



Univerzita Komenského v Bratislave

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky



**PaedDr. Monika Gujberová**

**Autoreferát dizertačnej práce**

**Rozvoj algoritmického myslenia  
žiakov v primárnom vzdelávaní**

**na získanie akademického titulu philosophiae doctor**

**v odbore doktorandského štúdia:**

9.2.3 Teória vyučovania informatiky

**Bratislava 2014**

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

**Predkladateľ:** **PaedDr. Monika Gujberová**  
Katedra základov a vyučovania informatiky  
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky  
Univerzita Komenského  
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

**Školiteľ:** **prof. RNDr. Ivan Kalaš, PhD.**  
Katedra základov a vyučovania informatiky  
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky  
Univerzita Komenského  
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

**Oponenti:** **prof. Ing. Veronika Stoffová, CSc.**  
Katedra informatiky  
Pedagogická fakulta  
Univerzita J. Selyeho  
Roľníckej školy 1519, 945 01 Komárno

**doc. PaedDr. Jiří Vaniček, PhD.**  
Katedra informatiky  
Pedagogická fakulta  
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice

**doc. RNDr. Gabriela Lovászová, PhD.**  
Katedra informatiky  
Fakulta prírodných vied  
Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre  
Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra

**Obhajoba dizertačnej práce sa koná 25.08.2014 o 10:00**  
**pred komisiou pre obhajobu dizertačnej práce v odbore doktorandského štúdia vymenovanou**  
**predsedom odborovej komisie**

Vo vednom odbore **9.2.3 Teória vyučovania informatiky**

na **Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského,**  
**Mlynská dolina, 842 48 Bratislava, v miestnosti č. I-32 (pavilón informatiky)**

**Predseda odborovej komisie:**

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

## Úvod

V našom výskume sme chceli lepšie porozumieť problematike **kognitívnej náročnosti elementárneho programovania pre žiakov 1. stupňa ZŠ**, t. j. lepšie porozumieť, v čom sú niektoré z programovacích úloh pre žiakov náročné, kedy sú primerané a kedy ľahké – a prečo. Rozhodli sme sa na to využiť prostredie informatickej súťaže iBobor, ktorá je na školách mimoriadne obľúbená – každý rok sa jej zúčastňujú tisíce žiakov, vďaka čomu máme k dispozícii veľmi cenné a rozsiahle dáta o ich úspešnosti pri riešení úloh súťaže.

Ako prvá krajina sme do súťaže iBobor zaviedli aj kategóriu pre žiakov prvého stupňa, presne pre žiakov vo veku 8 až 10 rokov, a medzi súťažné úlohy tejto kategórie každý rok zaradujeme aj dve až štyri **programovacie úlohy**. Práve prostredníctvom týchto úloh (a tiež programovacích úloh kategórie Benjamíni) sme v našom výskumnom projekte skúmali, aké kognitívne požiadavky na riešenie predstavujú tieto úlohy.

## 1 Vymedzenie výskumného projektu

V tejto kapitole podrobne predstavíme náš dizertačný výskum, presnejšie, opíšeme **tému výskumu a výskumný problém** a zamyslíme sa nad jeho aktuálnosťou. Predstavíme tiež **ciele výskumu** a sformulujeme naše **výskumné otázky**. Priblížime **výskumnú stratégiu**, ktorú sme použili, a tomu zodpovedajúce **metódy zberu a analýzy dát**. Ďalej popíšeme **priebeh a etapy** nášho výskumného projektu. V závere kapitoly charakterizujeme **kritériá kvality** výskumu, ktoré sme sa snažili zohľadňovať, a tiež konkretizujeme **etické zásady**, ktoré sme dodržiavali.

### 1.1 Téma výskumu a výskumný problém

Vďaka školskej reforme z roku 2008 sa vyučovanie informatiky na prvom stupni základných škôl na Slovensku stalo realitou, a to v podobe predmetu *informatická výchova*. Tento predmet je určený žiakom 2. až 4. ročníka ZŠ.

