



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky



Mgr. Michal Anderle

Autoreferát dizertačnej práce

Analýza úloh algoritmickej súťaže PRASK

na získanie akademického titulu philosophiae doctor

**v odbore doktorandského štúdia:
informatika**

Bratislava 2020

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre informatiky, Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave.

Predkladateľ: **Mgr. Michal Anderle**
Katedra informatiky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Školiteľ: **doc. RNDr. Dana Pardubská, CSc.**
Katedra informatiky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Konzultant: **RNDr. Michal Forišek, PhD.**
Katedra informatiky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Študijný odbor: 2508 informatika
Študijný program: Teória vyučovania informatiky

Predseda odborovej komisie:

.....
prof. RNDr. Ivan Kalaš, PhD.
Katedra didaktiky matematiky, fyziky a informatiky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Úvod

Jednou z veľkých otázok súčasného výskumu vyučovania informatiky je, akým spôsobom vieme rozvíjať informatické myslenie žiakov. Pomerne bežný je prístup prostredníctvom programovania, nás však zaujal pohľad, ktorý prezentovali Lu a Fletcher [1], v ktorom tvrdia, že programovanie by nemalo byť esenciálne pri rozvoji informatického myslenia. Zápis formálnych postupov v programovacom jazyku je totiž veľmi náročný, ak žiaci nerozumejú základným princípom, ktoré majú používať.

Alternatívu poskytujú rôzne aktivity bez priameho zapojenia programovania, medzi ktoré vieme zaradiť napríklad CS Unplugged [2], ale aj rôzne informatické súťaže. Práve informatické súťaže majú podľa niektorých autorov [3, 4, 5] schopnosť prezentovať žiakom najrôznejšie informatické koncepty a v rámci toho popularizovať medzi nimi informatiku ako vedný odbor.

Slovensko má bohatú históriu informatických súťaží, národná Olympiáda v informatike [6] je organizovaná od roku 1985, Korešpondenčný seminár z programovania [7] vznikol ešte o dva roky skôr. Okrem toho sa však Slovensko zapája aj do súťaže Bebras [8], ktorej sa každý rok zúčastňujú tisíce riešiteľov. Spomenuté súťaže sa líšia typom úloh, ktoré prezentujú žiakom aj celkovým zameraním. Bolo by preto zaujímavé sa pozrieť, či sa skúsenosti z týchto súťaží dajú preniesť aj do klasického vyučovania.

V našom výskume sa zameriame na algoritmickú súťaž PRASK [9], ktorá vznikla v roku 2015 a je určená pre žiakov druhého stupňa základných škôl (primárne ročníky 7 až 9), ktorej cieľom je rozvíjať informatické myslenie jej účastníkov bez ohľadu na to, či sú začiatčníci alebo skúsení riešitelia, a popularizovať medzi nimi informatiku.

Súťaž pozostáva zo štyroch kôl, ktoré sú zverejňované počas roka. V každom kole je 5 príkladov a žiaci majú na riešenie aspoň mesiac času. Kolá na seba nenadväzujú a je možné sa zapojiť kedykoľvek pred termínom odovzdania. Po tomto termíne organizátori opravujú a obodujú odovzdané riešenia a spolu so slovným komentárom ho pošlú späť riešiteľom. Za úlohu je možné získať aj čiastkové body. Dvakrát do roka sa potom pre najlepších riešiteľov organizujú vzdelávacie tábory.

Úlohy v súťaži PRASK sú rôzne, formou zadania aj spôsobom riešenia. Každé kolo obsahuje dve teoretické, jednu praktickú a dve programátorské úlohy. Pri programátorských úlohách žiaci odovzdávajú odladený program, ktorý sa automaticky otestuje na pripravených vstupných dátach. Vďaka tomu majú okamžitú spätnú väzbu a svoje riešenie môžu na jej základe ďalej upravovať. Pre žiakov, ktorí programovať nevedia, je určený tutoriál, ktorého riešením môžu získať body priamo do súťaže.

