

JAK ŽÁCI GYMNÁZIA VNÍMAJÍ VÝUKU INFORMATIKY JAKO VĚDY

DANIEL LESSNER

ABSTRAKT

Ve výuce informatiky na českých gymnáziích je věnováno poměrně málo pozornosti informatice jako vědě (computer science). Navrhli jsme proto program výuky, který by umožnil mezery vyplnit. Tuto výuku nyní pilotujeme. Po prvním pololetí jsme uskutečnili dotazníkové šetření s cílem zjistit, jak předmět vnímají žáci. Zaměřili jsme se především na obtíže při studiu a související studijní přístupy, dále na srovnání informatiky s ostatními předměty, na oblíbené a neoblíbené aspekty informatiky a na přínos, který ve studiu informatiky žáci spatřují. Vyšel najevo zajímavý rozpor, kdy žáci na jedné straně uvádějí obtíže a negativní pocity spojené s neexistencí přesného postupu vedoucímu k výsledku, na druhé straně výrazně oceňují možnost samostatně odhalit výsledek. Oba tyto motivy vystupují velmi silně a ukazují na nutnost pečlivého nastavování obtížnosti výukových aktivit.

V článku nejprve stručně nastíníme situaci informatiky na našich gymnáziích. Dále představíme program výuky informatiky, který jsme sestavili, a podmínky, ve kterých program pilotujeme. Ve druhé části článku pak uvádíme výsledky dotazníkového šetření a závěry, které z těchto výsledků plynou.

Klíčová slova: *informatics, secondary education, computer science, survey, students' attitudes*

ÚVOD

Informatika není na českých gymnáziích chápána jako součást vzdělávacího programu. Výuka se soustředí především na ovládání uživatelských aplikací. Vědní stránka informatiky je v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (RVP, [1]) zmíněna jen sporadicky a zmatečně. Přitom je takové téma, dle našeho soudu, dobrou příležitostí pro rozvoj klíčové kompetence k řešení problémů, a zároveň jde o téma s přesahy do mnoha oblastí lidské činnosti.

Rádi bychom proto přispěli ke změně tohoto stavu a informatiku na gymnáziích podpořili. Jedním z prvních kroků je ujasnění, co by vlastně konkrétně mohlo být obsahem gymnaziální výuky informatiky a zjištění, jak je takový obsah přijatelný a prospěšný pro žáky. Za tímto účelem jsme sestavili ucelený program výuky základů informatiky k otestování. Tento program má jednak poskytnout inspiraci tvůrcům kurikula a učitelům (kteří tvoří svá školní kurikula), jednak posloužit jako konkrétní podklad pro budoucí diskuse o pojetí informatiky na gymnáziích. Při vývoji programu jsme studovali relevantní zahraniční zdroje a zkušenosti [2–7]. Nebylo ale možné je přímo převzít, pokud jsme chtěli získat program, který respektuje místní specifika.

Ve školním roce 2012/2013 pilotujeme tento program v kvintě pražského osmiletého gymnázia (první ročník při čtyřletém počítání, žákům je kolem patnácti let). Máme za sebou první pololetí, opadl efekt odlišného pojetí předmětu a přirozený předěl pololetí je příležitostí k hodnocení. Výsledkům samotné výuky se věnujeme např. v článku [8].

V tomto článku se zabýváme pohledem žáků na výuku informatiky. Protože se během hodin i mimo ně opakovaně vynořuje otázka obtížnosti učiva, zaměřili jsme se právě na obtíže, kterým žáci čelí. S tím souvisí postupy, které při studiu informatiky uplatňují a jejich motivace ke studiu.

Nejprve uvedeme kontext pro následující výsledky. Představíme stručně navržený program výuky a podmínky, za jakých ho na konkrétní škole pilotujeme. To obnáší mimo jiné zásadní časová omezení a tím pádem redukci učiva. V následující části popíšeme konstrukci použitého dotazníku a způsob sběru dat. Tím je připraveno vše pro část závěrečnou, ve které uvádíme a diskutujeme získané výsledky.

1 PLÁN VÝUKY

V této části popíšeme navržený program výuky, který v tomto školním roce přiměřeně uzpůsobené podobě pilotujeme.

Cíle výuky

Cíle navrhované výuky vycházejí z RVP. Cílem gymnaziálního vzdělávání je rozvinutí klíčových kompetencí a získání všeobecného rozhledu. Klíčové kompetence jsou v RVP [1] definovány jako „soubor vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, které jsou důležité pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a budoucí uplatnění v životě.“ V gymnaziálním vzdělávání rozlišujeme kompetenci k řešení problémů, kompetenci komunikativní, kompetenci k učení, kompetenci sociální a personální, kompetenci občanskou a kompetenci k podnikavosti. V hodinách informatiky lze přirozeně rozvíjet především kompetence k řešení problémů, komunikaci a k učení. Jejich bližší popis je uveden v [9].

V rámci všeobecného rozhledu by se gymnazisté měli seznámit s informatikou podobně, jako se seznamují s fyzikou či biologií. Měli by znát základní pojmy a otázky, jimiž se obor zabývá, metody, které užívá k jejich řešení, základní výsledky, otevřené problémy a v neposlední řadě také souvislosti s ostatními vědami a obory lidské činnosti a aplikace výsledků

informatiky mimo tento vědní obor. V současné době si mnoho žáků ani není vědomo, že informatika jako vědní obor existuje, jak napovídají např. údaje získané při soutěži Bobřík informatiky.

Jiný úhel pohledu na smysl výuky informatiky nabízí koncept computational thinking, který je našim cílům velmi blízký. Jedno z nejužívanějších vymezení hovoří o efektivním řešení problémů za použití principů informatiky (computer science). Koncept je podrobněji popsán v [10].

