



Univerzita Komenského v Bratislave

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky



Mgr. Lucia Budinská

Autoreferát dizertačnej práce

*Koncept grafu a jeho porozumenie žiakmi v nižšom sekundárnom
vzdelávaní*

na získanie akademického titulu philosophiae doctor

**v odbore doktorandského štúdia:
Informatika**

Bratislava 2020

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

Predkladateľ: Mgr. Lucia Budinská

Katedra didaktiky matematiky, fyziky a informatiky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Školiteľ: doc. PaedDr. Monika Tomcsányiová, PhD.

Katedra didaktiky matematiky, fyziky a 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

Čo by malo byť cieľom informatiky na základných školách? Mali by sa žiaci iba učiť pracovať s digitálnymi technológiami, programovať, alebo dokonca sa stretávať s všetkým, čo ponúka aj vedná informatika? Na túto otázku neexistuje jednotná odpoveď, čoraz častejšie sa ale do popredia dostáva pojem *informatické myslenie*. To je podľa J. Wing (2011): „myšlienkový proces účastný pri formulácii problému a vyjadrovaní jeho riešenia (riešeniach) v takej forme, ktorá môže byť efektívne vykonaná počítačom –človekom alebo strojom“. Táto definícia však nie je veľmi presná a ťažko podľa nej zistiť, ako by teda malo vyzeráť vyučovanie informatiky.

V roku 2013 preto vznikla ďalšia definícia, ktorú navrhli (Selby a Woollard 2013) ako konsenzus rôznych vedeckých názorov: „Informatické myslenie je aktivita, často smerujúca k produktu, ktorá je spojená s (ale nie limitovaná) riešením problémov. Je to kognitívny alebo myšlienkový proces, ktorý odráža schopnosť myslieť abstraktne, schopnosť myslieť v podmienkach dekompozície, schopnosť myslieť algoritmicky, schopnosť myslieť v podmienkach hodnotenia a schopnosť myslieť v generalizáciách.“

Vznikli aj ďalšie definície (CESTA a ISTE 2011), (Voogt et al. 2015), (Hemmendiger 2010), (Beecher 2017), (Krauss a Prottzman 2016), (Curzon a McOwan 2017). Vo väčšine z nich autori pracujú s konceptami informatického myslenia, kam najčastejšie zaraďujú abstrakciu, generalizáciu, dekompozíciu, algoritmické a logické myslenie. Tieto zručnosti sa žiaci učia spolu s informatickými konceptami. Tie môžu byť **programátorské** (cyklus, podmienka, premenná...), ak učíme informatiku pomocou programovania (Papert 1980, Resnick et al. 2009, Breannan a Resnick 2012, Lye a Koh 2014), alebo z rôznych oblastí **vednej informatiky** (Bell et al. 2010, Standl 2017, Curzon a McOwan 2017, Rodrigues, Rader a Camp 2016, Kubica 2012, Erwig 2017), napríklad:

- známe algoritmy (triedenie, vyhľadávanie...),
- rôzne dátové štruktúry (stromy, grafy, zásobníky...),
- ich spojenie, čiže algoritmy na konkrétnych dátových štruktúrach (kostra grafu, cesta v grafe...),
- teórie, koncepty a algoritmy zo strojového učenia,
- heuristiky na riešenie ťažkých problémov.

Existuje viacero prístupov k vyučovaniu takýchto informatických konceptov. Zamerali sme sa na vyučovanie informatiky pomocou programovania (Breannan a Resnick 2012, Resnick et al. 2009), unplugged aktivít (Standl 2017, Rodriguez, Rader a Camp 2016) a aktivít z učebníc (Curzon et al. 2018). Ako najdôležitejšie sa z prehľadu literatúry ukazuje:

- využívať vhodné metódy a motiváciu na zapojenie všetkých žiakov, ak používame motiváciu z reálneho života, musí byť žiakom blízka, (Rodrigues, Rader a Camp 2016)
- overovať žiacke vedomosti viac do hĺbky, často iba analýza ich produktov nestačí, keďže použitie nejakého konceptu v nich nemusí znamenať, že mu rozumejú. Vhodnejšie sú preto rozhovory so žiakmi počas riešenia.
- je vhodné používať konštrukcionistický prístup k riešeniu a nechať spočiatku žiakov riešiť úlohy aj naivným prístupom či metódou pokus-omyl, aby následne postupne našli vhodnú stratégiu.

- prepájať rôzne typy aktivít, meniť kontext vyučovania, používať analógie môže žiakom pomôcť porozumieť aj zložitým konceptom.

Ďalším prístupom, ako žiakov zoznamovať s informatickými konceptmi, je použiť súťaže. Medzinárodná informatická súťaž Bebras (v slovenskej verzii známa pod názvom iBobor) ponúka širokú škálu úloh s informatickými konceptami (Dagiene a Sentance 2016). V medzinárodnej databáze sa zaraďujú do jedného z piatich okruhov podľa informatického konceptu, ktorý obsahujú (Dagiene, Sentance a Stupuriene 2017). To sú: 1. algoritmy a programovanie, 2. dáta, dátové štruktúry a reprezentácie, 3. počítačové procesy a hardvér, 4. komunikácia a siete, a 5. interakcie, systémy a spoločnosť. Žiaci riešia určitý počet úloh pri počítači, pričom v priemere na vyriešenie jednej úlohy majú tri minúty. Úlohy v súťaži sú prispôbené veku súťažiacich, sú rôznych typov (interaktívne, s výberom z odpovedí, so vstupným riadkom...), každá krajina si robí vlastný výber úloh. Pri analýze výskumov zo súťaže sme zistili:

- úlohy rozvíjajú rôzne úrovne informatického myslenia, ale menej sa v nich nachádza dekompozícia, často sú algoritmické (Dagiene a Sentance 2016),
- treba si dávať pozor na to, že niekedy sa dajú úlohy riešiť aj metódou pokus-omyl, čím žiaci pracujú na nižších úrovniach kognitívnych operácií, a počas časového limitu súťaže sa k vyšším úrovniam nedostanú (Vaníček 2014),,
- aj malou zmenou v úlohe vieme zmeniť jej náročnosť a tiež aj spôsob, akým ju žiaci riešia (Datzko 2019a, Vaníček 2014),
- existujú rozdiely v úspešnosti chlapcov a dievčat, pri žiakoch na základnej škole sú však skôr na úrovni úloh a nie celkových výsledkov (P. Hubwieser a Mühling 2015; Izu et al. 2017),
- úlohy zo súťaže sa dajú využiť aj vo vyučovaní ako unplugged aktivity, je dôležité ale aby učiteľ vedel, aké koncepty sú v úlohe použité, a čo je v nich dôležité, aby vedel riadiť prácu žiakov a pomáhať im. Prerobiť úlohy na unplugged aktivity môže učiteľ resp. mu môžu byť dané (Dagiene, Futschek a Stupuriene 2019), alebo tento proces môžeme nechať na žiakov – čím sa sami učia o danej téme viac (Bellettini et al. 2019).

1 Metodológia výskumu

Cieľom nášho výskumu bolo zistiť, aké typy grafových úloh sa nachádzajú v súťaži iBobor, ktoré z nich sa dajú využiť v nižšom sekundárnom vzdelávaní, vytvoriť z vhodných úloh sadu aktivít a overiť ju so žiakmi. Na dosiahnutie cieľov výskumu sme sformulovali nasledovné výskumné otázky:

- O1. Aké úlohy zaoberajúce sa informatickým konceptom grafu sa nachádzajú v úlohách súťaže iBobor pre žiakov základnej školy? Akým spôsobom ich môžeme použiť na vyučovaní informatiky v nižších ročníkoch druhého stupňa?
- O2. Aké sú rozdiely medzi skupinami žiakov pri riešení grafových úloh? K tejto otázke sa vzťahujú aj nasledujúce podotázky:
 - 2.1. Aké sú rozdiely medzi jednotlivými ročníkmi v prístupe k riešeniu takýchto úloh?
 - 2.2. Existujú rozdiely v riešení úloh medzi chlapcami a dievčatami? Ak áno, aké sú špecifiká predikujúce vyššiu úspešnosť u jedného z pohlaví?

Na získanie odpovedí na otázky sme sa rozhodli využiť metódy zmiešaného výskumu a to konkrétne vysvetľujúci sekvenčný dizajn. Účelom tohto typu výskumu je podľa (Creswell 2014): „začať s kvantitatívnym vláknom a následne vypracovávať druhé kvalitatívne vlákno na vysvetlenie kvantitatívnej štúdie.“ V našom výskume do kvantitatívnej fázy patrí analýza dát zo súťaže iBobor a do kvalitatívnej fázy práca s vybranými skupinami žiakov, či analýza ich produktov.

Výskum prebiehal v štyroch hlavných fázach. V **prvej fáze** sme kvalitatívne analyzovali úlohy zo súťaže iBobor, pričom sme sa zameriavali na zadania a koncepty, ktoré sa v nich používajú. Navrhli sme kategorizáciu grafových úloh, a tú sme spojili s kvantitatívnou štatistickou analýzou riešení súťažiacich.

V **druhej fáze** sme vybrali skupinu úloh, ktorú sme bližšie analyzovali so skupinami žiakov na základnej škole. Snažili sme sa zistiť, aké metódy žiaci pri riešení úloh používajú, čo je pre nich náročné, a čo v zadaniach bolo pre nich nejasné. Na základe výsledkov sme navrhli vylepšenia do ďalších fáz.

V **tretej fáze** sme vytvorili pracovné listy, ktoré vznikli úpravou a rozšírením testovaných úloh. Tieto pracovné listy sme overili so žiakmi, pričom nás zaujímalo aj to, ako nad úlohami rozmýšľali, ako ich riešili a zamerali sme sa aj na rozdiely medzi vybranými skupinami žiakov.

V **poslednej fáze** sme zanalyzovali všetky dáta a vzájomne ich prepojili. Pracovné listy z tretej fázy sme upravili podľa výsledkov, a overili ich použitie ako učebných materiálov na dvoch základných školách. Zanalyzovali sme aj dáta z ďalších troch ročníkov súťaže iBobor, pričom sme naše teórie upravovali podľa výsledkov všetkých fáz.