Praktické úlohy sa zameriavajú na konkrétne technológie či nástroje, mnohokrát sú prezentované štýlom logických úloh a obsahujú interaktívne prostredie. Prostredníctvom týchto úloh sa žiaci stretli s SQL, HTML, prácou s obrázkami či šifrovaním.

Teoretické úlohy, a práve na tie sa v tomto výskume zameriavame, najčastejšie zoznamujú žiaka so známymi dátovými štruktúrami či algoritmami. Sú však prezentované vo forme príbehu, ktorý odhaľuje všetky dôležité pravidlá a vzťahy, a potom necháva žiakov, aby sami prišli na to, ako tieto pravidlá využiť a navrhli formálny postup riešenia. Pre uľahčenie sú teoretické úlohy rozdelené do viacerých podúloh s postupne rastúcou zložitosťou.

Riešenia k teoretickým úlohám žiaci slovne spisujú a tieto popisy sú následne opravované. Spísané riešenia však nemajú obsahovať iba správny výsledok, ale aj postup riešenia a častokrát aj popis algoritmu, akurát v prirodzenom jazyku.

1. Metodológia výskumu

Hlavným cieľom nášho výskumu bude hĺbkové skúmanie teoretických úloh súťaže PRASK. Okrem toho, že túto súťaž bližšie predstavíme, zameriame sa na štruktúru teoretických úloh a myšlienkové postupy, ktoré je nutné zapojiť pri ich riešení. Zaujímať nás bude vzťah medzi štruktúrou úloh a vyžadovanými postupmi.

Okrem toho budeme analyzovať riešenia niektorých úloh a zameriame sa na to, akým spôsobom mohlo zadanie a očakávané riešenie ovplyvniť úspešnosť a spôsob riešenia jednotlivých riešiteľov.

Čiastkovým cieľom nášho výskumu bude tiež poskytnutie istej introspekcie samotnej súťaže PRASK, naznačenie pozitívnych aj negatívnych vlastností teoretických úloh a sformulovanie odporúčaní pre tvorbu ďalších zadaní.

Naše vyššie uvedené ciele si formulujeme do nasledovných výskumných otázok:

1. Aké myšlienkové postupy boli potrebné pri riešení teoretických úloh súťaže PRASK?
2. Ako obtiažne boli tieto úlohy pre riešiteľov súťaž PRASK? Čím bola spôsobená daná obtiažnosť a ako súvisela s potrebnými myšlienkovými postupmi?

Náš výskumný projekt sme realizovali od septembra 2016 do apríla 2020. Skladal sa z piatich etáp, ktorých trvanie, ale aj zameranie, boli ovplyvnené získanými dátami a nadobudnutými výsledkami. V tejto časti práce charakterizujeme jednotlivé etapy a popíšeme, čomu sme sa v nich venovali.

Etapa 1 - prieskum odbornej literatúry

V prvej etape nášho výskumu sme sa zamerali na teoretický výskum, pri ktorom sme sa snažili vytvoriť si prehľad o trendoch v didaktike programovania a informatiky. Dôležité boli pre nás najmä publikácie zaoberajúce sa rozvojom informatického myslenia. Taktiež sme sa snažili získať prehľad o rôznych informatických súťažiach organizovaných na Slovensku aj v zahraničí, o typoch úloh a zadaníach, ktoré sa v nich vyskytujú a cieľoch, ktoré si tieto súťaže kladú.

Okrem toho sme v tejto etape pripravili podrobnejší prehľad súťaže PRASK, jej štruktúry a typu úloh, a tento prehľad sme publikovali v článku [A2]. Cieľom tejto publikácie bolo predstaviť súťaž PRASK širšej vedeckej komunite a podeliť sa o skúsenosti, ktoré vyplývali z jej organizácie.