Obsah výuky

Program výuky jsme strukturovali do jednotlivých volně navazujících modulů. Každý modul je věnován jednomu hlavnímu tématu. Výběr témat vychází do značné míry z konceptu fundamental ideas [11, 12]. Moduly samozřejmě nejsou izolované, informatické principy se opakovaně vynořují a prolínají se všemi moduly, podobně jako v programu [13]. Obsah je koncipován pro jeden školní rok při výuce dvou vyučovacích hodin týdně.

Program výuky jsme tedy postavili na vybraných základních pojmech, jimiž jsou informace, problém, algoritmus a efektivita. Další moduly se týkají grafů, topologického řazení, evolučních algoritmů a společenskovešdních souvislostí. Popíšeme zde především první dva moduly, jimiž jsou informace a grafy, ty jsme totiž stihli probrat. Moduly plánované pro následující pololetí popíšeme pouze stručně.

Výuce samotné informatiky předchází několik úvodních hodin, které mají za úkol informatiku jako vědu představit a zopakovat nebo doplnit potřebné dovednosti a znalosti z informatiky i jiných předmětů. Zejména se jedná o látku z matematiky, v informatice bohatě využíváme například logiku. Během úvodních hodin také zjišťujeme úroveň žáků, abychom přiměřeně nastavili výuku v následujících modulech.

Modul o informaci se zaměřuje na pojem informace a její množství (ve smyslu úbytku možností, [14]). Žáci by měli porozumět významu souvisejících pojmů, sestavovat a používat rozhodovací a kódovací stromy, včetně posuzování jejich efektivit při nerovnoměrném rozložení uzlů. Naučí se dvojkovou soustavu a užití principu půlení intervalu. Modul zároveň pomáhá budovat základy pojmů algoritmus a efektivita.

Modul zahajujeme hrou na hádání myšleného zvířete pomocí otázek s odpovědí ano nebo ne. Ukáže se, že pro průzkum pojmu informace a jejího množství je to situace příliš volná, proto pokračujeme hádáním přirozených čísel. Postupně se ukáže, že dlouhodobě úsporné otázky jsou ty, které dělí zbývající možnosti na polovinu. Na tomto základě konkretizujeme pojem informace a jejího množství v bitech. Dotazovací strategie znázorníme rozhodovacími stromy, kde graficky vyniknou rozdíl v délce dotazování. Prozkoumáme případ, kdy o výskytu jednotlivých možností něco víme, např. při hádání data narození můžeme pracovat s četnostmi narození v průběhu roku. Dále si všimneme, že pokud s druhou stranou sdílíme stejnou strategii, není se už třeba na nic ptát, stačí si předat posloupnost odpovědí a ve stromu najít výsledek. Tak se dostáváme k přímé souvislosti s kódováním a dvojkovou soustavou. Dosavadní výsledky o dotazování (efektivita, reprezentace) tedy můžeme přeložit do kontextu kódování informací. Podrobnější informace jsme publikovali v [15].

Teorie grafů se na gymnáziích nevyučuje, navzdory bohatým aplikacím jak v praxi, tak při studiu gymnázia (za všechny uveďme jako příklad větné rozbory a molekuly organické chemie). Modul věnovaný grafům má žáky naučit rozpoznat situace, v nichž se grafy dobře uplatní, používat konzistentně vhodnou terminologii, pracovat s grafovými notacemi (seznam hran a matice sousednosti), používat některý editor grafů, rozpoznávat a kreslit jednotažky a definovat a rozpoznávat isomorfní grafy. Kromě toho v pozadí rozvíjí dovednosti jako použití známých poznatků v nové situaci, rozlišování nutných a postačujících podmínek, využití protipříkladu k prokázání či vyvrácení hypotézy a podkládání svých závěrů vhodnými argumenty.

Jako přechod z předchozího modulu a zároveň úvod do světa schémat a diagramů slouží myšlenkové mapy. Samotné grafy uvedeme sadou skupinově řešených úloh, na kterých se ukáže užitečnost konceptu grafu. Tyto úlohy vychází z klasických aplikačních oblastí, jako je hledání nejkratší cesty, minimální kostry apod. Na základě zkušenosti s řešením těchto úloh je zatím neformálně zaveden pojem grafu a základní termíny. Žáci se seznámí s notací pomocí seznamu hran, aby bylo jasné, že i grafy lze kódovat znakově, že na konkrétním nakreslení opravdu nesejde a že s grafy (zejména s velkými grafy) pracují počítače právě prostřednictvím znakové reprezentace, nikoliv lidé prostřednictvím obrázků. Dále zkoumáme grafy jako abstraktní strukturu. Žáci se seznámí s pojmem skóre a řeší otázku, zda je možno skóre použít jako úspornější grafovou notaci. Po tom, co jsou už s pojmem grafu dostatečně seznámeni, se pustí do zkoumání eulerovských grafů a jejich efektivního rozpoznávání. Kreslí si příklady, formulují hypotézy a následně je ověřují. Problému eulerovských grafů je věnováno nejvíce času. Jde o ukázkou toho, jak řešení zdánlivě banální otázky může vést k užitečným výsledkům. Posledním pojmem v modulu je isomorfismus, jako rozšíření významu slova „stejný“ pro grafy. Koncept navazuje na pojmy shodnosti a podobnosti z geometrie, na zlomky v jiném, než základním tvaru a další případy, kde se žáci setkávají se stejnou skutečností v jiné podobě. Žáci se také naučí několik základních podmínek existence isomorfismu dvou grafů (shodný počet vrcholů a hran, shodné skóre ap.).