Pri **kvantitatívnom** výskume sme používali dáta zo súťaže iBobor – v súťažnej databáze je ku každému žiakovi uvedený jeho kód, kód školy, ktorú navštevuje, čas začiatku a konca súťaženia, pohlavie, ročník a odpovede na jednotlivé úlohy (v prípade výberu zo štyroch možností jedna z nich, pri interaktívnych úlohách celá odpoveď). Jedná sa o kategorické dáta, ktoré sme analyzovali využitím metód kvantitatívneho výskumu – a to na hľadanie korelácií, závislostí a významných rozdielov. Používali sme kontingenčné tabuľky s dichotomickými znakmi a na ich analýzu sme používali Pearsonov chi-square test (Agresti 2012) a následne na zistenie, v ktorom poli kontingenčnej tabuľky nastala zmena, z-skóre (Wimmer 1993).

Pri **kvalitatívnom výskume** sme využili otvorené kódovanie zadaní úloh zo súťaže iBobor. Z použitých kódov sme vytvárali kategórie a následne kategorizáciu (Lichtman 2012). Pri kategorizácii sme využívali aj dáta získané z kvantitatívneho výskumu a tieto dáta sme vzájomne prepájali.

Veľkou časťou **kvalitatívnych** fáz výskumu bol výskum so žiakmi. Zbierali sme žiacke riešenia nami pripravených úloh, ktoré sme kombinovali s dotazníkmi, terénnymi poznámkami z pozorovania, nahrávkami interview so žiakmi (pološtrukturovanými individuálnymi), nahrávkami komentovaného postupu riešenia žiakov a tiež aj nahrávkami ohniskových skupín (skupinových neštrukturovaných a výskumníkom ani učiteľom nevedených diskusií). Pri spracovávaní dát sme používali rôzne metódy práce s kvalitatívnymi dátami – ako sú kódovanie (axiálne aj selektívne), kategorizovanie, technika vyloženia kariet, naratívna analýza, ale najmä konštantná komparácia (Švaříček, Šedová et al. 2007). Získané dáta sme stále porovnávali, jednotlivé informácie sme si overovali aj v dátach iného typu, aby sme tak zabezpečili čo najväčšiu objektivitu výsledkov. Metódy sme volili podľa zamerania jednotlivých fáz výskumu – či našim cieľom bolo odhaliť problémy v úlohách, bližšie porozumieť žiackemu uvažovaniu, alebo overiť vhodnosť materiálov na použitie vo vyučovaní.

2 Výsledky

Prvou výskumnou otázkou, na ktorú sme hľadali odpoveď, bola otázka: **O1:** *Aké úlohy zaoberajúce sa infromatickým konceptom grafu sa nachádzajú v úlohách súťaže iBobor pre žiakov základnej školy? Akým spôsobom ich môžeme použiť na vyučovaní informatiky v nižších ročníkoch druhého stupňa?*

Pomocou otvoreného kódovania úloh zo súťaže sme vytvorili kategorizáciu úloh podľa rôznych kritérií. Podľa vybraných kritérií vieme rozdeliť úlohy do rôznych skupín, tie hlavné sú zobrazené v tabuľke 1.

Rozdelenie podľa typu štruktúry	Typy úloh
typu štruktúry	- strom, graf, orientovaný graf, ohodnotený graf, - štvorčeková mriežka, tabuľkový zápis grafu - automat, diagram
algoritmu v úlohe	- hľadanie (najkratšej/najlacnejšej) cesty, prechod všetkými hranami/vrcholmi grafu, kostra grafu - prehľadávanie do hĺbky/šírky, tok v grafe
práce so štruktúrou	- čítanie grafu - transformácia zápisu na iný zápis - vytváranie grafu alebo jeho súčasti
prístupu k riešeniu	- „pozriem-vidím“ - vyskúšanie všetkých (nie veľa) možností - prechod grafu podľa podmienok alebo obmedzení - objavovanie stratégie v úlohe - vytváranie vlastnej stratégie na riešenie

Tabuľka 1 - Typy grafových úloh v súťaži iBobor

Aby sme mohli odpovedať na druhú časť otázky, rozhodli sme sa overiť vhodnosť niekoľkých úloh v školskom prostredí. Na úlohy sme sa pozreli aj z pohľadu výkonových a obsahových štandardov z oblasti Reprezentácie a nástroje – štruktúry zo Štátneho vzdelávacieho programu pre predmet informatika (Štátny pedagogický ústav 2014). Vybrali sme tak úlohy, ktoré sú zamerané na čítanie údajov zo štruktúr, zápis údajov do štruktúr a ich interpretáciu.

Najprv sme overovali tri úlohy, z ktorých sme na základe výsledkov výskumu rozhodli vytvoriť pracovné listy. Tie sme následne overovali so žiakmi piateho až siedmeho ročníka a po úpravách aj s učiteľmi. Vytvorené pracovné listy považujeme za vhodné na použitie na vyučovaní z nasledujúcich dôvodov:

- žiaci boli schopní vyriešiť stanovené úlohy, pričom tie boli primerane náročné, ale zároveň diferencované,
- žiakom, s ktorými sme materiály overovali, sa úlohy páčili a zároveň medzi nimi vedeli nájsť také, ktoré považovali za jednoduché, ale aj také, ktoré považovali za náročnejšie,
- úlohy spĺňajú obsahové aj výkonové štandardy dané iŠVP,
- každý pracovný list sa venuje jednej téme (mikroprostrediu) a obsahuje úlohy na rôznych úrovniach Bloomovej taxonómie (Bloom et al. 1956), čím žiakom umožňuje vytvárať a

overovať vlastné hypotézy a budovať svoje poznatky, narozdiel od samostatnej úlohy, ktorá žiakov nenúti k hlbšiemu pochopeniu problematiky a môžu pri nej vznikáť miskoncepce, ktoré si žiaci nemajú ako odstrániť,

- materiály sme overili aj s učiteľmi a ich žiakmi, reakcie boli pozitívne, pracovné listy sa dajú použiť rôznymi spôsobmi podľa učebného štýlu učiteľa,
- v pracovných listoch sa prepájajú aj vedomosti z iných predmetov, reálneho života, ale aj (ak učiteľ zvolí prácu v skupinách) aj z komunikácie, spolupráce a obhajovania svojich názorov.