Etapa 2 - analýza žiackych riešení

V druhej etape sme získavali hlbšie poznatky o teoretických úlohách súťaže PRASK. Táto fáza obsahovala ich zhromažďovanie a analýzu odovzdaných žiackych riešení. Výsledkami tejto analýzy boli hlavne sady kódov týkajúcich sa daného riešenia a prehľadné poznámky, ktoré nám umožňovali vracieť sa k týmto úlohám a uľahčovali následnú prácu s nimi.

Aj s pomocou týchto poznámok a kódov sme sa v priebehu výskumu bližšie pozreli na viacero vybraných úloh, čoho výsledkom boli nasledovné publikácie [A1, A3, A5, A7, A8].

Etapa 3 - prvotná kategorizácia zadaní

V tretej etape sme sa zamerali na samotné zadania teoretických úloh súťaže PRASK. Na základe prehľadu literatúry z prvej etapy sme si zvolili dve kategorizácie, jednu založenú na Bloomovej taxonómii [10], druhú, dvojrozmernú kategorizáciu [11], prebranú zo súťaže Bebras, ktoré sme následne aplikovali na všetky zadania teoretických úloh. Táto kategorizácia prebiehala vo viacerých kolách, ktoré zodpovedali vývinu nášho pochopenia jednotlivých pojmov.

Výsledky tejto kategorizácie boli uverejnené [A4, A6].

Etapa 4 - kategorizácia so zapojením ďalších výskumníkov

V etape 3 sme zistili, že kategorizácia prostredníctvom zvolených kategórií je do istej miery subjektívna. Chceli sme si preto overiť hypotézy, ktoré nám z nej vyplývali, a preto sme do výskumu zapojili šiestich ďalších participantov, ktorí, rovnako ako my, kategorizovali vybrané teoretické zadania. Okrem samotnej kategorizácie sme s nimi robili aj nahrávané rozhovory, v ktorých sme sa zamerali na ich pochopenie jednotlivých kategórií.

Zistili sme, že chápanie jednotlivých pojmov je rozdielne, čo viedlo k rôznemu zaradovaniu úloh do jednotlivých kategórií. Získané dáta sme preto spracovali podrobne pre každého

participanta zvlášť a následne sme hľadali podobnosti medzi ich porozumením a kategorizáciou.

Na základe dát získaných z etapy 3 a 4 sme navrhli vlastné definície jednotlivých kategórií vhodných pre kategorizáciu teoretických úloh súťaže PRASK.

Etapa 5 - následná analýza žiackych riešení

Etapa 5 nadviazala na etapu 2 a bližšie sme v nej analyzovali vybrané teoretické úlohy. Pri tejto analýze sme brali do úvahy aj výsledky našej vlastnej kategorizácie a stále prebiehajúcej etapy 4. Cieľom bolo poukázať na silné aj slabé stránky týchto úloh a nájsť opakujúce sa vzory, na základe ktorých by sme vedeli vytvoriť zoznam rád pre tvorbu podobných úloh.

1.1 Metódy zberu a analýzy dát

Pri pedagogickom výskume máme na výber z dvoch základných metodológií – kvalitatívnej alebo kvantitatívnej [12]. Ciele našej práce uvádzajú, že našou snahou je hĺbkové skúmanie teoretických úloh súťaže PRASK. Práve pri takto nastavenom výskume sa zväčša volia **kvalitatívne** metódy.

Navyše, je nutné prispôbiť sa aj existujúcim možnostiam. Súťaž PRASK je organizovaná od roku 2015, pričom každý rok uverejní zhruba 20 úloh, z ktorých je len 8 teoretických. K dispozícii máme teda iba niečo vyše 30 teoretických úloh, veľa z nich pribudlo počas samotného výskumu. Tieto úlohy sa pritom zameriavajú na veľmi odlišné oblasti informatiky. Aj počet riešiteľov týchto úloh je pomerne malý, v priemere rieši úlohu iba 18 žiakov. Všetky tieto faktory zohrali úlohu pri našom výbere kvalitatívnych metód.

