcích lze získat prostřednictvím odkazů na Wikipedii. Aplikace neumožňuje vlastní sestavování modelu atomu. Slouží pouze, jak už vyplývá z jejího názvu, k jeho vizualizaci. Aplikace je v anglickém jazyce.



Obr. 3 3D animace modelu atomu v aplikaci Atom Visualizer (*Atom Visualizer, 2019*)

**Mendeleev** (Mendeleev, 2020) je výuková hra, která má dva hlavní režimy: Atomy a Sloučeniny. V režimu Atomy se uživatel seznamuje s periodickou tabulkou prvků a se stavbou atomů všech 118 prvků. Úkolem hráče je při stavbě atomu dosáhnout energeticky výhodného stavu atomu. U vybraného prvku se na obrazovce zobrazuje jeho profil, který obsahuje informace o umístění v periodické tabulce prvků (skupinu, periodu), dále protonové číslo, skupenství, barvu a rok objevení atomu (viz Obr. 4). V režimu Sloučeniny se uživatel seznamuje s 16 různými chemickými sloučeninami. Úkolem hráče je vytvořit model molekuly (viz Obr. 5). U sloučenin jsou uváděny informace o typu vazby a konfigurace atomů sloučeniny. Aplikace je v anglickém jazyce.

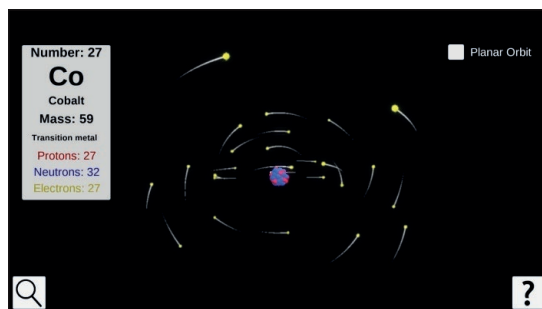


Obr. 4 Stavba atomu (Mendeleev, 2020)



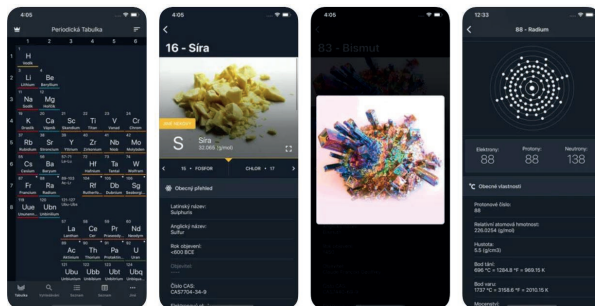
Obr. 5 Stavba molekuly (Mendeleev, 2020)

**Aplikace Periodic Table 3D** (Periodic Table 3D, 2015) po kliknutí na vybraný prvek v periodické tabulce prvků zobrazuje trojrozměrné modely atomů všech prvků (viz Obr. 6). Aplikace neumožňuje vlastní tvorbu modelů atomů nebo jinou aktivitu, kterou by mohl uživatel v aplikaci provádět. Aplikace je v anglickém jazyce.



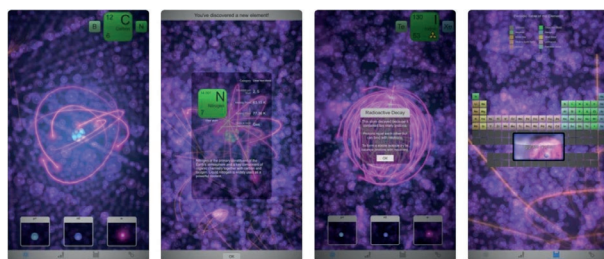
Obr. 6 Model atomu v aplikaci Periodic Table 3D (Periodic Table 3D, 2015)

**Periodická Tabulka 2021** (*Periodická Tabulka 2021, 2021*) je aplikace, která zobrazuje modely atomů všech prvků. Po kliknutí na vybraný prvek v periodické tabulce prvků se objeví jeho fotografie a základní charakteristiky, je zde možnost vizualizace modelu jeho atomu a využití odkazu na další informace ve Wikipedii (viz Obr. 7). Aplikace je koncipovaná jako interaktivní učebnice a je v českém jazyce.