Druhá výskumná otázka, ktorú sme si kládli, znela **O2: Aké sú rozdiely medzi skupinami žiakov pri riešení úloh z vybraných oblastí informatiky?** A skladala sa z dvoch podotázok: **2.1 Aké sú rozdiely medzi jednotlivými ročníkmi v prístupe k riešeniu takýchto úloh?** a **2.2 Existujú rozdiely v riešení úloh medzi chlapcami a dievčatami? Ak áno, aké sú špecifiká predikujúce vyššiu úspešnosť u jedného z pohlaví?**

Počas výskumu sme našu kategorizáciu spojili s výsledkami zo súťaže. Pozerali sme sa na náročnosť úloh, úspešnejší ročník, ale aj pohlavie súťažiacich. Zo skúmaného vyplynulo, že existuje skupina úloh, v ktorých sú štatisticky významne úspešnejšie dievčatá, nazvali sme ju „dievčenské úlohy“, a tiež existuje skupina úloh, v ktorých sú štatisticky významne úspešnejší chlapci, nazvali sme ju „chlapčenské úlohy“. Pre obe tieto skupiny vyplynulo po spojení s kategorizáciou niekoľko základných charakteristík, základné sú spísané v Tabuľke 2.

kritérium	„dievčenské úlohy“	„chlapčenské úlohy“
typ štruktúry	komplikovaná (ohodnotené a orientované grafy, automaty)	jednoduchá (štvorčeková mriežka, stromy, jednoduché grafy, ováňované hrany)
obrázok	farebný, konkrétny	abstraktný
zadanie	krátke väčšina informácií v grafe	dlhšie Väčšina informácií v texte
operácie na štruktúre	jednoduché (čítanie grafu, transformácia)	zložitejšie (vytváranie grafov)
prístup k riešeniu	- prechod grafom s jednoduchými podmienkami, - „pozriem-vidím“ - vyskúšanie všetkých možností	- prechod grafom so zložitejšími podmienkami, - objavovanie stratégie, - vytváranie stratégie

Tabuľka 2 - Kritéria predikujúce vyššiu úspešnosť chlapcov alebo dievčat

Tieto výsledky zodpovedali otázku 2.2, ale zaujímalo nás, aj prečo sú v niektorých úlohách úspešnejšie dievčatá a v iných chlapci. Odpovede sme hľadali počas kvalitatívnych fáz. Keďže pozorované skupiny boli malé, nevieme naše výsledky zovšeobecňovať na všetkých súťažiacich zo súťaže iBodor. Môžeme ale predpokladať, že niektoré zo zaznamenaných situácií mali vplyv aj na rozdiely v súťaži. Zistili sme, že:

- dievčatá častejšie venovali viac času porozumeniu štruktúry a práci s ňou, chlapci sa na štruktúry pozerali skôr intuitívne,

- niektorí žiaci mali problémy s riešením úloh, v ktorých existovalo viac správnych odpovedí, často si neboli istí riešením a preto úlohu vôbec nevyplnili, alebo dali úplne iné riešenie (často to boli dievčatá),
- ak žiaci počas riešenia pracovného listu zistili, že niečo sa riešilo inak, nezvykli sa vrátiť k predchádzajúcim riešeniam, aby si ich opravili (vo veľkej sme to zaznamenali práve pri chlapcoch),
- dievčatá boli vo väčšej miere motivované farebnosťou pracovných listov,
- pri riešení úloh, v ktorých mali žiaci vymyslieť vlastnú štruktúru, často zložitejšie a väčšie grafy navrhovali dievčatá (mali viac vrcholov a hrán),
- niektorí žiaci hľadali počas riešenia metódy, akými ušetriť čas -- napríklad si predpočítali trasu, či eliminovali možnosti na základe rôznych kritérií, toto sme si všimli častejšie pri chlapcoch.

Odpoveď na podotázku 2.1 sme hľadali aj počas kvantitatívnej fázy, ale neobjavili sme spojitosť s výraznými rozdielmi medzi jednotlivými ročníkmi a typom úloh. Vo všeobecnosti platilo, že starší žiaci boli pri riešení úloh úspešnejší ako mladší žiaci. Na dôvody prečo, sme sa opäť zamerali pri kvalitatívnych fázach. Výskum sme robili na žiakoch piateho a šiesteho ročníka, a následne na žiakoch prímý a sekundy osemročného gymnázia. Porovnávame tak vždy dva ročníky rovnakej školy, s ktorými sme overovali rovnaké úlohy rovnakým spôsobom. Zistili sme, že:

- starší žiaci pristupujú k úlohám metodickjšie, robia menej chýb z nepozornosti, na druhej strane mladší žiaci častejšie nečítajú zadania, alebo ich nečítajú celé a pozorne,
- starší žiaci viac prepájali informácie z úloh s reálnym životom a informáciami, ktoré sa naučili na inom predmete,
- mladší žiaci mali viac problémov pri úlohách, v ktorých existuje viac správnych možností (neboli si istí, či to je správne, alebo také možnosti neodhalili).