Grafů se týkají i cíle dalších modulů, např. systematické procházení stavového prostoru a topologické řazení. V této souvislosti stojí za zmínku, že cílem výuky není naučit žáky konkrétním algoritmům, ty si stejně pamatovat nebudou, a i tak by se základní algoritmy patrně nehodily na konkrétní řešení situace. Po výuce algoritmů by nicméně žáci měli být schopni alespoň suboptimálního postupu na základě osvědčených heuristik.

Následující modul o problémech je věnován obecným heuristikám pro řešení problémů v duchu [16]. Žáci se naučí popsat výchozí a cílový stav a systematické hledání cesty mezi nimi. Identifikují své časté chyby při řešení problémů (chybějící kontrola správnosti řešení, zanedbání některého aspektu výchozí či cílové situace apod.) a zformulují vlastní strategii pro řešení problémů. Seznámí se s konceptem stavového prostoru jako univerzálním modelem a se strategií k jeho systematickému procházení jako s univerzálním nástrojem řešení problémů.

Smyslem modulu o pojmu algoritmus není výuka algoritmizace jako takové, nýbrž porozumění samotnému pojmu se všemi důsledky. Obecně popsané procházení stavového prostoru vede k myšlence obecného řešení problémů, tedy k takovému řešení, které již nepotřebuje žádný tvůrčí vstup a stačí jen bez rozmyšlení následovat instrukce. Z tohoto pohledu také zkoumáme pojem algoritmu. Představíme jeho základní vlastnosti (jednoznačnost, konečnost atd.) a jak je lze v konkrétním postupu rozpoznat. Dále zkoumáme důsledky těchto vlastností, jako jsou spolehlivost, záruka stejného výstupu při stejném vstupu a možnost provádění kýmkoliv a čímkoliv, pokud správně chápou provádění základních instrukcí. Žáci se také seznámí s typickou charakteristikou problémů, které algoritmicky řešit nelze.

Modul o efektivitě je postaven na klasické partii složitosti, ovšem patřičně zjednodušené. Zůstává koncept porovnávání počtu provedení elementárních kroků, rozlišování nejlepší, průměrné a nejhorší složitosti a třídění podle dominantního členu na algoritmy logaritmické, lineární, kvadratické atd. Předvedeme, že algoritmy s exponenciální časovou složitostí nebývají prakticky použitelné. Kromě uvedeného zkoumáme také další kritéria pro porovnávání algoritmů (náročnost na vymyšlení a provedení, náročnost na prostor či jiné prostředky ap.). Tvůřivou stránku modulu zajišťuje optimalizace již existujících algoritmů (neopakování stejných výpočtů, včasné ukončování běhu cyklů apod.).

Modul o topologickém řazení slouží k zopakování látky předchozích modulů na praktickém příkladu rozvrhování závislých úkolů. Následující modul o evolučních algoritmech ukazuje pokročilou oblast informatiky. Žáci pracují s připraveným příkladem, zkoumají roli jednotlivých parametrů a poznávají dilemata typu explorační vs. exploatační. Zároveň zjišťují, že tam, kde nemáme efektivní řešení, se snažíme problém obejít (a to obejít automatizovat). V neposlední řadě pak evoluční algoritmy zpochybňují známé klišé, že počítače udělají jen to, o jim řekneme. To je zároveň dobrou přípravou pro následující modul.

Poslední modul se předchozím značně vymyká. Nastihuje společenskovední souvislosti probrané látky. Soustředíme se především na Turingův test [17] a jeho praktické dopady. Nejde jen o doplnění hodin předmětu základy společenských věd. Žáci by měli zaujmout postoj k faktu, že v konečném důsledku může být lhostejné, jak je stroj naprogramován, pokud daný úkol dobře plní. A pokud je možné způsob řešení libovolného úkolu dost přesně popsat, budeme patrně preferovat provedení řešení strojem. S touto perspektivou by žáci měli mimo jiné činit kariérní rozhodnutí.

Metody výuky

Velmi stručně okomentujeme metodická východiska naší výuky. Vzhledem k cílům výuky a charakteru učiva se silně opíráme o didaktiku matematiky a konstruktivistické a problémově orientované přístupy. V této souvislosti je historická neukotvenost informatiky na gymnáziích výhodou. Máme možnost výuku naplnit obsahem střídavě, tedy mimo jiné tak, aby byl dostatek času na vlastní aktivity žáků. Poměr času věnovaného vlastnímu objevování a příjmu informací je určen hodinovou dotací výuky a tím, že jsme stanovili určitý základní objem látky, který by měl každý gymnazista znát. Tento objem je ovšem záměrně nastaven tak, aby mohla značná část výuky probíhat v režimu samostatně řešených problémů.

Vzhledem k tomu, že mnohé probírané pojmy jsou poměrně abstraktní, snažíme se pro ně budovat základy už v předstihu. Například už v souvislosti s měřením množství informace se setkáváme s efektivitou, podobně je (ne)efektivita motivací pro hledání lepší charakterizace jednotažek, než že je lze nakreslit jedním tahem. Jiným příkladem je algoritmus, možná překvapivě zařazený až doprostřed programu, přestože je to zcela základní pojem informatiky. Teprve na tom místě si ale můžeme být jisti, že mají žáci dostatek zkušeností s algoritmickými procesy, aby dokázali užitečnost zavedení pojmu algoritmu ocenit.

Protože základní snahou informatika je efektivita jeho práce, snažíme se žáky motivovat k témuž. Namísto formálního ocenění se snažíme především vytvářet takové situace, které neefektivní postupy potrestají zcela přirozeně. Podobně se snažíme demonstrovat užitečnost probíraných pojmů a nástrojů.

Na přímou výuku není mnoho času, proto zadáváme domácí úkoly. Slouží buď k připomenutí a procvičení probrané látky, nebo k práci na problémové úloze, ke které není třeba účast učitele, a která otvírá dveře následující látce.