Ani v etape 4 sme nemohli predpokladať zapojenie veľkého počtu ďalších participantov. Kategorizovanie, ktoré je potrebné vypracovať, je totiž časovo náročné. Preto je prirodzené pokúsiť sa zamerať na participantov jednotlivo.

Pri zbere dát sme vychádzali z dostupných možností. K dispozícii sme mali všetky riešenia odovzdané k úlohám súťaže PRASK, vzorové riešenia a zverejnené zadania. Tieto dáta zároveň zodpovedajú tomu, s čím pracujú samotní organizátori súťaže, ich využitie teda zabezpečuje objektívnejší pohľad na jej fungovanie.

Od participantov, s ktorými sme pracovali v etape 4, sme získali produkty vo forme priradených kategórií k jednotlivým úlohám, okrem toho sme zvolili aj zapojenie pološtruktúrovaného rozhovoru. Takáto forma rozhovoru nám umožnila získať podobné informácie od všetkých participantov výskumu, zároveň nám však dala prostriedky na spontánne skúmanie tém, ktoré by sme dopredu nevedeli odhadnúť.

Pri analýze dát sme kvalitatívne metódy volili na základe dát, s ktorými sme pracovali, naprieč etapami sa teda líšili. V etape 2 sme využívali najmä otvorené kódovanie [13]. K textom jednotlivých riešení sme postupne priradzovali kódy, z ktorých vyplývali zhrňujúce kategórie. Vďaka tomuto prístupu sa nám podarilo v riešeniach určiť najčastejšie sa vyskytujúce postupy, chyby a myšlienkové kroky, ktoré vyplývali priamo zo spracovaných dát.

V etape 3, pri prvotnej kategorizácii teoretických úloh, sme použili obdobu techniky kontrastovania [13]. V našom prípade sme si však za porovnávaciu škálu zvolili vybrané kategorizácie, na základe ktorých sme úlohy následne analyzovali.

Pri etape 4 a 5 mala nami vykonaná analýza formu prípadovej štúdie, ktorá sa používa pri podrobnom skúmaní malého počtu prípadov v prirodzenom kontexte [13]. Opierali sme sa však opäť o metódu kódovania a tiež konštantnú komparáciu [13], keď sme jednotlivé riešenia neustále porovnávali navzájom a postupne sme k nim pridávali ďalšie dáta.

2 Výsledky

V tejto práci sme si položili dve výskumné otázky a prezentovali postup, ktorý sme použili na ich zodpovedanie. Náš výskum sa skladal z dvoch častí – kategorizácie teoretických úloh súťaže PRASK so zapojením viacerých participantov a podrobnej kvalitatívnej analýzy vybraných úloh a k nim odovzdaných riešení. V tejto kapitole zhrnieme závery vyplývajúce z výskumu, vrátane užitočných rád pre tvorbu ďalších príkladov, a poskytneme odpovede na nami položené výskumné otázky.

2.1 Závery vyplývajúce z výskumu

Z dát získaných počas nášho výskumu vieme vyvodiť viacero zaujímavých záverov týkajúcich sa úloh súťaže PRASK, ale taktiež rád a odporúčania k tvorbe podobne tematicky zasadených úloh. Výsledky našej práce prezentované v tejto časti sú určené širokému spektru ľudí. Patria medzi nich organizátori súťaže PRASK, ktorým výskum prezentuje bližšiu a ucelenejšiu analýzu teoretických úloh, odhaľuje pozitívne a negatívne trendy, ktoré sa pri ich tvorbe objavujú, a zároveň ponúka odporúčania pre ďalšiu tvorbu zadaní. Z týchto informácií však môže čerpať aj širšia vedecká komunita či učitelia, ktorí uvedené závery môžu aplikovať pri ďalších výskumoch, tvorbe úloh či metodík, a zároveň sa bližšie oboznamujú so súťažou PRASK.