Predpokladáme, že to má súvis aj s tým, že piatáci respektíve primáni si zvykajú na nový systém (prechod na druhý stupeň či novú školu) a ešte nemajú skúsenosti s rôznymi typmi úloh (ktoré majú viac správnych riešení, nemajú riešenia a podobne). Starší žiaci už mali viac príležitostí na prepájanie informácií z iných predmetov, tiež ich skúsenosti s rôznymi typmi úloh sú väčšie (napríklad zo súťaží, či matematiky a fyziky).

2.1 Odporúčania pre učiteľov

Z našich výsledkov vyplynulo niekoľko odporúčaní pre učiteľov, ktorí by chceli používať grafové úlohy na vyučovaní:

- Pri použití jednej úlohy často vznikajú miskoncepce, ktoré si žiaci sami nevedia odstrániť, vhodnejšie je preto prepájať rôzne typy úloh, na ktorých sa pracuje s rovnakou štruktúrou. Pri viacerých úlohách s rôznymi štruktúrami sa tie žiakom môžu miešať.
- Žiakom môže pomáhať súvis úloh s reálnym životom, ale treba rátať s tým, že nie všetci žiaci majú rovnaké skúsenosti a tak môžu vznikať rozdiely.

- Ak je pri úlohách dlhší text so zadáním, žiaci majú tendenciu preskakovať ho, alebo nečítať úplne pozorne. Je vhodné ich na text upozorniť, pri otázkach, ktoré sú v ňom zodpovedané, žiakov naň odkázať. Alebo text s nimi na začiatku hodiny prejsť.
- Žiakov treba podporovať v tom, že niektoré úlohy majú viac správnych riešení, tak ako v bežnom živote. Učiteľ také úlohy môže využiť na diskusiu o rôznych riešeniach a zdôvodňovaní, kto ako postupoval pri riešení a prečo vznikli rôzne riešenia.
- Pri riešení pracovných listov, povzbudiť žiakov, že ak nejakú úlohu nevedia hneď vyriešiť, aby ju preskočili a vrátili sa k nej neskôr. Iné úlohy im môžu pomôcť porozumieť štruktúre a práci s ňou lepšie.
- Pracovať s chybou -- považovať ju za prirodzenú súčasť učenia, využívať ju na diskusiu o tom, prečo žiaci danú chybu spravili, ako uvažovali, keď riešili danú úlohu a čo ju spôsobil. Žiacke odpovede môžeme spísať a slúžia ako spätná väzba pre nás, ale aj pre nich -- na čo si dávať pri riešení úloh pozor.
- Pri práci v skupinkách treba niektorých žiakov podnecovať k pýtaniu sa otázok, respektíve vyjadrovaniu svojho nesúhlasu. Sú žiaci, ktorí sú v skupine prevažovaní „autoritou“ spolužiaka a nedovolia si s ním nesúhlasiť, hoci je možno ich riešenie správne, alebo téme rozumejú lepšie.
- Motivácia niektorých úloh môže byť prispôsobená viac dievčatám (náramky, rodiny). Tieto úlohy sa dajú upraviť tak, aby viac vyhovovali chlapcom. Rodiny môžeme nahradiť superhrdinami, vývojom postáv v počítačovej hre, alebo môžeme zmeniť motiváciu tak, aby viac vyhovovala záujmom žiakov -- použitím nejakých rodín z filmov, seriálov, či kníh. Automaty na náramky môžeme upraviť na automat na robotov, autá, možností v hre... Každý pracovný list obsahuje voľné úlohy, z našich skúseností však vyplýva, že niektorým žiakom treba dať nápady, čo môžu spraviť, alebo ich motivovať ukázkami (napríklad od iných žiakov).

Spoločné zhrnutie na konci hodiny pomôže žiakom, ktorí nejaké úlohy vyriešiť nevedeli, alebo niečomu neporozumeli, aby neodchádzali z hodiny s miskoncepciami a mali možnosť zistiť lepší prístup k riešeniu. Často sa žiaci boja pýtať, ak niečomu nerozumejú. Pokiaľ učiteľ nehodnotí otázky či reakcie ako dobré a zlé, ale necháva priestor všetkým, sú ochotnejší povedať svoj názor.

2.2 *Odporúčania pre autorov úloh do súťaže iBobor*

Naším cieľom bolo sformulovať aj odporúčania pre autorov úloh, na čo sa majú sústrediť pri navrhovaní a výbere grafových úloh do súťaže iBobor.

- Pri úlohách existujú rozdiely medzi chlapcami a dievčatami. Tieto rozdiely však nie sú nemenné. Vieme ich zmenšovať výberom vhodnej motivácie, a úpravou úlohy tak, aby obsahovala informácie z oboch skupín úloh. Napríklad:
 - Ak je úloha strategická, pridaním príkladu či interaktivity pomôžeme žiakom so smerom, ktorým majú pri riešení ísť. Čím pomôžeme jednak k vyššej úspešnosti všetkých žiakov, ale aj zmenšíme rozdiely medzi chlapcami a dievčatami.