Predmet *informatická výchova* zatiaľ na Slovensku nemá prakticky žiadnu tradíciu<sup>1</sup>. Zatiaľ existuje iba učebnica pre druhý ročník základnej školy, pozri (Blaho et al., 2010). Pre tretí a štvrtý ročník sa momentálne používajú iba alternatívne pracovné učebnice a pracovné zošity bez schvaľovacej doložky ŠPÚ. Aj preto majú učitelia často problém, ako a čo v tomto predmete učiť.

Vzdelávací obsah predmetov informatika aj informatická výchova je rozdelený na päť tematických okruhov, z ktorých tretí sa nazýva *Postupy, riešenie problémov, algoritmické myslenie* a predstavuje základy programovania. V našom dizertačnom výskumnom projekte sme sa snažili produktívne prepojiť hodiny informatickej výchovy a informatickú súťaž **iBobor**, aby sme tak hlbšie preskúmali, ako rozvíjať schopnosti žiakov riešiť problémy a ako rozvíjať ich algoritmické myslenie. Navrhli sme a iteratívne overili rôzne spôsoby, ako využiť na vyučovacích hodinách úlohy spomínanej súťaže, prípadne ich ďalšie rozšírenia alebo varianty. Tieto úlohy sú zamerané na rôzne témy informatiky, v našej výskumnej práci sme sa však sústredili iba na tie, ktoré sa zaoberajú algoritmizáciou a základmi programovania.

**Za výskumnú oblasť** sme si pre náš dizertačný výskum zvolili rozvoj kompetencií žiakov primárneho vzdelávania potrebných na riešenie problémov a rozvoj ich algoritmického myslenia. Chceli sme lepšie porozumieť programovaniu na tomto stupni vzdelávania, chápať, čo sú jeho vzdelávacie ciele, aké programovacie úlohy sa dajú začleniť do vyučovacieho

<sup>1</sup> okrem niekoľkých experimentálnych projektov výučby informatiky na prvom stupni a vlastných iniciatív niekoľkých inovatívnych základných škôl – v žiadnom prípade však nie ako povinný predmet

procesu, ktoré z nich sú pre žiakov ťažké a ktoré ľahké, ktoré programovacie jazyky sú pre nich vhodné a ktoré nie a pod. Na zodpovedanie týchto otázok sme skúmali rôzne detské programovacie prostredia, navrhli sme a naprogramovali mikrosvet so sekvenciou úloh, ktoré môžu žiakom pomôcť riešiť danú cieľovú úlohu a nám zasa **kvalifikovane skúmať kognitívnu náročnosť týchto úloh**. Hlbkovo sme tiež analyzovali určitý výber programovacích úloh z predchádzajúcich ročníkov súťaže, pretože na základe získaných výsledkov sme chceli prispieť ku kvalifikovanému posudzovaniu ich náročnosti, a tiež k modernej **didaktike elementárneho programovania**.

Naším **výskumným problémom** teda bolo hlbšie porozumieť vhodnosti a primeranosti úloh zo súťaže iBobor (jej dvoch najnižších kategórií), okrem toho navrhnúť, ako využiť úlohy, ktoré sú zamerané na rozvoj schopností riešiť problémy a na rozvoj algoritmického myslenia, a to priamo na hodinách informatickej výchovy.

## 1.2 Cieľ výskumného projektu

Pre našu výskumnú prácu sme si vytýčili tri hlavné ciele:

1. V prvom rade sme chceli lepšie porozumieť **stavu<sup>2</sup> školskej informatiky** na primárnom stupni vzdelávania u nás a v zahraničí.
2. Chceli sme tiež získať kvalitnejšiu znalosť o používaných **programovacích prostrediach pre žiakov primárneho vzdelávania**. Existujú rôzne jazyky, nástroje a prostredia, ktoré sú určené na rozvoj programovacích zručností (skills) pre najmladších žiakov<sup>3</sup>. Chceli sme preskúmať, čím sú charakteristické, čo majú spoločné a čím sa líšia.
3. Chceli sme prispieť k hlbšiemu porozumeniu toho, aké sú **primerané kognitívne požiadavky** (cognitive requirements) na programovanie v primárnom vzdelávaní, napr. aké kognitívne operácie (z pohľadu programovania) vykonávajú žiaci, ak riešia programovacie úlohy súťaže iBobor, ktoré úlohy sú pre nich ľahké a ktoré ťažké – a prečo. Preto sme považovali za dôležité z rôznych pohľadov analyzovať súťažné úlohy a na základe získaných výsledkov sformulovať určitú teóriu (ako súbor tvrdení) o týchto kognitívnych operáciách.

Na dosiahnutie týchto cieľov sme si explicitne sformulovali tri výskumné otázky, ktoré podrobnejšie prezentujeme v ďalšej časti práce.

## 1.3 Výskumné otázky

V našom dizertačnom projekte sme hľadali odpovede na tieto výskumné otázky:

1. *Čo sú charakteristické vlastnosti edukačných programovacích prostredí pre primárne vzdelávanie?*
2. *Aké sú kognitívne požiadavky na riešenie programovacích úloh v súťaži iBobor? Ako súvisí zadanie úlohy s jej náročnosťou?*
3. *Ako začleniť programovacie úlohy zo súťaže iBobor do vyučovania programovania na prvom stupni základných škôl? Ako tieto úlohy využiť ako prostriedok na to, aby sme vedeli identifikovať elementárne kognitívne operácie v primárnom programovaní?*

<sup>2</sup> ako napr. rozsahu, forme, organizačným formám, vzdelávacím cieľom, a tiež úlohe a formám programovania

<sup>3</sup> Kabátová, Kalaš a Tomcsányiová tieto zručnosti v (2014) rozdeľujú na tri okruhy: (a) riešenie problémov a práca s riešeniami, (b) riadenie objektu a (c) vytváranie interaktívnych prostredí.

Pri hľadaní odpovedí na uvedené výskumné otázky sme použili rôzne kvalitatívne i kvantitatívne výskumné metódy, ktoré opíšeme v nasledujúcich častiach.

## 1.4 Výskumná stratégia

Kvantitatívne a kvalitatívne výskumné dizajny (Gavora et al., 2010) sa často prezentujú ako dve protikladné stratégie. V edukačnom výskume zvyčajne volíme jeden z nich. Odpoveď na otázku, či môžeme kombinovať tieto dva prístupy, však poskytli napr. autori Strauss a Corbin v (1999): *Áno, môžeme. Tieto dva typy prístupov sa môžu efektívne používať v tom istom výskumnom projekte. Príklady spojenia týchto dvoch prístupov sú napr.: kvalitatívne údaje sa môžu použiť na ilustráciu, alebo vyjasnenie kvantitatívne odvodených záverov. Môžeme tiež použiť kvantitatívne údaje k čiastkovému overeniu svojich záverov, získaných kvalitatívnou analýzou.*<sup>4</sup>

Práve takýto **kombinovaný prístup**, aký uvádzajú Strauss a Corbin v predchádzajúcom úryvku ako svoj druhý príklad sme použili aj v našom dizertačnom výskumnom projekte. Presnejšie, vybrali sme si jednu z moderných (niekedy kombinovaných) paradigiem edukačného výskumu, a to **výskum vývojom** (*design-based research*). Hlavná myšlienka tejto paradigmy spočíva v tom, že výskumník súčasne skúma, aj vyvíja. Jednoducho povedané, pri tejto paradigme výskumník skúma, aby mohol kvalitnejšie vyvíjať. Skúma to, čo vyvinul, a vyvíja na základe poznania, ktoré získal vo svojom výskume. „*Je to interdisciplinárny prístup, v ktorom sa výskumníci spolu s praktickými edukátormi (učiteľmi) snažia vytvárať presnejšie teórie učenia sa, a to pomocou navrhovania, vytvárania, štúdia a iteratívneho vylepšovania teoreticky opodstatnených intervencií pre učenie sa v reálnej triede.*“ (Kalaš, 2009)

Tento prístup vyhovoval našim účelom aj preto, lebo umožňuje integrovať metódy kvalitatívneho a kvantitatívneho výskumu. A práve to sme využili pri overovaní niektorých kvalitatívnych výsledkov prostredníctvom kvantitatívnych dát z predchádzajúcich ročníkov súťaže iBobor.

