

# PROJECT PRACTICE IN TEACHER TRAINING FOR UPPER SECONDARY SCHOOLS

## PROJEKTOVÉ PRAKTIKUM V PŘÍPRAVĚ VYUČJÍCÍCH PRVNÍHO A DRUHÉHO STUPNĚ ZÁKLADNÍ ŠKOLY

Daniel Aichinger

### Abstract

The article is concerned with the use of the project practice in teacher training for lower and upper secondary schools in the department of mathematics, physics and technical education in the faculty of education at the University of Plzen. The students learn how to design worksheets with scientific experiments for pupils by first exploring the phenomena by themselves in group projects and thus take a similar role as their future pupils rather than only memorizing theoretical definitions and solving advanced calculus. The goal of this approach is to improve their self-reliance so that they can help their pupils to also develop this important set of skills.

**Key words:** *project practice, teacher training, secondary school, worksheets, scientific experiments, STEM, group projects, self-reliance*

### Abstrakt

Článek se zaměřuje na využití metody projektové výuky při přípravě budoucích učitelů na katedře matematiky, fyziky a technické výchovy fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Studenti se při zpracovávání skupinového absolventského portfolia touto metodou učí, jak navrhovat vlastní pracovní listy pro řízenou samostatnou činnost svých žáků. V podstatě se tak nejprve sami učí pracovat stejným způsobem, jakým budou své žáky vyučovat a zažívají podobné situace jako jejich budoucí žáci. Cílem je vést studující k větší samostatnosti a přijetí zodpovědnosti za své vzdělávání, aby i oni mohli k tomuto vést svoje žáky.

**Klíčová slova:** *projektová výuka, příprava učitelů, absolventské portfolio, pracovní listy, samostatnost, kompetence k řešení problémů*

### ÚVOD

Koncept projektového praktika v přírodovědném a technickém vzdělávání vychází z myšlenky, že vzdělávací metody na všech stupních vzdělávání mají být založené na didakticky transformovaných metodách skutečné vědecké práce. V přírodních vědách přitom hrají klíčovou roli experimentální metody pozorování reálných systémů a následně z nich odvozené laboratorní experimenty s jednoznačně definovanými proměnnými v podobě měřitelných veličin. Cesta k poznání tedy vede od zkoumání složitého přírodního nebo člověkem vytvořeného systému zprvu kvalitativními metodami jako je například pozorování k sérii zjednodušených kvantitativních experimentů a měření prováděných opakovaně za jednoznačně definovaných podmínek. V nich se při cílených změnách izolovaného reálného systému typicky zkoumá vliv jednoho vstupního parametru na závislou výstupní veličinu, přičemž předpokládáme (respektive snažíme se v reálném systému prakticky co nejlépe docílit) udržování ostatních parametrů konstantních. Pravidla návrhu laboratorních experimentů a měření jsou sice do značné míry standardizovaná, nejedná se však

o náboženská dogmata a musí být pro konkrétní případy neustále kriticky přezkoumávána, protože do každého měření je měřicí metodou zanesena jistá systematická chyba, která v hraničních případech může zcela znehodnotit celý experiment. Není tedy možné postupovat slepě podle jednoho stále stejného receptu, je nutné experiment v případě potřeby opakovat pro různé variace nastavení a snažit se přitom zkoumaným jevům hlouběji porozumět.

## 1 VÝZNAM TVŮRČÍ PROJEKTOVÉ VÝUKY VE VZDĚLÁVÁNÍ

Na úrovni učňovského vzdělávání se většinou spokojíme s tím, že řemeslník nebo montér provádí měření a konstruování jako rutinní činnost podle určité ustálené sady pravidel bez hlubšího porozumění. Střední odborné vzdělávání již vyžaduje určitou míru hlubšího porozumění přírodním jevům v širších souvislostech a tudíž i principům, na nichž je založeno buď rutinní měření nebo obvyklý výrobní postup. Vysokoškolské vzdělání v akademických studijních programech na vysokých školách univerzitního typu si klade za úkol rozvoj dovedností spjatých s nejvyššími kognitivními funkcemi. Studující v bakalářském studijním programu za předpokladu, že splňují požadavky přijímacího řízení a mají potřebné znalosti a schopnosti jako nutnou podmínku ke studiu, po dobu 3 až 4 let intenzivně rozvíjejí zejména schopnosti abstraktního, analytického a kritického myšlení, prostorové představivosti, schopnost řešení problémů, sebeorganizace a samostatného rozhodování do podoby širokého spektra praktických profesních dovedností sahajících od samostatného konstruování až po kritické posuzování věcných argumentů. Uvedené dovednosti během bakalářského studia též postupně formují postoje studujících (nejvyšší v hierarchii vzdělávacích cílů) a stávají se tak nedílnou součástí jejich osobnosti. To je ostatně široce akceptovanou přidanou hodnotou absolventa vysoké školy univerzitního typu na trhu práce na rozdíl od průměrného absolventa odborné střední školy.