- Strategické úlohy na grafoch riešia dievčatá lepšie, ak sú v grafe konkrétne obrázky.
- Dievčatá dosahujú horšie výsledky v úlohách, v ktorých existuje viac správnych odpovedí, často sa tieto úlohy rozhodnú neriešiť. Predpokladáme, že časť týchto súťažiacich úlohu nerieši práve preto, že si nie sú isté, či našli správne riešenie. Pomôcť by mohlo, ak by sa v texte spomenulo, že je viac správnych riešení a všetky budú uznané.
- Chlapci majú nižšiu úspešnosť ako dievčatá v úlohách, v ktorých je použitá zložitejšia štruktúra a iba sa na nej robia jednoduché operácie. Často robia chyby z nepozornosti, miernym sťažením úlohy, ktoré bude priamo viditeľné, môžeme pripieť k tomu, že pri nej strávia trochu viac času a spravia menej chýb.
- Pri úlohe treba brať do úvahy aj vek žiakov a to, nakoľko je použitá štruktúra pre žiakov jasná. Ak použijeme zložitejšiu štruktúru, aj jednoduchšie operácie na nej môžu byť pre žiakov náročné.
- Úlohy vyžadujúce vytváranie stratégie a hľadanie optimálneho riešenia (najkratšia, najlacnejšia, najdrahšia cesta, cesta cez čo najviac políčok...) bývajú vo všeobecnosti ťažké. Ak je v úlohe zobrazené nejaké riešenie, od ktorého sa žiaci môžu „odraziť“ a hľadať lepšie, náročnosť úlohy klesne. Tiež môže pomôcť interaktívna pomôcka, ktorá súťažiacim uľahčuje orientáciu v štruktúre a vytváranie riešení.
- Niektoré štruktúry potrebujú dovysvetlenie jednotlivých častí, alebo pravidiel. V niektorých prípadoch aj pojmov, ktoré nemusia byť žiakom jasné.

2.3 Celkový význam výskumu

Náš výskum ukázal dve hlavné veci -- po prvé, že existujú rozdiely medzi chlapcami a dievčatami pri riešení grafových úloh, a po druhé, že aj časti informatiky, ktoré priamo nesúvisia s programovaním a algoritmizáciou či využívaním digitálnych technológií, môžu byť súčasťou školskej informatiky.

Rozdiely medzi chlapcami a dievčatami môžu mať veľa dôvodov, môžu byť spôsobené napríklad záujmami, prístupom k súťaži, spôsobom, akým žiaci pracujú, ale aj motiváciou a záujmom o úlohy. Nemyslíme si, že dievčatá nemôžu byť dobré v úlohách, ktoré z nášho výskumu vyšli ako chlapčenské, a chlapci nie sú dobrí v úlohách, ktoré boli dievčenské. Pokiaľ je v súťaži vhodný pomer chlapčenských, dievčenských a neutrálnych úloh a ani jedna skupina žiakov tak nemá pocit, že úlohy nie sú pre nich, potom si myslíme, že nie je potrebné snažiť sa za každú cenu vytvárať iba neutrálne úlohy. Celkové výsledky zo slovenskej súťaže v kategóriách pre základné školy ukazujú, že priemerný bodový zisk chlapcov a dievčat je približne rovnaký. Je však vhodné vedieť, kde sú rozdiely, aby sme mohli motivovať aj druhú skupinu k úlohám, v ktorých má horšie výsledky, a aby sme s touto informáciou vedeli pracovať na vyučovaní.

Hoci informatiku mnohí slovenskí učitelia, žiaci a rodičia vnímajú ako prácu s počítačom, myslíme si, že by mala viac ukazovať prepojenosť na vedný odbor informatika. Okrem hlavného smeru, ktorým je algoritmizácia a programovanie, by sa žiaci počas základnej a strednej školy mali stretnúť aj s inými informatickými úlohami. Tie ponúka práve informatická súťaž iBodor, ale aby sme zaručili hlbší

pohľad žiakov do problematiky, je potrebné žiakom ponúknuť lepšie nástroje na spoznávanie. Tie sa dajú vytvárať aj miernou modifikáciou týchto úloh a ich rozšírením.

Použitá literatúra (v autoreferáte)