Žáci mají po celou dobu výuky k dispozici počítače. Jejich použití necháváme do značné míry na samotných žácích. Velmi zřídka vyžadujeme použití konkrétního softwarového nástroje nebo konkrétního postupu. Žáci si použité nástroje volí sami. Zapojení technologií do výuky tedy nijak výrazně nepodporujeme. Na druhou stranu techniku využíváme všude tam, kde nám přirozeně umožní efektivněji dosáhnout vytyčených cílů. Tedy způsobem, který by měl být běžný v každém předmětu. Ukázkou tohoto přístupu je zapojení systému Moodle.

Moduly jsou obvykle strukturovány následovně: Předložíme motivační úvodní problém, žáci ho řeší bez přímého návodu učitele, obvykle ve skupinách. Při zadávání problému se snažíme hledat rovnováhu mezi realističností situace a její snadnou řešitelností. Řešení problému vzbudí otázky po obecnějších strukturách a nástrojích. Žáci poznají, co může k tématu říct informatika. Dále zkoumají dané nástroje, jejich vlastnosti a možnosti použití. Výsledky výuky jsou ověřeny prověrkou na konci modulu. Na úplný závěr jsou zařazeny jednak další souvislosti pro zájemce o samostatné studium, jednak přirozená omezení použitelnosti dané látky (např. zpětné prohledávání je užitečný koncept, ale nehodí se pro řešení příliš rozsáhlých problémů).

2 REALIZOVANÁ VÝUKA

V této části doplníme několik komentářů ke skutečnému průběhu a náplni výuky, především ve vztahu k výše uvedeným plánům.

Organizační a obsahové podmínky

Dostali jsme možnost učit kvintu osmiletého gymnázia. Námi navržený program počítá s vyššími ročníky, museli jsme proto látku na několika místech zjednodušit a zpomalit (a v konečném důsledku ubrat). Pokaždé se ale podařilo zachovat jádro probíraných témat. Žáci se například v matematice ještě nesetkali s funkcí logaritmu, která je užitečná pro měření množství informace. Pro naše účely ovšem vystačíme s hrubými odhady, které lze získat počítáním potřebných vydělení. Odhalit takový postup je pro nás dokonce didakticky cennější, než použití logaritmu na kalkulačce.

Máme jen jednu hodinu informatiky týdně, aspoň ale navazujeme na výuku z předchozích let (kancelářské aplikace lze považovat za probrané a zvládnuté). Na škole je informatika pojímána jako spíše pomocný, ne příliš důležitý předmět, ve kterém se žáci mají naučit především „ovládat ty aplikace“. Školní vzdělávací program je napsán dostatečně obecně, aby byl slučitelný s naší výukou, výslovně uvádí algoritmizaci a základy programování, a navíc databáze. V programu jsme nicméně posílili zapojení počítačů a aplikací, např. pro práci s grafy. Zároveň jsme do učiva zařadili webové služby jako WolframAlpha a vzdělávacím cílem se stala i dovednost práce se systémem Moodle. Takto jsme zmírnili rozdíly v pojetí výuky. Pokud někdo chce, může ji nahlížet tak, že nadále řešíme problémy pomocí digitálních technologií, avšak ty problémy jsou mnohem pokročilejší a použití techniky není až tak rozhodující.

Třída je pro výuku rozdělena na poloviny proti matematice, hodiny probíhají v počítačové učebně. Rozdělení žáků se řídí podle úrovně anglického jazyka před několika lety, s matematikou ani informatikou nemá nic společného (nelze z toho ale soudit, že by byly obě skupiny v informatice rovnocenné).

Charakteristika žáků

Do naší třídy chodí 32 žáků, z toho 17 děvčat a 15 chlapců. Podstatné pro náš výzkum je, že nejde o zájmový seminář, ale o běžnou třídu. Jsou v ní proto zastoupeni jak zájemci o oblast informatiky, tak i zájemci o jiné předměty (případně o žádné předměty), jak citlivostiví a snaživí žáci, tak i další žáci, jak žáci, kteří studují přirozeně snadno a úspěšně, tak ti, kteří si výsledky musí tvrdě odpracovat. Přestože je úroveň motivace a dovedností žáků v porovnání s výukou v běžném výběrovém semináři nepoměrně nižší, ve srovnání s jinými třídami máme žáky spíše pracovité a svědomité, jak plyne i z rozhovorů s ostatními učiteli na dané škole.

Hodnocení

Hodnocení výuky plně využívá systému Moodle. Žáci dostávají body za odevzdané domácí úkoly, aktivitu v hodině i prověrky. Výsledná slovní známka na vysvědčení se odvozuje z poměru získaného a získatelného počtu bodů. Moodle potřebné hodnoty průběžně zobrazuje, každý tak může sledovat své výsledky. Žáci nevědí, kolik bodů je možné získat za pololetí, což by je mělo motivovat k průběžné práci. Druhým takovým faktorem jsou domácí úkoly s termínem. Po jeho uplynutí za ně žáci dostávají jen polovinu bodů. Navíc existují dobrovolné domácí úkoly, které nezvyšují uvažovaný maximální počet dosažitelných bodů pro výpočet známky. Obvykle vyžadují hlubší porozumění probírané látce nebo nějaký dobrý nápad.