Obr. 7 Aplikace Periodická Tabulka 2021 v iPhone prostředí (Periodická Tabulka 2021, 2021)

**Nuclear** (*Nuclear on the App Store, 2021*) je výuková aplikace, která umožňuje stavět modely atomů všech prvků periodické tabulky pomocí přidávání a odebrání elementárních částic neutronů, protonů a elektronů. Cílem je vytvořit model stabilního atomu vybraného prvku. Jakmile uživatel model vytvoří, odemkne se v periodické tabulce prvků. Součástí je možnost 3D vizualizace modelu. Volně dostupných je 54 prvků, další prvky je potřeba dokoupit. Aplikace je v anglickém jazyce.



Obr. 8 Aplikace Nuclear v prostředí iPhone (Nuclear on the App Store, 2021)



Pomocí aplikace **Building Atoms, Ions and Isotopes** (*Building Atoms, Ions, and Isotopes Free on the App Store, 2011*) je možné vytvářet modely atomů, iontů a izotopů použitím odpovídajícího počtu protonů, neutronů a elektronů. Aplikace také obsahuje informace o atomové teorii a periodickou tabulku prvků, která je ve verzi pro iPad interaktivní.

Obr. 9 Aplikace v prostředí iPhone (Building Atoms, Ions, and Isotopes Free on the App Store, 2011)



## VÝSLEDKY DIDAKTICKÉ ANALÝZY

Do didaktické analýzy bylo zařazeno 8 výukových mobilních aplikací, které prezentovaly učivo o stavbě atomu. V didaktické analýze jsme se zaměřili na analýzu prezentovaného obsahu a interaktivitu.

Všechny analyzované aplikace (N=8) umožňují vizualizaci stavby atomu jednotlivých prvků. Pro výběr vhodné aplikace je to důležitý aspekt. Žáci na základní škole mohou mít problémy s představitostí, a tak možnost názorného zobrazení modelu atomu je velmi důležitá. Ve všech analyzovaných aplikacích se nabízí vizualizace Bohrova modelu atomu, z toho 1 aplikace umožňuje zobrazení i kvantově-mechanického modelu. Žádná z aplikací nenabízí pouze kvantově-mechanický model. Mezi doporučené učivo v rámcově vzdělávacím programu pro základní školu patří právě Bohrov model. Většina analyzovaných aplikací pracuje s dvourozměrným zobrazením modelu atomu, zobrazení ve 3D nabízejí 3 aplikace.

Elementární částice jsou ve všech aplikacích zobrazeny jako kuličky. Ve vizualizacích Bohrova modelu atomu jsou jednotlivé elektrony rovnoměrně rozmístěny na energetické vrstvě, s vizualizací elektronových párů aplikace nepracují. Pouze v jedné aplikaci z osmi analyzovaných se pracuje s odlišnou velikostí průměru kuliček pro vizualizaci protonů, neutronů a elektronů. Co se týká barevného rozlišení částic (protonů, neutronů a elektronů), v každé aplikaci tvůrci vybírali barvy pro jednotlivé částice subjektivně, viz Tabulka 4. Na žáky to může působit zmatečně a může se tak podpořit vznik miskonceptů o stavbě atomu.

Ve všech aplikacích je možné zobrazit periodickou tabulku prvků a vizualizovat modely atomů všech prvků. V jedné aplikaci je možnost práce se všemi prvky zpoplatněna, ve volné verzi je možné pracovat s 54 prvky. Přehled výsledků didaktické analýzy prezentovaného obsahu uvádí následující tabulka.