- Agresti, Alan (2012). *Categorical Data Analysis*. 3. vyd. John Wiley & Sons. isbn: 978-0470463635.
- Beecher, Karl (2017). *Computational Thinking*. UK: BCS. isbn: 978-1-78017-36-41.
- Bell, Tim et al. (2010). „CS unplugged“. In: *Computer Science Without a Computer*, csunplugged.org (website).
- Bellettoni, Carlo et al. (2019). „Situating Learning with Bebras Tasklets“. In: *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer, s. 225–239.
- Bloom, Benjamin S et al. (1956). „Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain“. In: New York: McKay, s. 20–24.
- Brennan, Karen a Mitchel Resnick (2012). „New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking“. In: *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver, Canada, s. 1–25.
- Creswell, John W (2014). *A Concise Introduction to Mixed Methods Research*. Sage Publications. isbn: 978-1-4833-5904-5.
- CSTA a ISTE (2011). Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education. url: <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinkingoperational-definition-flyer.pdf> (cit. 12. 02. 2018).
- Curzon, Paul et al. (2018). „Teaching of concepts“. In: *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*. Ed. Sue Sentance, Erik Barendsen a Carsten Schulte. Bloomsbury Publishing, s. 91–108. isbn: 978-1-3500-5710-4.
- Curzon, Paul a Peter W McOwan (2017). *The power of computational thinking: games, magic and puzzles to help you become a computational thinker*. World Scientific Publishing Company. isbn: 978-1786341846.
- Dagiene, Valentina, Gerald Futschek a Gabriele Stupuriene (2019). „Creativity in Solving Short Tasks for Learning Computational Thinking.“ In: *Constructivist Foundations* 14.3.
- Dagiene, Valentina, Sue Sentance a Gabriele Stupuriene (2017). „Developing a two dimensional categorization system for educational tasks in informatics“. In: *Informatika* 28.1, s. 23–44.
- Dagiene, Valentina a Gabriele Stupuriene (2016). „Informatics concepts and computational thinking in K-12 education: A Lithuanian perspective“. In: *Journal of Information Processing* 24.4, s. 732–739.
- Datzko, Christian (2019a). „Openness and Creativity in Solving Short Tasks for Learning Computational Thinking.“ In: *Constructivist Foundations* 14.3.
- Erwig, Martin (2017). *Once upon an algorithm: How stories explain computing*. MIT Press. isbn: 978-0262036634.

Hubwieser, Peter, Elena Hubwieser a Dorothee Graswald (2016). „How to attract the girls: gender-specific performance and motivation in the Bebras challenge“. In: *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer, s. 40–52.

Hubwieser, Peter a Andreas Mühlring (2015). „Investigating the psychometric structure of Bebras contest: towards measuring computational thinking skills“. In: *Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTiCE), 2015 International Conference on*. IEEE, s. 62–69.

Krauss, Jane a Kiki Protsman (2016). *Computational Thinking and Coding for Every Student: The Teacher's Getting-Started Guide*. Corwin Press. isbn: 978-1506341286.

Kubica, Jeremy (2012). *Computational fairy tales*. Jeremy Kubica. isbn: 978-1477550298.

Kuhn, Deanna et al. (1977). „The development of formal operations in logical and moral judgment.“ In: *Genetic Psychology Monographs*.

Lichtman, Marilyn (2012). *Qualitative research in education: A user's guide*. Sage publications. isbn: 978-1412995320.

Papert, Seymour (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York, NY, USA: Basic Books, Inc. isbn: 978-0-465-04674-4.

Resnick, Mitchel et al. (2009). „Scratch: programming for all“. In: *Communications of the ACM* 52.11, s. 60–67.

Rodriguez, Brandon, Cyndi Rader a Tracy Camp (2016). „Using student performance to assess CS Unplugged activities in a classroom environment“. In: *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*. ACM, s. 95–100.

Selby, Cynthia a John Woollard (2013). „Computational thinking: the developing definition“. <https://eprints.soton.ac.uk/356481/>. Project Report.

Standl, Bernhard (2017). „Solving Everyday Challenges in a Computational Way of Thinking“. In: *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer, s. 180–191.

Švaříček, Roman, Klára Šedřová et al. (2007). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. PORTÁL. isbn: 978-80-7367-313-0.

Štátny pedagogický ústav (2014). Štátny vzdelávací program pre nižšie stredné vzdelávanie – Informatika. url: http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/informatika_nsv_2014.pdf (cit. 05. 05. 2020).

Vaniček, Jiří (2014). „Bebras informatics contest: criteria for good tasks revised“. In: *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer, s. 17–28.

Voogt, Joke et al. (dec. 2015). „Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice“. In: *Education and Information Technologies* 20.4, s. 715–728. issn: 1573-7608.

Wimmer, Gejza (1993). *Štatistické metódy v pedagogike*. Gaudeamus. isbn: 80-7041- 864-8.

Wing, Jeannette M. (mar. 2006). „Computational Thinking“. In: *Commun. ACM* 49.3, s. 33–35. issn: 0001-0782.

Wing, Jeannette M. (mar. 2011). „Research Notebook: Computational Thinking—What and Why?“ In: *The Link - The magazine of Carnegie Mellon University's School of Computer Science*. url: <https://www.cs.cmu.edu/link/research - notebook - computational-thinking-what-and-why>.

Vlastná publikačná činnosť

Budinská, Lucia a Monika Tomcsányiová (2017). „Abstraktné dátové typy v úlohách súťaže iBobor v kategórii Benjamíni“. In: *DidInfo and DidactIG 2017*. Ed. Dana Horváthová et al., s. 36–41.

Mayerová, Karolína et al. (2017). „Analýza riešení úlohy zo súťaže iBobor pre kategóriu Juniori 2016/2017“. In: *DidInfo and DidactIG 2017*. Ed. Dana Horváthová et al., s. 105–110.

Budinská, Lucia (2017a). „Skúmanie príčin voľby nesprávnych odpovedí v úlohe Oblečenie“. In: *Študentská vedecká konferencia FMFI UK*, s. 241.

Budinská, Lucia, Karolína Mayerová a Michaela Veselovská (2017). „Bebras Task Analysis in Category Little Beavers in Slovakia“. In: *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer, s. 91–101.

Budinská, Lucia (2017c). „Graph algorithms in primary schools?“ In: *ICTE 2017 Information and Communication Technology in Education : Conference Proceedings*. Ed. Kateřina Kostolányová, s. 25–28.