Každý modul je uzavřen prověrkou, která má ukázat, jak dobře žák téma ovládá. Prověrky obsahují jak úlohy typové přímo navazující na úlohy řešené v předchozí výuce, nebo úlohy, kde je třeba látku aplikovat novým způsobem. Při prověrkách je dovoleno používat zápisky i libovolné další zdroje, kromě zdrojů lidských. Práci na prověrce zahajujeme ve škole, aby se každý mohl ujistit, že správně rozumí zadání a mohl vypracovat většinu úloh, nicméně mnoho žáků v práci pokračuje doma a výsledek v průběhu týdne odevzdá přes systém Moodle. Nezaznamenali jsme známky toho, že by žáci při práci doma s někým spolupracovali.

V pololetí jsme udělili 14 známek výborně, 9 chvalitebně a 8 dobře, jedna žákyně má posunutou klasifikaci. Třída tak dosáhla průměru známek 1,8. To je pro přírodovědný předmět pěkný výsledek, je ovšem třeba uvážit, že se ve známkovém hodnocení projevil tlak na zachování kontinuity s předchozí výukou informatiky a další podobné aspekty. Ve známkách proto hodnotíme např. i snahu, píli a dochvilnost v řešení úkolů. Známky tedy příliš dobře nevystihují skutečné dosažení námi vytyčených cílů (jakkoliv tato praxe odpovídá způsobu známkování i v dalších předmětech). Mezi aspekty, které naopak numerické výsledky žáků zhoršují, patří počáteční překvapení ze změny pojetí, ze způsobu hodnocení na Moodle a také nedostatkem vhodných studijních materiálů ve srovnání s dalšími předměty.

Průběh výuky

Začátek školního roku byl poznamenán několika negativními faktory. Žáci přecházeli z nižšího stupně gymnázia na vyšší, změnil se učitel informatiky, velmi výrazně se změnilo pojetí informatiky, značná část komunikace s učitelem a hodnocení výuky probíhalo přes do té doby neznámý systém Moodle (jeho použití v takovém rozsahu bylo nové i pro nás). Nějaký čas trvalo, než se podařilo tyto faktory odhalit a jejich dopad neutralizovat. Po uplynutí pololetí se stav ustálil, žáci se s novou situací vyrovnali a má smysl zkoumat, jak ji vnímají.

S ohledem na výše zmíněné skutečnosti jsme během prvního pololetí prošli pouze dvěma moduly z navrhovaného programu, totiž modulem o informaci a modulem o grafech. Na začátku školního roku jsme navíc strávili poměrně hodně času opakováním použití prezentačního softwaru a vyhledávání na internetu, do kterého jsme zabalili základy kombinatoriky a další drobnosti pro použití v následující výuce. Oba zmíněné moduly jsme navíc probírali ve velmi minimalizované variantě. Rozhodli jsme se raději vyzkoušet více modulů a podat tak sice mělčí, ale ucelený pohled na informatiku. tento přístup se osvědčil i díky výsledné rozmanitosti témat a tím šanci pro každého žáka nechat se něčím zaujmout.

3 SBĚR DAT

Sběr proběhl podle plánovaných dvou fází. První hodinu nového pololetí jsme po dohodě s kolegyní matematikářkou rozdělili podle dosaženého počtu bodů v informatice. Náplní hodiny měla být specifika způsobu výuky a studia informatiky, proto se jednorázová změna rozdělení podle výkonu jevila jako vhodná.

V hodině jsme potom jednak věnovali určitou pozornost konkrétním nejasnostem v učivu a ve způsobu řešení některých úloh, jednak vedli skupinovou diskusi o obtížích při studiu informatiky a o jejich překonávání. Diskuse částečně navazovala na aktivitu z prosince, kdy žáci sestavovali myšlenkovou mapu o svých učebních strategiích. V průběhu diskuse jsme si dělali poznámky a zároveň jsme nahrávali zvukový záznam. Od diskuse jsme očekávali několik výsledků. Z hlediska žáků především sdílení zkušeností a doporučení i mimo okruh obvyklých přátel ve třídě. Dále poznání, že na uvedené téma je možný konstruktivní rozhovor a že otevřenost jej činí pro všechny užitečným a nepřináší žádná rizika. Toto bylo důležité v souvislosti s následujícím dotazníkem, kde jsme potřebovali, aby se žáci neostýchali otevřeně odpovídat na položené otázky navzdory tomu, jak mohou někteří tradičně chápat roli učitele. Diskuse nám zároveň odhalila některá klíčová témata, která jsme potom rozpracovali v dotazníku. Vedlejším cílem diskuse bylo příkladem ukázat, že zpětná vazba je užitečným a běžně užívaným nástrojem sebeřízení.

Žáci se do diskuse (i následného vyplňování dotazníku) zapojili s tím, že výsledky mají mimo jiné sloužit i jako základ k případným úpravám samotné výuky. K tomu skutečně poslouží, např. co se týče podoby studijní opory a množství úloh k procvičení, které musíme zvýšit.

Na základě proběhlé diskuse jsme vzápětí sestavili elektronický dotazník, který už žáci zpracovávali samostatně. Do doby dokončení tohoto příspěvku vyplnilo dotazník 26 žáků (z celkových 32). Dotazník se týkal několika okruhů otázek. Zaměřili jsme se na obtíže, kterým žáci při studiu informatiky čelí, a na způsoby, jakými tak činí. Žáci odpovídali na otevřené otázky a vyjadřovali míru souhlasu s připravenými tvrzeními. Tato tvrzení vycházela z motivů zmíněných během diskuse, které jsme si poznamenali, nebo je identifikovali zpětně pomocí zvukové nahrávky. Smyslem těchto otázek bylo získat data, která by umožnila i kvantitativní interpretaci.

Některých oblastí jsme se záměrně dotkli v několika otázkách zároveň, abychom mohli sledovat žákovské odpovědi z různých úhlů pohledu a umožnili tak přesnější interpretaci získaných dat. Tento přístup na druhé straně poněkud zkomplikoval hodnocení, protože bylo potřeba relevantní informace shromažďovat z různých míst dotazníku.