Otázkou je, spíše než diskuse, zda se obecné poslání studia na vysoké škole týká i studentů učitelství, jak u studujících oboru technická výchova pro vzdělávání úspěšně dosáhnout rozvoje výše uvedených dovedností. Dlouhá desetiletí bylo prioritou vysokoškolského studia zejména u technických oborů předání velkého množství teoretických poznatků další generaci odborníků formou masových přednášek, časově efektivního skupinového řešení typizovaných početních příkladů a předpřipravených laboratorních cvičení jako materiálně, organizačně i časově nejméně náročné formy nácviku rutinních činností. Praktické dovednosti rozvíjeli absolventi v ideálním případě souběžně se studiem v rámci povinných praxí, odborných seminářů, semestrálních prací, vysokoškolských kvalifikačních prací, zájmové činnosti a dále pak po nástupu do zaměstnání v oboru souvisejícím s tématem diplomové práce.

V posledních 20 letech se s nástupem počítačů a internetu význam prezenčních přednášek, paměťového učení definic ze skript a řešení rutinních početních úloh ze sbírek příkladů na papíře mění. Potřebné informace z prakticky všech oblastí vědy včetně laikům donedávna nedostupných poznatků lékařských oborů jsou nyní veřejně dostupné ve snadno srozumitelné podobě v podstatě komukoli. Jestliže v počátcích internetu bylo nutné číst dlouhé odborné texty a porozumět složitým výpočtům, navíc většinou v cizím jazyce, dnes zcela běžně ke každému tématu existují utříděné a komunitou ověřené články na Wikipedii s uvedením zdrojů a dalšími odkazy, popularizační články v médiích, vysvětlující videa, tutoriály, podcasty nebo již hotové přehledové infografiky, počítačové simulace, výpočetní modely a toolboxy pro matematický software na PC i aplikace pro mobilní telefony s operačním systémem Android. A navíc to vše je k dispozici v národních jazycích nebo jednoduché angličtině.

## 2 SAMOSTATNĚ PROVÁDĚNÉ ŽÁKOVSKÉ EXPERIMENTY

Na frontální výuku a nácvik rutinních činností se dosud orientovaly i odborné střední školy a gymnázia. Paradoxně na českých základních školách panovala na rozdíl od vyšších stupňů vzdělávání vždy určitá volnost pro tvůrčí a hravý přístup ke zkoumání přírodních jevů a technických systémů. To je dáno i tím, že na rozdíl od matematiky a českého jazyka nejsou fyzika, chemie, biologie a informatika součástí přijímacích zkoušek na střední školy a také proto, že na středních školách je znovu probírána velmi podobná učební látka, takže učitel základní školy může s čistým svědomím věnovat některým pasážím kurikula větší váhu a jiné ve školním vzdělávacím programu naopak omezit na minimální nutný rozsah. Vzniká tak prostor aplikovat ve výuce časově a organizačně náročnější objevitelské metody, hravé žákovské experimenty, mezioborové praktické projekty a zaměřit se na to, co žáky zajímá a baví. Pozorování provedená během workshopů na školách v Plzeňské kraji z let 2021 a 2022 ukazují, že žáci na nižších stupních vzdělávání jsou novým výukovým metodám převážně přístupní a co do rozvoje praktických dovedností i formování potřebných osobnostních vlastností. Analýzou obsazenosti kurzů zájmové činnosti bylo zjištěno, že k nejpoblárnějším aktivitám na základních školách dlouhodobě patří konstruování a programování robotických stavebnic jako je LEGO Mindstorm nebo Fischer Technik, 3D modelování a 3D tisk na extrudérových tiskárnách, návrhy elektrických obvodů pomocí elektrotechnických stavebnic Voltík, Bofin nebo programování mikropočítačů se sadami senzorů a aktorů (typicky Arduino v různých provedeních, Raspberry Pi a Raspberry Pi Pico). Přitom hrají zcela zásadní roli učitelé a vedoucí kroužků na školách či ve střediscích volného času typu domů dětí, protože u žáků na 2. stupni ZŠ zpočátku převládá nápodoba těchto vzorů. To je však přirozená vývojová fáze, která u intelektově dostatečně způsobilých dětí postupně předchází v uvědomění si vlastní identity a vlastní originální tvorbu, ať už hudební, výtvarnou nebo technickou.