Tabulka 4 Výsledky analýzy prezentace obsahu

Název aplikace	Vizualizace modelu		Vizualizace elementárních částic				Vizualizace PTP	Počet chem. prvků
	Typ modelu	3D	Tvar	Barva	Velikost	El. páry		
Atom	Bohrův	ne	kuličky	p <sup>+</sup> – oranžová e <sup>-</sup> – šedá n <sup>0</sup> – modrá	různá	ne	ano	118
Atom.Phys – Конструктор атомов	Bohrův	ne	kuličky	p <sup>+</sup> – červená e <sup>-</sup> – modrá n <sup>0</sup> – žlutá	stejná	ne	ano	118
Atom Visualizer	Bohrův i kvantově- mechanický model	ano	kuličky	p <sup>+</sup> – červená e <sup>-</sup> – bílá n <sup>0</sup> – bílá	stejná	ne	ano	118
Mendeleev	Bohrův	ne	kuličky	p <sup>+</sup> – blesk e <sup>-</sup> – modrá	stejná	ne	ano	118

Periodic Table 3D	Bohrův	ano	kuličky	p <sup>+</sup> – červená e <sup>-</sup> – žlutá n <sup>0</sup> – modrá	stejná	ne	ano	118
Periodická Tabulka 2021	Bohrův	ne	kuličky	jádro – bílé e <sup>-</sup> – bílé	stejná	ne	ano	118
Nuclear	Bohrův	ano	kuličky	p <sup>+</sup> – světle modrá e <sup>-</sup> – růžová n <sup>0</sup> – tmavě modrá	stejná	ne	ano	54/118 (placená verze)
Building Atoms, Ions, and Isotopes Free	Bohrův	ne	kuličky	p <sup>+</sup> – modrá e <sup>-</sup> – žlutá n <sup>0</sup> – růžová	stejná	ne	ano	118

Míra interaktivity v analyzovaných aplikacích (N=8) je nižší, než jsme původně očekávali. Vlastní tvorbu modelu atomu nabízejí 3 aplikace. Možnost k procvičování, ať už formou hry, nebo jiné aktivity, nabízí 5 aplikací. Testování znalostí a poskytnutí zpětné vazby nabízí 1 aplikace ze souboru 8 analyzovaných. Odkazy na prohloubení znalostí a získá-

ní dalších znalostí nad rámec nabízejí 2 aplikace z 8. Pozitivním zjištěním z hlediska propojení znalostí o stavbě atomu s principy periodického zákona je, že všechny analyzované aplikace jsou propojeny s interaktivní periodickou tabulkou prvků. Přehled výsledků didaktické analýzy interaktivity uvádí následující tabulka.

Tabulka 5 Výsledky analýzy interaktivity

Název aplikace	Interaktivní stavba modelu atomu	Interakce s PTP při stavbě modelu atomu	Aplikace a fixace (hra nebo procvičování)	Zpětná vazba	Odkazy na externí zdroje
Atom	ano	ano	ano	ne	ne
Atom.Phys – Конструктор атомов	ne	ano	ano	ano	ne
Atom Visualizer	ne	ano	ne	ne	ano
Mendeleeev	ne	ano	ano	ne	ne
Periodic Table 3D	ne	ano	ne	ne	ne
Periodická Tabulka 2021	ne	ano	ne	ne	ano
Nuclear	ano	ano	ano	ne	ne
Building Atoms, Ions, and Isotopes Free	ano	ano	ano	ne	ne

## ZÁVĚR

Ve výše popsané didaktické analýze bylo zkoumáno osm výukových mobilních aplikací tematicky zaměřených na stavbu atomu. Mobilní aplikace byly hodnoceny ze dvou hledisek: (1) z hlediska obsahového a (2) z hlediska interaktivity.