Vyhodnocování odpovědí na otevřené otázky (resp. soubor otevřených otázek k jednomu okruhu) jsme provedli metodou značkování. Jednotlivým úsekům odpovědi jsme v průběhu několika čtení přiřazovali zástupné značky a značky z velmi podobným významem jsme ztotožňovali. Následně jsme pracovali už pouze s těmito značkami. Spočetli jsme jejich výskyt a případně je ještě seskupili do příbuzných celků, např. u emocí na pozitivní a negativní.

4 VYHODNOCENÍ A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

Obtížnost informatiky

Jedna z důležitých oblastí, na kterou jsme se v dotazníku zaměřili, se týkala obtíží, kterým žáci při studiu informatiky čelí. U většiny z těch, které byly zmíněny při úvodní diskusi, se ukázalo, že se s nimi potýká jen menšina (přibližně 30 %) žáků. Do této skupiny patří především obtíže s abstraktním či logickým uvažováním. Většina žáků téměř nepociťuje problémy s dodržováním termínů (byť to příliš neodpovídá záznamům v systému Moodle) a s motivací k práci¹.

Nejvýrazněji vyšla jako obtíž neschopnost „systematicky projít všechny možnosti, u žádné neulpávat, žádnou nevynechat“, potýká se s ní více než polovina žáků. Deset žáků také postrádá vytrvalost pro překonání počátečního neúspěchu při řešení úloh. V otevřené otázce na zdroje obtíží zaznívala nejčastěji (5x) schopnost přesného vyjadřování, dále nutnost logického myšlení a pochopení látky, práce s textem (porozumění zadání úloh) a absence předem daného postupu.

Jak se naučit informatiku

Několik otázek v dotazníku směřovalo ke studijním strategiím, které žáci využívají. Kromě samotného výzkumu byla smyslem dotazníku právě vlastní reflexe postupů zvládnutí učiva a jejich účinnosti. Jádro jsme získali vyhodnocením poslední otázky z tohoto okruhu: „Tomu kdo by se chtěl dobře naučit informatiku, bych doporučil(a) držet se těchto pěti bodů...“

Studenti nejsilněji doporučují těchto pět bodů:

- dávat pozor v hodinách (doporučuje 15 žáků),
- pracovat na domácích úkolech (doporučuje 15 žáků),
- pokládat dotazy učiteli v případě nejasností (doporučuje 12 žáků),
- číst učební oporu (doporučuje 7 žáků),
- trénovat vůli a vytrvalost pro řešení úloh (doporučuje 7 žáků).

Otázku jsme záměrně necílili na uspokojující známku, ale na skutečné naučení se informatikou. V tomto světle je velmi potěšující, že žáci vnímají význam domácích úkolů a pozornosti v hodině, i když je pravděpodobně naivní teď v tomto ohledu očekávat spontánní zlepšení. Pokládat dotazy si žáci během prvního pololetí opravdu navykli. Trénink vůle

1 Pochopitelně to neznamená, že bychom měli hodit přes palubu ty, kteří tyto potíže mají jen proto, že jsou v menšině.

a vytrvalosti je zcela na místě, např. vzhledem k jedné ze součástí operační definice výpočetního myšlení: „Persistence in working with difficult problems“. Povědomí o účinných studijních prostředcích tedy ve třídě je. Míra jejich použití je jiná otázka.

Celkem se objevilo 28 rozličných doporučení (i zde jsme slučovali velmi podobná doporučení do jednoho). Uvedeme ještě několik doporučení, která se objevovala poměrně často a považujeme je za specifické pro informatiku. Předně je to trénování myšlení, přemýšlení, tvořivé myšlení a důsledné uvažování všech možností. Tyto se v různých variantách objevily v těsném závěsu za již uvedenou pětici. Uvedení nutnosti učivo skutečně pochopit považujeme za potvrzení toho, že výuka směřuje k plnění svých cílů. Podobné rysy informatiky (nestačí „biflování“, nemáme „kuchařky“) byly opakovaně zmiňovány i na dalších místech dotazníku. Další zajímavé doporučení se týká zájmu. Někteří žáci uváděli zájem jako filtrační kritérium (soustřed' se hlavně na to, co tě baví), někteří měli na mysli cílenou sebemotivaci (najdi si na všem něco, co tě zaujme).

S pozorností ve výuce souvisí problematika absencí. Při rozdělení na žáků na poloviny podle výkonu došlo k zajímavé situaci: silnější polovina přišla v plném počtu, zatímco ze té slabší přišla jen polovina. Na základě tohoto pozorování jsme vyhodnotili vztah počtu získaných bodů a zmeškaných hodin. Korelace těchto veličin vychází -0,69. Tento výsledek se chystáme porovnat se situací v ostatních předmětech. I na základě takto předběžných dat ale můžeme žákům jednoznačně doporučit na hodiny docházet. Přitom většina studentů uvádí, že po absenci nemá problém si probranou látku doplnit. Ve světle uvedených zjištění to je ale patrně jen subjektivní dojem. V této souvislosti zde ještě uvedeme, že polovina žáků by ocenila mít k dispozici více úloh na procvičování.

Srovnání s ostatními předměty a zdroje (ne)zábavnosti informatiky

Dotazník obsahoval několik otázek pro porovnání informatiky s ostatními předměty. Žáci srovnávali pocitově, s „průměrným“ školním předmětem. Větší část žáků vnímá svou výslednou známku z informatiky jako mírně lepší než známky z jiných předmětů. Přitom ale mezi žáky naopak mírně převládá pocit, že informatiku umějí hůře než ostatní předměty. Mohou mít pravdu. Vzhledem k pojetí předmětu na škole jako vedlejšího byl tlak na zachování kontinuity známek z předchozího roku, kdy ovšem byla probírána látka nepoměrně jednodušší a zcela jiného charakteru.