Pratt v (1998) navrhuje plán dizertačného výskumu (ktorý realizuje výskum vývojom) so štyrmi iteráciami: orientačnou, prieskumnou, vývojovou a analytickou. Každá etapa sa dá rozdeliť na dve fázy: **formulovanie teórie, návrh, vývoj, nasadenie a používanie**, a potom **používanie, pozorovanie, analýza a vznik presnejšej teórie**. Platí teda, že prvá fáza začína teóriou a druhá sa s ňou končí. Druhá fáza začína používaním vyvinutej pedagogickej intervencie (produktu výskumu vývojom) a prvá sa s ním končí – to všetko sa niekoľkokrát opakuje.

## 1.5 Metódy zberu a analýzy dát

Pre výskumníka sú dôležité údaje, ktoré nazbiera počas svojho projektu, a metódy, ktorými ich následne analyzuje. Pre náš výskum sme zvolili metódy kvalitatívneho aj kvantitatívneho výskumu, pretože sme pracovali s dátami oboch typov.

Pri zbere a analýze **kvalitatívnych dát** sme využili:

- obsahovú analýzu textu kvalitatívnymi metódami,
- návrh a realizáciu (t.j. naprogramovanie) gradovanej sekvencie elementárnych úloh, pomocou ktorej sme získali cenné kvalitatívne i kvantitatívne dáta,
- pološtruktúrované rozhovory s otvorenými otázkami, a to so žiakmi aj učiteľmi,

<sup>4</sup> vlastný preklad českého originálu

- participačné pozorovanie hodín informatickej výchovy a analýzu získaných terénnych zápiskov,
- vytváranie a analýzu videozáznamov z vyučovacích hodín.

V oblasti práce s **kvantitatívnymi dátami** sme:

- štatistickými metódami analyzovali údaje z databázy výsledkov minulých ročníkov súťaže iBobor,
- aplikovali obsahovú analýzu textu kvantitatívnymi metódami.

Výskum sme začali **štúdiom odbornej literatúry**<sup>5</sup>, aby sme získali prehľad o skúmanej problematike. Študovali sme domáce aj zahraničné publikácie, analyzovali sme rôzne programovacie prostredia, ktoré sú rozšírené v primárnom vzdelávaní u nás alebo v zahraničí, a následne sme ich analyzovali z rôznych pohľadov. Takto získané poznatky sme opísali v kapitolách 2 *Analýza súčasného stavu poznania* a 3 *Programovacie prostredia pre prvý stupeň ZŠ*.

V **databáze súťaže iBobor** sa každoročne kumuluje veľké množstvo údajov. O každej súťažnej úlohe sú totiž zaznamenané rôzne dáta pre každého (anonymného) súťažiaceho, a to aj pri tzv. interaktívnych úlohách, pozri napr. (Tomcsányiová, 2009). Vďaka tomu môžeme napr. analýzou nesprávnych riešení zistiť najčastejšie chyby žiakov a v ďalšom ročníku súťaže sa môžeme zamerať na odstránenie identifikovaných nedostatkov v zadaných úlohách. V našom výskumnom projekte sme dáta získané z databázy súťaže spracúvali štatistickými metódami – určovali sme hodnoty obtiažnosti a citlivosť vybraných programovacích úloh, a používali sme ich ako určité východisko i mechanizmus validácie iných, kvalitatívnych postupov, pozri kapitolu 5 *Kognitívne operácie v programovacích úlohách súťaže iBobor*.