Pri výskume sme sa zamerali na 20 teoretických úloh súťaže PRASK, ktoré boli špecifické zapojením širokého spektra algoritmických konceptov – algoritmy, dátové štruktúry, teória grafov, formálne jazyky – ktoré sa nevyskytujú v osnovách základných ani stredných škôl a zaradované sú až do odborných predmetov na vysokej škole. Napriek tomu boli základnoškolskí súťažiaci úspešní pri návrhu algoritmov a objavovaní konceptov, ktoré boli týmito úlohami prezentované.

Sme si samozrejme vedomí toho, že riešitelia súťaže PRASK netvorí reprezentatívnu vzorku, ide prevažne o talentované a vysoko motivované deti. Našou analýzou sme sa však snažili poukázať na to, že k úspešnému riešeniu prispieva aj špecifická forma zadaní teoretických úloh.

V úlohách je prítomná **vhodne zvolená metafora konceptov**, ktorá sa snaží nasmerovať uvažovanie riešiteľov správnym smerom. Najvýraznejším špecifikom teoretických úloh súťaže PRASK, ktoré napomáha žiakom pri riešení, je **rozdelenie na podúlohy postupne prechádzajúce úrovňami Bloomovej taxonómie**. Tento výsledok vyplýva zo skúmaných kategorizovaní a naznačuje postupnú gradáciu problému, ktorá je pre riešiteľov navrhnutá priamo organizátormi. Táto gradácia je často dosiahnutá postupným prechodom od riešenia konkrétnych inštancií k všeobecným úvahám.

Na základe kategorizovania participantmi pomocou informatických zručností sme zistili, že zaradenie podúloh má za následok aspoň čiastočné **odstránenie potreby dekomponovania** problému na menšie časti. Toto je výsledkom cielenej snahy tvorcov úloh, ktorí sa snažia prostredníctvom podúloh rozdeliť úlohu na čiastkové problémy a naznačujú žiakom, akým spôsobom sa majú pri riešení uberať. Prostredníctvom podúloh sú žiakom nepriamo odhalené najdôležitejšie časti zadaní, ktoré by si sami pri riešení nemuseli uvedomiť. Analýza vybraných úloh navyše naznačuje, že takáto dekompozícia problému musí byť spravená kvalitne, pretože čím zrozumiteľnejšia bola postupnosť krokov pre žiakov, tým úspešnejší boli pri riešení zadaného problému. Naopak, nevhodne navrhnuté podúlohy viedli k rôznorodosti riešení, z ktorých sa mnohé neuberali zamýšľaným smerom, ale napríklad skúšaním všetkých možností.

K úspešnému riešeniu zadaných úloh prispievala aj ich teoretická forma. Vďaka nej **bola odstránená potreba riešiť technické detaily** mnohokrát spojené s formálnym zápisom či použitím programovacieho jazyka a súťažiaci mohli niektoré časti úloh riešiť intuitívnym prístupom, ktorý im bol bližší.

Analýza teoretických úloh však ukázala aj limity, ktoré súťažiaci pri riešení mali. Najvýznamnejším z nich bolo to, že **žiaci mali problémy s tvorbou dôkazov** a to aj v prípade skúsených riešiteľov. Tento problém mohol vzniknúť na základe toho, že návrh dôkazu

nebol žiakom prezentovaný v postupných krokoch, podobne ako to bolo pri návrhu algoritmu. Zdalo sa, že súťažiaci nevedeli, čo presne sa od nich pri dokazovaní očakáva a akú formu by dôkaz mal mať. Skutočne, najúspešnejší boli žiaci pri dokazovaní kompaktných, konkrétnych tvrdení, poprípade pri zodpovedaní otázok, ktoré ich mali k dôkazu naviesť.