V odpovědích na otevřenou otázku o nejvýraznějších odlišnostech informatiky se nejčastěji (sedmkrát) objevilo množství domácích úkolů (jsou téměř z každé hodiny, čímž částečně kompenzujeme nedostatečnou hodinovou dotaci). Další v řadě je použití systému Moodle, který kolegové v ostatních předmětech nevyužívají. Dále se rovnocenně vyskytovaly způsob výuky, způsob myšlení v informatice a absence předem daného postupu pro řešení úloh. Jeden žák velmi správně poznamenal, že informatika oproti ostatním není standardizovaným předmětem, což se projevuje mimo jiné kritičtější přístupem žáků k výuce. Další zajímavá myšlenka (jiného žáka) uvádí, že v informatice nám (opět na rozdíl od jiných předmětů) počítače ulehčují práci. To je správný, ale poměrně smutný postřeh. Pochopitelně bychom uvítali, aby si žáci s pomocí techniky mohli ulehčovat práci a dosahovat tak lepších výsledků i v jiných předmětech.

S napětím jsme očekávali odpověď na to, jak žáky informatika baví (stále v subjektivním srovnání s ostatními předměty). Šest žáků baví více, deset stejně a dalších deset méně, přitom extrémní odpovědi (baví výrazně víc nebo výrazně méně) se objevily po jedné na každé straně. Podívali jsme se proto na odpovědi na otevřené otázky, co žáky baví a co naopak nebaví. Mohli uvádět jak konkrétní témata, tak i typové činnosti či situace, které se v souvislosti s výukou informatiky odehrávají.

Šest žáků uvedlo, že je nebavilo úvodní opakovací téma ze začátku roku, jde o nejnegativněji vnímané téma. Tento první dojem (navíc znásobený již výše uvedenými vlivy) může do jisté míry vysvětlit negativní vztah některých žáků k předmětu. V těsném závěsu jsou grafy (5 žáků), ovšem vyvážené šesti žáky, které grafy naopak baví. Nejsilnějším pozitivním tématem se staly myšlenkové mapy. Všechna silně zastoupená témata se objevovala jak mezi oblíbenými, tak i mezi neoblíbenými. Pozitivní je, že unikátních oblíbených témat žáci zmínili 12, zatímco neoblíbených jen 5.

Pocity v hodinách informatiky

Zajímavé výsledky přinesla otázka na pocity, které žáci zažívají při hodinách informatiky. Předně, žáci překvapivě často (11 případů) nevyjadřovali pocity, místo pro odpověď využili k rozličným komentářům. Ty jsme při vyhodnocení zahrnuli k příslušným tematickým okruhům. Mezi pocity dominovaly ty, které jsme souhrnně označili jako zmatení, spojené s otevřeností úloh a nejasností dalšího postupu, popř. s nepochopením látky. Tyto pocity zmínili třetina žáků, kteří dotazník vyplnili. V těsném závěsu jsou potom pocity radosti z vyřešení úlohy, odhalení zákonitosti nebo z jiného obdobného úspěchu. To je v souladu se zjištěními z další části dotazníku, kde celých 24 žáků uvádí potěšení z úspěšného odhalení, jeden neví a jeden spíše nesouhlasí. Zde také stojí za připomenutí deset žáků, kteří vyjadřují nedostatek vytrvalosti při řešení zapeklitých problémů, a na druhé straně 14 žáků, kteří preferují otevřené problémy bez jasně definovaného postupu k řešení.

Ukazuje se zde zajímavý konflikt, kdy žáci na jedné straně těžce nesou tápání a počáteční neúspěch, a na druhé straně oceňují, když mohou sami dosáhnout nečekaného výsledku. Pro nás to znamená pokračující úsilí při pečlivém nastavování obtížnosti práce pro třídu jako kolektiv i pro jednotlivé žáky.

Pocity jsme dále roztříbili také na pozitivní, neutrální a negativní. Pozitivní pocity byly zmíněny dvanáctkrát, negativní sedmáctkrát. Zde (ale i u zbytku dotazníku) je třeba brát v úvahu celkové naladění a motivaci pro vyplňování dotazníku: Celou vyhodnocovací akci jsme z pohledu studentů zahájili s tím, že je potřeba vylepšit, co je v nepořádku. Lze proto usuzovat, že se tak žáci při vyplňování dotazníku přirozeně více soustředili na negativní aspekty výuky. Přesto je pro nás významná zpráva, že pocit frustrace (byť dočasný) neúspěchem patrně převažuje nad potěšením z úspěchu.

Přínos studia informatiky

Žáků jsme se ptali také na to, jaký spatřují ve studiu informatiky osobní přínos. Odpovědi jsme opět opatřovali značkami a řadili do tříd. Šestnáct žáků uvedlo jako přínos nějakou variantu rozvoje logického myšlení. V tomto zjištění jsou ukryta hned dvě pozitiva – jednak to, že si žáci rozvoj myšlení uvědomují, a jednak to, že jej považují za přínos. Ostatní uváděné přínosy uvedeme přehledově spolu s počtem zmínek.