V našom výskumnom projekte zohralo dôležitú úlohu aj softvérové prostredie (mikrosvet) Včielka. **Navrhli** sme ho a následne **naprogramovali** ako špeciálny nástroj na zber dát. Ide vlastne o **gradovanú sekvenciu úloh**, ktorú sme vytvorili na základe jednej konkrétnej úlohy zo súťaže iBobor, pozri (Gujberová, Kalaš, 2013).

Pre určenie obtiažnosti úloh sme v prvom rade vykonali ich **kvantitatívnu obsahovú analýzu** (Gavora, 2001). Ako **základný text** sme vyčlenili úlohy súťaže iBobor kategórií Benjamíni a Bobríci zamerané na programovanie. Ako jednu z **analytických kategórií** sme zvolili napr. vzťah dĺžky textov zadaní vzhľadom na ich úspešnosť. Výsledky tejto analýzy sme publikovali v (Gujberová, 2014). Následne sme vykonali aj **kvalitatívnu obsahovú analýzu** týchto úloh z pohľadu informatického obsahu.

Na získanie spätnej väzby na súťažné úlohy sme realizovali aj **pološtruktúrované rozhovory s otvorenými otázkami** so šiestimi pedagogičkami prvého stupňa ZŠ. Počas týchto rozhovorov sme získali cenné poznámky a námety od spolupracujúcich učiteľov základných škôl.

Počas trvania nášho výskumu prebehlo niekoľko ročníkov súťaže iBobor. V školskom roku 2012/13 sme použili metódu **zúčastneného pozorovania**: osobne sme pozorovali skupinu žiakov prvého stupňa, ktorí práve riešili úlohy súťaže. Cieľom nášho pozorovania bolo zistiť, ako vnímajú túto novú súťažnú kategóriu, ako sa počas súťaže správajú, o čom sa rozprávajú a na čo sa pýtajú, s čím majú pri riešení úloh problémy a pod.

Ako súčasť nášho výskumu sme navrhli niekoľko aktivít pre žiakov prvého stupňa základných škôl, zameraných na tematický okruh *Postupy, riešenie problémov, algoritmické myslenie*, a to na základe vybraných úloh zo súťaže iBobor. Tieto aktivity sme realizovali

---

<sup>5</sup> napr. aj niektorých zahraničných učebníc informatickej výchovy

so žiakmi v rámci vyučovacích hodín. Na spomínaných hodinách sme sa zúčastnili ako **učitelia a pozorovatelia** súčasne. Každé stretnutie sme dokumentovali **videozáznamom** a **te-rénnymi zápiskami**, ktoré zachytili priebeh hodín a ktoré sme následne **analyzovali**.

Takýmto spôsobom sme získali kvalitný prehľad o skutočných vedomostiach a zručnostiach žiakov prvého stupňa základných škôl v skúmanej oblasti, vďaka čomu sme potom vedeli navrhnúť nové vhodné úlohy do súťaže iBobor.

## 1.6 Priebeh a etapy výskumu

Náš výskum prebehol v štyroch veľkých iteratívnych cykloch (s viacerými malými iteráciami v rámci každej z etáp).

### Iterácia 1 – orientačná

Orientačná etapa výskumu zahŕňala štúdium odbornej literatúry, prieskum používaných programovacích prostredí. V školskom roku 2010/2011 sme realizovali pilotný ročník súťaže iBobor pre kategóriu Bobríci (teda pre žiakov 3. a 4. ročníka ZŠ). S kolektívom kolegov z našej katedry sme pripravili sadu úloh pre túto vekovú skupinu. Po ukončení pilotného ročníka sme získali prvé dáta, ktoré sme analyzovali a použili na vývoj ďalších úloh. Okrem toho sme túto i nasledujúcu etapu venovali aj štúdiu odbornej literatúry.