Budinská, Lucia a Karolína Mayerová (2017). „Graph Tasks in Bebras Contest: What does it have to do with gender?“ In: *Proceedings of the 6th Computer Science Education Research Conference*. ACM, s. 83–90.

Budinská, Lucia, Karolína Mayerová a Václav Šimandl (2018a). „Porovnání výsledků dosahovaných českými a slovenskými žáky 1. stupně v soutěži Bobřík informatiky a iBobor“. In: *Sborník konference Didinfo 2018*. Ed. Jindra Drábková a Jan Berki, s. 234–242. isbn: 978-80-7494-424-6.

Budinská, Lucia, Karolína Mayerová a Václav Šimandl (2018b). „Differences Between 9–10 Years Old Pupils' Results from Slovak and Czech Bebras Contest“. In: *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer, s. 307–318.

Budinská, Lucia, Karolína Mayerová a Michal Winczer (2018a). „Analýza grafových úloh zo súťaže iBobor – Juniori a Seniori“. In: *Sborník konference Didinfo 2018*. Ed. Jindra Drábková a Jan Berki, s. 243–252. isbn: 978-80-7494-424-6.

Budinská, Lucia, Karolína Mayerová a Michal Winczer (2018b). „Gender Differences in Graph Tasks – Do They Exist in High School Bebras Categories Too?“ In: *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer, s. 295–306.

Budinská Lucia (2019). „Ako študenti FMFI riešili súťaž iBobor“. In *Študentská vedecká konferencia FMFI UK, Bratislava 2019: Zborník príspevkov*. S. 212 – ISBN 9788081470936

Budinská, Lucia a Karolína Mayerová (2019a). „Ako žiaci piateho a šiesteho ročníka základnej školy riešili vybrané grafové úlohy“. In: *Didinfo 2019*. Ed. Dana Horváthová et al., s. 35–40. isbn: 978-80-557-1533-9.

Budinská, Lucia a Karolína Mayerová (2019b). „From Bebras Tasks to Lesson Plans—Graph Data Structures“. In: *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer, s. 256–267.

Budinská, Lucia, Karolína Mayerová a Monika Tomcsányiová (2019). „Prieskum o výučbe informatiky na 1. stupni ZŠ na Slovensku v kontexte súťaže iBobor“. In: *Didinfo 2019*. Ed. Dana Horváthová et al., s. 214–215. isbn: 978-80-557-1533-9.

Budinská, Lucia a Karolína Miková (2020a). „Ako na grafy vo vyučovaní informatiky na druhom stupni základných škôl“. In: *DidInfo and DidactIG 2020*. Na publikovanie.

Budinská, Lucia a Karolína Miková (2020b). „Rovnaké alebo rôzne? Čo spôsobila zmena motivácie v dvoch úlohách v súťaži iBobor“. In: *DidInfo and DidactIG 2020*. Na publikovanie.

Ohlasy:

Brockmann, Patricia, Heidi Schuhbauer a Annika Hinze. (2019). „Diversity as an advantage: An analysis of career competencies for it students“. In: *Proceedings of the 16th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in the Digital Age(CELDA 2019)*. Cagliari : IADIS Press, 2019, S. 215

Moschella, Marialaura. (2019). „Observable computational thinking skills in primary school children: How and when teachers can discern abstraction, decomposition and use of algorithms“. In: *INTED 2019 : Conference Proceedings*. Valencia : IATEDAcademia, 2019, S. 6267

Micheuz, Peter, Stefan Pasterk a Andreas Bollin. (2019) „Facts, Figures, Remarks and Conclusions about the Austrian Bebras Challenge with Regard to Computational Thinking and Computer Science Domains“. In: *ISSEP 2019 : 12th International Conference on Informatics in Schools - Situation, Evaluation and Perspectives*. Larnaca: University of Cyprus, 2019, S. 38

Anderle, Michal (2019). „Porovnanie slovných riešení teoretickej úlohy žiakov strednej školy a riešiteľov súťaže PRASK“. In: *Didinfo 2019: medzinárodná konferencia o vyučovaní informatiky: 25. ročník konferencie*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2019, S. 15

Summary

The aim of our dissertation was to study tasks that contain the concept of graph. Our focus was on the tasks from the Slovak Bebras contest, which were solved by primary and lower secondary school pupils. Using mixed methods research, we explored different types of the graph tasks from this competition, how these tasks are solved by different groups of pupils, and how they can be used in school curriculum. The graph task categorisation was created, in which we focus on the type of graph that is used, procedures performed on the graph and the way in which the task needs to be solved. By combining this categorisation with contestants' results, some characteristics predicting higher gender-specific success rate emerged, and we were able to assess task difficulty with respect to individual categories of tasks.

The graph task categorisation was verified on the tasks from later years of the competition, and at the same time we also confirmed the validity of gender-specific characteristics of tasks. To verify whether pupils really use proposed methods of tasks solution, we chose three graph tasks and qualitatively examined them with lower secondary school pupils. Based on the results of this research, three worksheets were designed. The main goal of these worksheets was to acquaint pupils with different types of graph structures, and to teach them how to read and interpret data from graphs and how to write data into structures, as stated in the Slovak National Educational Program.

While validating these worksheets, we focused on the ways in which participating pupils solved the tasks, but we were also observing the differences between the boys and the girls, as well as between the pupils in different school years. We subsequently validated these worksheets as teaching materials with two teachers and their pupils.