Větším úskalím pro vyučující na základních školách je při zavádění objevitelských metod a samostatném experimentování žáků ve školní laboratoři nutnost ze začátku detailně strukturovat krok po kroku postup činnosti žáků, vše předem pečlivě plánovat a předvídat reakce žáků. A zde jsme zpět u společenské funkce vysokých škol. Na katedře matematiky, fyziky a technické výchovy fakulty pedagogické ZČU v Plzni se snažíme v rámci vzdělávání zapojit studující v magisterském studijním programu učitelství technické výchovy pro základní školy do výzkumu, vývoje a komunikovat výsledky výzkumu odborné i laické veřejnosti. Proto dlouhodobě prosazujeme zaměření semestrálních a kvalifikačních prací na návrh strukturovaných pracovních listů pro samostatnou práci žáků s využitím počítačově řízených a vyhodnocovaných měřicích systémů.

## 3 TVORBA PRACOVNÍCH LISTŮ PRO ŽÁKY

Při návrhu pracovních listů pro druhý stupeň základní školy jsme se rozhodli využít převážně takzvanou heuristikou, neboli česky objevitelskou metodu. Ta je realizována formou žákovských experimentů v souladu s požadavky na transformaci vzdělávání od pouhého přijímání informací a pamětního učení k samostatnému získávání informací vlastním zkoumáním přírodních jevů učící se osobou, ať už studentem nebo žákem. Na počátku žákovského experimentu je formulace problémové úlohy spolu s rámcovými požadavky na sestavení zkoumaného systému. Na nižších stupních vzdělávání je nutné každou praktickou problémovou úlohu doplnit podrobným návodem, jakýmsi průvodcem experimentem, který krok po kroku vede žáka od

sestavení experimentu přes jeho provedení až k vyhodnocení, a to typicky formou sekvence cílených nápověd a návodných otázek.

Návrh nového experimentu má několik fází. Výchozím impulsem bývá modifikovaný laboratorní nebo školský demonstrační experiment upravený pro realizaci s pomocí běžně dostupných měřicích přístrojů a pomůcek jako jsou váhy, teploměr, multimetr, pravítko, posuvné měřítko, pipeta, kousek drátu, kartonový papír, část PET-lahve, víčka od PET-lahví apod. V další fázi již student, který navrhuje pracovní listy se sadou pomůcek, konstruuje sofistikovanější měřicí aparaturu s využitím počítačem vyhodnocovaného měřicího systému a senzorů sledovaných veličin. Tento postup je na katedře matematiky, fyziky a technické výchovy v současné době již druhým rokem testován v rámci předmětu principy a systémy techniky zařazeného v prvním ročníku navazujícího magisterského studia. Studenti v rámci jednotlivých předmětů magisterského studia postupně vytvářejí skupinové portfolio daného oboru složené z pracovních listů pro žáky a metodických pokynů pro vyučující. Ve vyšších ročnících pak v rámci pedagogické praxe studující tyto pracovní listy pod dohledem zkušených vedoucích praxí testují na školách, vyhodnocují úspěšnost provedení navržených aktivit a zapracovávají do nich změny. Výsledné pracovní listy jsou na konci tohoto procesu publikovány ve spolupráci s nakladatelstvími v učebnicích a pracovních sešitech.

Žákovskému (resp. ve fázi přípravy studentskému) experimentu nepředchází žádné detailní vysvětlování fyzikálních zákonů ze strany vyučujícího. Učící se osoba začíná s prázdným stolem a pomyslným čistým listem papíru. Provádí experiment samostatně bez předchozí znalosti výsledku a daný jev znovu objevuje podobně, jako byl skutečně před stovkami let objeven a zkoumán. To je výrazně odlišný přístup k experimentu než při klasické frontální výuce, kdy učitel lekci začíná vysvětlením jevů, v lepším případě doprovázeného demonstračními experimenty, nakreslením schémat, nadiktováním definic a napsáním vzorců na tabuli, výpočty ilustračního příkladu a následně pokračuje vyjmenováním možných aplikací daného jevu. Při frontální výuce předvádí experiment vyučující a žák ho pouze pasivně pozoruje. Při heuristické výuce žáci provádí experimenty samostatně pod dohledem vyučujícího.