### Iterácia 2 – prieskumná

Počas prvých dvoch etáp výskumu sme viedli informatický krúžok na jednej základnej škole. Na týchto hodinách sme sa okrem iných tematických okruhov venovali aj základom programovania. Témy týchto hodín sme zhrnuli v (Gujberová, 2012a).

V školskom roku 2011/2012 sa uskutočnil prvý ročník súťaže iBobor, v ktorom už regulárne súťažila aj kategória Bobríci (t. j. žiaci 3. a 4. triedy ZŠ). V tejto etape sme analyzovali ich výsledky. Závěry tejto analýzy sme publikovali v (Gujberová, 2012b).

### Iterácia 3 – vývojová

Vo vývojovej etape sme sa sústredili na vylepšenie programovacích úloh do ďalšieho ročníka súťaže iBobor (pre kategóriu Bobríci), a to na základe získaných skúseností z predchádzajúcich rokov a na základe analýzy dát získaných z databázy súťaže. Tiež sme analyzovali na Slovensku najpoužívanejšie programovacie prostredia<sup>6</sup>, vhodné pre uvažovanú vekovú kategóriu. Výsledkom tejto analýzy je súbor vlastností, ktorými tieto prostredia možno kvalifikovane kategorizovať. Tieto zistenia sme publikovali v (Gujberová, Tomcsányi, 2013).

Zúčastnili sme sa súťaže kategórie Bobríci ako pozorovatelia na vybranej základnej škole, viedli sme rozhovory s niekoľkými pedagógmi, ktorých žiaci súťažili v tejto kategórii, s cieľom viac sa dozvedieť o postojoch žiakov, o príprave na súťaž a pod., bližšie pozri v (Gujberová, 2013b).

Ďalej sme navrhli, realizovali a overili gradovanú sekvenciu úloh, ktorá slúži na rozvoj kognitívnych zručností potrebných na vyriešenie danej úlohy zameranej na programovanie. Túto sekvenciu sme využili na zber dát, ktoré nám dovolili identifikovať niektoré elementárne kognitívne operácie v primárnom programovaní. Naše zistenia sme publikovali v (Gujberová, Kalaš, 2013).

<sup>6</sup> Ako vysvetlíme v kapitole 3 *Programovacie prostredia pre prvý stupeň ZŠ*, tento výber programovacích prostredí sme ešte rozšírili o dve ďalšie, ktoré sa používajú najmä v zahraničí.

## Iterácia 4 – analytická

V závere nášho projektu sme sa zamerali najmä na skúmanie obtiažnosti programovacích úloh súťaže. Vykonali sme formálnu a kvalitatívnu analýzu programovacích úloh súťaže iBobor kategórií Bobríci a Benjamíni.

Analytická etapa nášho výskumu bola potom zameraná na zosumarizovanie nazbieraných dát, výsledkov ich analýzy a ich interpretácie, teda na sformulovanie záverov nášho výskumu. Vykonávali sme posledné úpravy na novovytvorených súťažných úlohách a aplikovali sme na ne – z dôvodov validácie – naše vlastné uzávery, ktoré vyplynuli z analýzy úloh z predchádzajúcich ročníkov súťaže. Sformulovali sme náš iteratívne overený a vylepšený návrh pre učiteľov, ako začleniť programovacie úlohy zo súťaže iBobor do vyučovania programovania na prvom stupni základných škôl, a ako tieto úlohy využiť ako prostriedok na to, aby sme vedeli identifikovať elementárne kognitívne operácie v primárnom programovaní.

### 1.7 Zabezpečenie kvality výskumu

Pre výskumníka je dôležité, aby výsledky jeho výskumu boli korektné a prínosné pre akademickú verejnosť. Výsledky kvalitatívnych (resp. kombinovaných) výskumov nie je možné hodnotiť výlučne kritériami určenými pre kvantitatívne výskumy. Preto vznikli rôzne alternatívne metódy na hodnotenie kvality kvalitatívneho výskumu. Pre náš výskum sme zvolili prístup podľa (Lincoln, Guba, 1985). Títo autori používajú ako kritériá dôveryhodnosť, prenositeľnosť, hodnovernosť a potvrditeľnosť.