Výrazným prínosom našej práce je aj **návrh kategorizácie pre súťaž PRASK**. Pri jej tvorbe sme čerpali z osobných skúseností organizátorov, ale aj analýzy zadaní a riešení a zakomponovaní názorov participantov nášho výskumu. Predefinovanie jednotlivých kategórií ukazuje, akým spôsobom je možné na dané pojmy nahliadať a odhaľuje dôležité aspekty úloh v súťaži PRASK.

Počas nášho výskumu sme získali lepší prehľad o úlohách v súťaži PRASK, ich silných aj slabých stránkach, a tieto čiastkové pozorovania sme prezentovali ako **zoznam rád k tvorbe podobných úloh**.

- Spôsob prezentácie je dôležitejší ako komplexnosť konceptu
- Správna voľba konkrétnych inštancií
- Explicitné vymedzenie hraníc riešenia
- Intuitívne chápanie časovej zložitosti
- Opatrný prístup k dokazovaniu

Ako organizátori súťaže PRASK si myslíme, že tieto rady by mali byť brané do úvahy pri tvorbe ďalších ročníkov tejto súťaže. Potenciál na zlepšenie vidíme najmä v zaraďovaní dôkazov do riešení, takisto si myslíme, že úlohy by mali obsahovať väčší počet cielene vybraných konkrétnych inštancií a jasnejšie vymedzovať hranice očakávaných riešení.

2.2 Odpovede na výskumné otázky

Prvá otázka nášho výskumu znela takto: *Aké myšlienkové postupy boli potrebné pri riešení teoretických úloh súťaže PRASK?*

Na túto otázku sme v práci odpovedali tak, že sme si zvolili dve kategorizácie, ktoré popisovali sady myšlienkových postupov a zručností, ktoré sa pri riešení úloh vyžadujú od súťažiach.

V následnej analýze sme sa pozreli na to, ktoré z týchto kategórií sa vyskytujú naprieč úlohami a pokúsili sme sa určiť, čím je tento výskyt ovplyvnený. Aj keď sa nám vzhľadom na variabilitu získaných dát nepodarilo jednoznačne určiť požadované myšlienkové postupy pre konkrétne úlohy či podúlohy, popísali sme najčastejšie sa vyskytujúce trendy, ktoré hovoria o teoretických úlohách v súťaži PRASK všeobecne.

Nakoniec sme adaptovali formuláciu jednotlivých kognitívnych úrovní Bloomovej taxonómie a informatických zručností tak, aby zodpovedali špecifikám súťaže PRASK a boli vhodné na kategorizáciu jej úloh.

Druhá otázka nášho výskumu znela: *Ako obtiažne boli tieto úlohy pre riešiteľov súťaže PRASK? Čím bola spôsobená daná obtiažnosť a ako súvisela s potrebnými myšlienkovými postupmi?*

Túto otázku sme sa snažili zodpovedať pomocou analýzy zadaní a riešení vybraných úloh. Vzhľadom na rôznorodosť zadaní a počet riešení sa nám takáto forma kvalitatívnej analýzy zdala byť najvhodnejšia. Nazdávame sa, že sme spozorovali a pomenovali niekoľko trendov, ktoré ovplyvňovali obtiažnosť teoretických úloh a ich zhrnutie je uvedené v samotnej práci.

Keďže sme nedokázali jednoznačne identifikovať, ktoré myšlienkové procesy sú vyžadované v konkrétnych podúlohách, spojitost medzi týmito procesmi a obtiažnosťou úloh sa nám určiť nepodarilo.

Napriek tomu sme dospeli k viacerým pozorovaniam, ktoré naznačujú isté prepojenia. Súťažiacim sa viac darilo v prvých podúlohách, ktoré často pracovali s konkrétnymi hodnotami a vo všeobecnosti vyžadovali zapojenie nižších úrovní Bloomovej taxonómie a zručnosti

abstrakcie. Ukazovalo sa tiež, že na výsledky žiakov mala vplyv aj správna dekompozícia problému na menšie časti, čo nepriamo naznačuje, že táto informatická zručnosť je pre žiakov náročná.