- Práce s počítači a programy (9)
- Schopnost řešit problémy (7)
- Nové znalosti (4)
- Nespecifický přínos pro další studium a zaměstnání (4)
- Vytrvalost při řešení problémů (3)
- Zpracování informací, práce s textem (2)
- Myšlenkové mapy (2)
- Schopnost přesného vyjadřování (2)
- Efektivita (1)
- Důslednost, dochvilnost (1)

I tyto výsledky bude vhodné srovnat s odpovídajícími výsledky pro ostatní předměty. Potěšující je identifikace rozvoje schopnosti řešit problémy, vzhledem k faktu, že je to jeden z hlavních cílů celého programu. Je otázkou, jestli „práce s počítači a programy“ odpovídá tomu, že studenti tak výuku opravdu pocítují, nebo proto, že jsou zvyklí tímto způsobem informatiku vnímat. Výuka samotná se totiž na tento aspekt nijak výrazně nezaměřuje.

ZÁVĚR

V článku jsme uvedli důvody pro tvorbu nového programu pro výuku informatiky jako vědy na českých gymnáziích: takový program totiž neexistuje. Program jsme stručně představili a představení doplnili o kontext, ve kterém výuku informatiky ve školním roce 2012/2013 pilotujeme se třídou běžných žáků kvinty osmiletého gymnázia. Na přelomu pololetí jsme zjišťovali, jak vlastně žáci odlišné pojetí výuky informatiky vnímají. Zorganizovali jsme malé dotazníkové šetření, ve kterém jsme se mimo jiné zaměřili na zdroje obtíží studentů, na jejich studijní postupy, na zdroje pozitivních i negativních emocí a na přínosy, které žáci ve studiu informatiky vidí.

Z výsledků vyplývá, že jsou žáci schopni reflektovat svoje učení, byť ne příliš do hloubky, a že jsou schopni alespoň v myšlenkách volit vhodné postupy pro dosahování vytyčených studijních cílů. Dovedou zformulovat obtíže a rozpoznat kroky, které mohou vést k jejich odstranění. Studenti vnímají informatiku jako náročný, ale užitečný a přínosný předmět.

LITERATURA

- [1] Rámcový vzdělávací program pro gymnázia [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007 [vid. 9. prosince 2012]. ISBN 978-80-87000-11-3. Dostupné z: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf
- [2] Štátny vzdelávací program pre gymnázia v Slovenskej republike ISCED 3A – Vyššie sekundárne vzdelávanie [online]. Bratislava: Štátny pedagogický ústav, 2008. [vid. 9. prosince 2012] Dostupné z: http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/gymnazia/iscsed3_spu_uprava.pdf
- [3] GAL-EZER, Judith a HAREL, David. Curriculum and Course Syllabi for a High-School Program in Computer Science. *Computer Science Education*. 1999, roč. 9, s. 114–147.
- [4] BELL, T., ANDREAE, P. a LAMBERT, L. Computer science in New Zealand high schools. In: *Proceedings of the Twelfth Australasian Conference on Computing Education*. S.l.: s.n., 2010, s. 15–22.
- [5] CRICK, Tom a SENTANCE, Sue. Computing at school: stimulating computing education in the UK. In: *Proceedings of the 11th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* [online]. New York, NY, USA: ACM, 2011, s. 122–123. ISBN 978-1-4503-1052-9. Dostupné z: <http://doi.acm.org/10.1145/2094131.2094158>.
- [6] TUCKER, Allen, DEEK, Fadi, JONES, Jill, MCCOWAN, Dennis, STEPHENSON, Chris a VERNON, Anita. A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee. Second Edition. New York: Computer Science Teachers Association, 2003.
- [7] HUBWIESER, Peter a kol. Computer science/informatics in secondary education. Proceedings of the 16th annual conference reports on Innovation and technology in computer science education - working group reports - ITiCSE-WGR '11 [online]. 2011, s. 19-38. Dostupné z: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2078856.2078859>.
- [8] LESSNER, D. Introducing Computer Science into Czech Grammar Schools: First Results. In: *EDULEARN12 Proceedings* [online]. Barcelona, 2012, [vid. 2. February 2013]. Dostupné z: <http://library.iated.org/view/LESSNER2012INT>.
- [9] ŠLEJŠKOVÁ, E. Klíčové kompetence na gymnáziu. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2008. ISBN 97-8808-7000-205.

- [10] WING, Jeannette M. Computational thinking. *Communications of the ACM*. 1. March 2006, roč. 49, č. 3, s. 33. doi 10.1145/1118178.1118215.
- [11] BRUNER, J. S. The process of education. S.l.: Harvard University Press, 1977.
- [12] SCHWILL, Andreas. Fundamental Ideas: Rethinking Computer Science Education. *Learning & Leading with Technology*. 1997, roč. 25, č. 1, s. 28–31.
- [13] PASTERNAK, Arno a VAHRENHOLD, Jan. Design and evaluation of a braided teaching course in sixth grade computer science education. In: *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education* [online]. New York, NY, USA: ACM, 2012, s. 45–50. ISBN 978-1-4503-1098-7. Dostupné z: <http://doi.acm.org/10.1145/2157136.2157154>.
- [14] HARTLEY, R. V. L. Transmission of information. *Bell System techn. Journal*. 1928, roč. 7, s. 535–563.
- [15] LESSNER, Daniel. Information Theory on Czech Grammar Schools: First Findings. In: Maria KNOBELSDORF and Ralf ROMEIKE, eds. *Pre-proceedings of the 7th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE)*. Hamburg: s.n., 2012, s. 139–142.
- [16] POLYA, George. How to solve it: A new aspect of mathematical method. 2. S.l.: Princeton University Press, 1957.
- [17] TURING, Alan M. Computing machinery and intelligence. *Mind*. 1950, roč. 59, č. 236, s. 433–460.

AUTOR

DANIEL LESSNER, MGR.

Kabinet software a výuky informatiky,
Matematicko-fyzikální fakulta,
Univerzita Karlova v Praze,
Malostranské nám. 25,
118 00 Praha 1
lessner@ksvi.mff.cuni.cz
<http://ksvi.mff.cuni.cz/~lessner>