Výsledky didaktické analýzy ukázaly, že z obsahového hlediska jsou aplikace podobné a nabízejí vizualizaci modelu atomu všech prvků. Simulace a vizualizace nabízejí možnost zprostředkovávat děj zpomaleně, nebo naopak zrychleně, což napomáhá k lepšímu pochopení dané problematiky a většímu soustředění se žáků (Bílek, 2005). Vizualizace přibližuje žákům zkoumanou problematiku. Uspodňuje žákům představit si proces v reálném systému a porozumět jeho zákonitostem (Hubálovský, 2011). Pro vizualizaci stavby atomu je přednostně využíván model odpovídající Bohrovu modelu atomu, který pracuje s energetickými vrstvami elektronového obalu, na kterých jsou elektrony v podobě kuliček rovnoměrně rozmístěné. Tento způsob modelování stavby atomu je také využíván v českých učebnicích chemie pro základní školy (Nodzyńska, 2021) pro vytváření prvotních představ žáků o stavbě atomu, ale může být překážkou při vytváření představy kvantově-mechanického modelu atomu, který je uvozován na úrovni střední školy, a přetrvávat jako miskoncepce (Harrison & Treagust, 1996). Pro zobrazování všech elementárních částic jsou v aplikacích využívány kuličky, které se liší v jednotlivých aplikacích výběrem barev. V podstatě v každé aplikaci mají částice přiřazenou jinou barvu. Zároveň, téměř ve všech aplikacích, kuličky

různých částic mají stejnou velikost, to může podporovat tvorbu dalších miskoncepací o skutečné struktuře atomu. Bylo by vhodné sjednotit parametry pro zobrazování částic (Yenikalayci et al., 2018). Prezentace modelu atomu v analyzovaných aplikacích je propojená se zobrazením periodické tabulky prvků, tento prvek může být funkční při vytváření vztahu stavby atomu prvku s jeho polohou v periodické tabulce prvků.

Z hlediska interaktivity jsou funkce aplikací omezené. Většina analyzovaných aplikací slouží v podstatě jako prezentační nástroj a umožňuje na základě volby prvku vizualizaci modelu stavby jeho atomu. Pro kognitivní rozvoj žáků jsou interaktivní prvky z edukačního hlediska velmi důležité. Interaktivní funkce umožňují porozumění výukovému obsahu. Plní funkci pedagogického nástroje (Hubálovský, 2011). Takové funkce u analyzovaných aplikací byly identifikovány v malé míře v podobě možnosti vlastní stavby modelu atomu, nabídky procvičování nebo hry pro aplikaci a fixaci získaných znalostí o stavbě atomu při práci s aplikací a poskytnutí zpětné vazby.

Zjištění vyplývající z provedené didaktické analýzy budou východiskem pro další výzkum možností a mezi využívání výukových mobilních aplikací jako podpory výuky chemie ve školní praxi. Zamýšleným záměrem je podrobně zkoumat případy implementace výuky s podporou vybrané výukové mobilní aplikace u žáků 2. stupně základních škol a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií a vliv na její výsledky.

### **Poděkování**

*Příspěvek vznikl díky institucionální podpoře Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové.*