2.3 Výskum do budúcnosti

Súťaž PRASK vznikla v roku 2015 a naša dizertácia je prvým výskumným projektom, ktorý sa venoval jej skúmaniu. Naším cieľom bolo predstaviť túto súťaž širšej vedeckej či učiteľskej obci a najmä analyzovať štruktúru teoretických úloh zameraných na algoritimizáciu a poukázať na najčastejšie sa vyskytujúce silné aj slabé stránky týchto úloh.

V tejto súťaži vidíme veľký potenciál na ďalšie vedecké bádanie, či už priamo nadväzujúce na našu prácu alebo nie. Prezentovali sme návrh kategorizácie teoretických úloh súťaže PRASK, tento návrh by bolo možné ďalej rozvíjať a najmä overovať zapojením čo najväčšieho počtu participantov.

Prezentovali sme tiež pozorovania vyplývajúce z analýzy úloh a ich riešení. Väčšina záverov vyplývala z našich vlastných skúseností a obmedzeného počtu spracovaných úloh. Za prínosné by sme považovali experimentálne overenie týchto záverov. Navrhnuté postupy tvorby úloh by mohli byť aplikované v úlohách ďalších ročníkov, vďaka čomu by sa dal skúmať ich reálny dopad na spôsob riešenia. V súťaži sa už pomaly vystriedala prvá generácia riešiteľov, bolo by preto dokonca možné opätovné zaradenie niektorej zo starších úloh v už upravenej verzii.

Predstavené úlohy majú podľa nás veľký potenciál aj vo využití v klasickom vyučovaní za cieľom rozvoja informatického myslenia. Sami sme prezentovali vedecké články [A3, A5], v ktorých sme na základe dvoch vybraných úloh pripravili jednu vyučovaciu hodinu a jednu domácu úlohu, ktorú sme testovali s dvoma ročníkmi na strednej škole. Ukazovalo sa, že riešenia žiakov stredných škôl sa príliš nelíšili od riešení v súťaži PRASK. Nazdávame sa, že dôvodom je neskúsenosť žiakov s takýmto typom úloh. Tento smer však ponúka široké možnosti ďalšieho skúmania.

Súťaž PRASK ponúka aj mnohé ďalšie, výskumne zaujímavé témy. V súťaži sú uverejňované aj praktické a programátorské úlohy, aj z teoretických sme zatiaľ skúmali iba vybranú podmnožinu. No najmä, súťaže PRASK sa zúčastňujú žiaci, ktorí zotrvávajú v komunite korešpondenčných súťaží viacero rokov a bolo by zaujímavé sledovať, nakoľko tieto súťaže ovplyvňujú ich odborný, ale aj osobnostný rast.

Použitá literatúra (v autoreferáte)

[1] Lu, J. J., Fletcher, G. H.: Thinking about computational thinking. In: ACM SIGCSE Bulletin, Vol. 41, No. 1, pp. 260–264. ACM (2009)

[2] Computer Science Unplugged. <https://csunplugged.org/en/>. Accessed: June 2020.

[3] Dagiene, V., Futschek, G.: Introducing informatics concepts through a contest. In: IFIP Working Conference: New Developments in ICT and Education. Universite de Picardie Jules Verne, Amiens (2010)9.

[4] Dagiene, V., Pelikis, E., Stupurien, G.: Introducing Computational Thinking through a Contest on Informatics: Problem-solving and Gender Issues. Informacijos Mokslai/Information Sciences, 73 (2015)10.

[5] Foriek, M., Winczer, M.: Non-formal activities as scaffolding to informatics achievement. Information Technologies at School, pp. 529–534 (2006)

[6] Olympiáda v informatike. <http://oi.sk/>. Accessed: June 2020.

[7] Korešpondenčný seminár z programovania. <https://www.ksp.sk>. Accessed: June 2020.