S čím se musí žák nebo studující na začátku objevitelské výukové lekce seznámit jsou obecné zásady provádění experimentů, návod k obsluze používaného měřicího přístroje, měl by znát a umět aplikovat obecné zásady práce s daty, měl(a) by věnovat pozornost průběžnému zaznamenávání průběhu experimentu a dodržovat jednoduchá pravidla zápisu, zpracování a zobrazení výsledků měření v bodovém grafu nebo sloupcovém diagramu. Ani tato sada obecných dovedností není ze začátku u učících se osob kompletní a s každým experimentem potřebné dovednosti teprve získávají, rozšiřují, upevňují. Proto je důležité začínat spíše jednoduchými problémovými úlohami. Typicky provádějí všichni žáci buď stejný experiment ve dvojicích, nebo každá dvojice provádí odlišný experiment, přičemž se následně tyto dvojice postupně na stanovištích prostřídají. V prvním případě provádění shodného experimentu je nutné mít pro celou třídu typicky 14 až 16 stejných měřicích sad. Při rozdělení třídy na poloviny postačí 7 až 8 sad. I to může být pro školu příliš nákladné a tak je nutné vytvořit často ještě více stanovišť. Jako optimální se pro jeví vytvořit 3 stanoviště, na nichž je daná úloha ve 4 až 5 shodných sadách, což při práci žáků ve dvojicích podle celkového počtu žáků stačí pro celou třídu.

Při sestavování a provádění experimentů dochází přirozeně k chybám a mnohdy bohužel i k poškození vybavení (více v odstavci věnovaném nevýhodám heuristické

metody). Možnost dopustit se chyby je však nedílnou součástí použité výukové metody. Učiněná chyba je zdrojem poučení pro další provedení experimentu a tím i významným zdrojem poznání. Ne nadarmo se říká, že "chybami se člověk učí". To však funguje pouze tehdy, pokud mají žáci dostatek času na opakované provedení experimentů a pokud jsou v případě poškození k dispozici náhradní díly experimentálních sad nebo celé záložní sady.

Pro uchovávání a transport sad experimentů se osvědčily standardizované čtvrtpaletové plastové přepravy s půdorysem 400 mm x 600 mm dostupné s různou výškou. Jsou k nim dostupné i lehké transportní podvozky, na něž je možné naložit několik stohovatelných přepravek najednou až do bezpečné výšky dle pravidel BOZP. Rozměry a nosnost přepravek omezují velikost jednotlivých komponent a měřicích přístrojů pro školní sady experimentů. Nosnost přepravek je vhodné zvýšit vložení dna z přesně uříznuté OSB desky se sraženými rohy podle vnitřního poloměru zaobleného rohu přepravy. Podobným způsobem lze z OSB desky výšky 12 až 15 mm (délka zhruba 590 mm, šířka 390 mm) vytvořit i pevné víko přepravy včetně jeho vyvýšených okrajů pro bezpečné stohování. Součástí každého boxu je zalaminovaný a na boku nebo víku boxu nalepený seznam v něm uložených pomůcek a vnitřní dělicí příčky z polyuretanu nebo alespoň bublinkové fólie (tu na ZŠ spíše nedoporučuji) pro ochranu uložených pomůcek. Ještě vhodnější jsou do transportních boxů vložené polyuretanem nebo tužším polyesterovým roumem polstrované textilní kapsáře.

## Závěr

Projektová výuka zaměřená na realizaci samostatně prováděných žákovských experimentů na základních školách ve spojení s jejich návrhem v učitelských studijních programech se jeví být jednou možných z cest jak dosáhnout modernizace českého školství a jeho posunu k vyšší samostatnosti a kreativitě žáků. Obdobný efekt přitom může mít i proces návrhu pracovních listů na budoucí učitelky a učitele.

## Literatura

1. Průcha, J. (2007). Přehled pedagogiky. Praha. ISBN 978-80-7367-567-7.
2. Skalková, J. (2007). Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1821-7.
3. Slavík, J., Janík, T., Najvar, P., Knecht, P. (2017). Transdisciplinární didaktika. O učitelském sdílení znalostí a zvyšování kvality výuky napříč obory. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-8568-8.

## Kontakt

*Mgr. Daniel Aichinger, Ph.D.*  
*Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická*  
*Klatovská tř. 51, 306 19 Plzeň*  
*Tel: +420 377 636 501*  
*E-mail: dann@kmt.zcu.cz*