## Literatura

- Bílek, M. (2005). ICT ve výuce chemie. *Gaudeamus*.
- Bílek, M. (2016). Question for Current Science education: Virtual or real? *Journal of Baltic Science Education*, 15(2), 4. <https://doi.org/10.33225/jbse/16.15.137>
- Bopp, M. (2006). Didactic Analysis of Digital Games and Game-Based Learning. *Affective and Emotional Aspects of Human-Computer Interaction*, 8–37.
- Cronjé, J. C., & Fouche, J. (2008). Alternatives in evaluating multimedia in secondary school science teaching. *Computers & Education*, 51(2), 559–583. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.06.012>
- Didaktická analýza učiva. (2012). <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/s/15569/DIDAKTICKA-ANALYZA-UCIVA.html>
- Frischherz, B., & Schonborn, A. (2004). Animations and Simulations as learning objects: Modelling Process and Quality Criteria. 6th International Conference on New Educational Environments.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 5(80), 509–534. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199609\)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F)
- Hejnová, E. (2020). Miskoncepce týkající se animismu aneb je atom živý? *Biologie. Chemie. Zeměpis*, 29(3), 21–33. <https://doi.org/10.14712/25337556.2020.3.3>
- Hejnová, E., & Hejna, D. (2018). Miskoncepce žáků o atomech v kontextu představ starověkých myslitelů o stavbě hmoty. *Scientia in educatione*, 9(2). <https://doi.org/10.14712/18047106.1176>
- Herodotou, C. (2018). Mobile games and science learning: A comparative study of 4 and 5 years old playing the game Angry Birds: Mobile games and science learning. *British Journal of Educational Technology*, 49(1), 6–16. <https://doi.org/10.1111/bjet.12546>
- Hubálovský, Š. (2011). Teorie systémů. Modelování a simulace. *Gaudeamus*.
- Chroustová, K. (2017). Akceptace a používání didaktického softwaru učiteli vzhledem k metodám a organizačním formám výuky chemie. <https://theses.cz/id/xd6slc/>
- Koudelková, L. (2009). Prostorová představivost v chemii [Diplomová práce, Technická univerzita v Liberci]. [https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/1870/mgr\\_19148.pdf?sequence=1](https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/1870/mgr_19148.pdf?sequence=1)
- Leacock, T. L., & Nesbit, J. C. (2007). A Framework for Evaluating the Quality of Multimedia Learning Resources. 16.
- Libman, D., & Huang, L. (2013). Chemistry on the Go: Review of Chemistry Apps on Smartphones. *Journal of Chemical Education*, 90(3), 320–325. <https://doi.org/10.1021/ed300329e>
- Machková, V., & Bílek, M. (2013). Didactic analysis of the web acid-base titration simulations applied in pre-graduate chemistry teachers education. *Journal of Baltic Science Education*, 12(6), 11. <https://doi.org/10.33225/jbse/13.12.829>
- Mazák, E. (1989). Posuzování a hodnocení počítačových výukových programů. Ústav školských informací.
- Nodzyńska, M. (2021). Models of the Microworld in Czech Chemistry Textbooks. In: Nodzyńska, M. (Ed.) *Visualization in Chemistry Teaching*. Uniwersytet Pedagogiczny.
- Průcha, J. (1998). Učebnice: Teorie a analýzy edukačního média: Příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky. Paido.
- Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (1998). Pedagogický slovník. Portál.
- RVP pro gymnázia. (2013). <http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-gymnazia>
- RVP pro základní vzdělávání. (2021). <http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani>
- Vymezení digitální gramotnosti – Digitální Gramotnost. (2021). <https://digigram.cz/vymezeni-digitalni-gramotnosti/>

- Wilkinson, K., Dafoulas, G., Garelick, H., & Huyck, C. (2020). Are quiz-games an effective revision tool in Anatomical Sciences for Higher Education and what do students think of them? *British Journal of Educational Technology*, 51(3), 761–777. <https://doi.org/10.1111/bjet.12883>
- Yenikalayci, N., Celikler, D., & Aksan, Z. (2018). The Development of Mit App Inventor Mobile Applications Related to the Display of Molecule Geometries with Vsepr Theory. In L. G. Chova, A. L. <https://doi.org/10.21125/inted.2018.2418>
- Martinez, & I. C. Torres (Ed.), 12th International Technology, Education and Development Conference (inted) (s. 9648–9654). Iated-Int Assoc Technology Education & Development. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000448704004106>

### **Weby**

- Atom. (2021). <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Savvy.Atom>
- Atom Visualizer. (2019). <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.signalgarden.atomvisualizer>
- Atom.Phys—Конструктор атомов. (2021). <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.CowboyBebop.AtomPhys>
- Building Atoms, Ions, and Isotopes Free on the App Store. (2011). <https://apps.apple.com/us/app/building-atoms-ions-and-isotopes-free/id437002429>
- Mendeleev. (2020). <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mandeleev.game.mandeleev>
- Nuclear on the App Store. (2021). <https://apps.apple.com/us/app/nuclear/id509546625#?platform=iphone>
- Periodic Table 3D. (2015). <https://www.microsoft.com/cs-cz/p/periodic-table-3d/9nblggh35lz1#activetab=pivot:overviewtab>
- Periodická Tabulka 2021. (2021). <https://apps.apple.com/cz/app/periodicka%C3%A1-tabulka-2019/id1451726577?l=cs#?platform=iphone>