[8] Bebras - International Challenge on Informatics and Computational Thinking. <http://www.bebas.org/>. Accessed: June 2020.

[9] PRASK - algoritmickej súťaže pre základných školákov. <https://www.prask.ksp.sk>. Accessed: June 2020.

[10] Benjamin S. Bloom et al. Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain. New York: McKay, pages 20-24, 1956.

[11] Valentina Dagienė, Sue Sentance, and Gabrielė Stupurienė. Developing a two-dimensional categorization system for educational tasks in informatics. *Informatica*, 28(1):23-44, 2017.

[12] John W. Creswell. Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ, 2002.

[13] Roman Švaříček, Klára Šedřová, et al. Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách. 2007.

Vlastná publikačná činnosť

[A1] Michal Anderle. Binárne vyhľadávacie stromy v základnej škole súťaže PRASK. In Jindra Drábková and Jan Berki, editors, *Sborník konference Didinfo 2018*, pages 253-259, 2018.

[A2] Michal Anderle. PRASK - an Algorithmic Competition for Middle Schoolers in Slovakia. *Olympiads in Informatics*, 12:147-157, 2018.

[A3] Michal Anderle. Transformation of tasks from competition to high school lessons - binary search trees. In *ICERI 2018: conference proceedings.*, pages 6549-6557, 2018.

[A4] Michal Anderle. Categorization of theoretical tasks in the middle school competition PRASK. In *ISSEP 2019: 12th International Conference on Informatics in Schools - Situation, Evaluation and Perspectives*, pages 90-92. University of Cyprus, 2019.

[A5] Michal Anderle. Porovnanie slovných riešení teoretickej úlohy žiakov strednej školy a riešiteľov súťaže PRASK. In Dana Horváthová et al., editors, *Didinfo 2019*, pages 10-15, 2019.

[A6] Michal Anderle. Kategorizácia teoretických úloh algoritmickej súťaže PRASK. In *DidInfo and DidactIG 2020*, 2020. Na publikovanie.

[A7] Michal Anderle, Michal Forišek, and Monika Steinová. Teaching Recursion and Dynamic Programming Before College. *Bulletin of EATCS*, 1(129), 2019.

[A8] Michal Anderle and Demková Iveta. Presentovanie binárneho vyhľadávania žiakom základných škôl prostredníctvom interaktívnej aplikácie. In *DidInfo and DidactIG 2020*, 2020. Na publikovanie.

Ohlasy

2019 Taki, M. - Alnahhas, A.: Kids Programming Marathon: A Step toward Better Engagement with Computer Science Education. In: *Olympiads in Informatics*, Roč. 13, 2019, s. 225-235 - SCOPUS

2019 Budinská, L. - Mayerová, K.: From Bebras tasks to lesson plans Graph data structures. In: *Informatics in Schools. New Ideas in School Informatics: Proceedings*. Cham : Springer Nature, 2019, S. 256-267 - SCOPUS

Summary

In our dissertation, we have studied the theoretical tasks of the PRASK competition that is intended for gifted middle schoolers. The thesis tries to determine the thought processes that were required for the tasks' solutions, the difficulty level of these tasks in regard to contestants and/or reasons for the tasks to be considered difficult, and also the best and the worst parts of the assignments.

The cognitive domain of Bloom's taxonomy and the two-dimensional categorization of Bebras tasks were used for the identification of the thought processes. These two categorizations were used by us as well as six other participants and obtained data was carefully analyzed. It turns out that the understanding of said used categories is subjective and we were not able to clearly place tasks within them. However, some reoccurring patterns were spotted and described. Moreover, we have created custom definitions for every category that is suitable for categorization of tasks from the PRASK competition.

The analysis of selected tasks and contestants' solutions has helped to determine their level of difficulty. The most prominent mistakes and their probable causes were identified and we proposed a set of recommendations for tasks makers to follow while creating assignments.