### 1.8 Etické otázky výskumu

Ako uvádza Creswell (2008), etické zásady treba dodržať v každej etape výskumu: či už pri zbere dát, počas ich analýzy, alebo pri publikovaní získaných výsledkov. Presne tak sme sa snažili postupovať aj v našom projekte.

Respondenti rozhovorov vopred vyjadrili informovaný súhlas s ich nahrávaním na diktafón. Nepriali si však, aby boli tieto audio nahrávky zverejnené, preto nie sú prílohou tejto práce<sup>7</sup>.

Počas výskumu sme pracovali s ľuďmi (pedagogičkami a žiakmi), mali sme tiež prístup k osobným údajom súťažiacich, preto bolo pri práci s nimi nevyhnutné dodržať **etické zásady**, pre náš výskum predovšetkým *zachovanie dôvernosti informácií o účastníkoch výskumu a korektné spracovanie dát výskumnikom* (podľa Gavora et al., 2010).

## 2 Analýza súčasného stavu poznania

V ostatných rokoch registrujeme vo viacerých krajinách rastúci záujem o transformáciu školského predmetu *IKT* či *ICT* na *informatiku* (angl. Computer Science alebo Computing), s dôrazom na rozvoj algoritmického myslenia, programovania a porozumenia základných konceptov informatiky. Situácia na Slovensku je iná: s takto vnímanou školskou informatikou už máme u nás pomerne bohaté skúsenosti na všetkých stupňoch základnej a strednej školy. Prostredníctvom tejto dizertačnej práce chceme prezentovať priebeh a výsledky jedného z našich výskumných projektov v oblasti rozvoja tejto modernej školskej informatiky na prvom stupni základných škôl. V tejto kapitole preto budeme prostredníctvom odbornej literatúry skúmať výsledky domácich aj svetových výskumov v oblasti vyučovania informatiky – s dôrazom na programovanie v primárnom vzdelávaní. Takto vymedzíme kontext pre náš súčasný výskum.

<sup>7</sup> prepisy týchto rozhovorov sú po požiadaní k dispozícii k nahliadnutiu



Vedecká komunita, ktorá sa zameriava na pedagogický výskum v oblasti programovania na základnom a strednom (ale aj univerzitnom) stupni vzdelávania, sa v súčasnosti posilňuje a rozrastá. Napriek tomu sa ešte stále v tomto kontexte nachádzame iba na začiatku hlbšieho porozumenia a nie je zriedkavé stretnúť sa s názormi ako: *programovanie je predovšetkým pre chlapcov, programovanie je pre žiakov na primárnom či nižšom sekundárnom stupni príliš náročné alebo dokonca až nevhodné, neexistuje iné ako profesionálne programovanie* a pod. Tieto mýty sú zväčša založené na nepochopení cieľov školskej informatiky a programovania, na nevhodných pedagogických postupoch a na nedostatočne pripravených učiteľoch informatiky. V tomto výskume nás preto zaujíma, čo konkrétne je na programovaní pre žiakov primárneho vzdelávania ťažké a čo nie a ako môžeme budovať produktívnu pedagogiku, ktorá vedie k lepším výsledkom vo vyučovaní elementárneho programovania.

Napriek tomu, že edukačný výskum v oblasti elementárneho programovania pre žiakov základných škôl je pomerne zriedkavý, jeho korene siahajú prekvapujúco hlboko. Priekopníčkou v tejto oblasti bola pravdepodobne americká výskumníčka R. Perlman, ktorá už v rokoch 1974 až 1976 navrhla, vyvinula a experimentálne skúmala prvé technické zariadenie, ktoré umožňovalo predškólakom programovať. Jej výskum nám poskytol mnoho cenných poznatkov, ktoré zhrnula v publikácii (Perlman, 1976). Obsažnú analýzu jej práce vo svetle nedávneho vývoja v oblasti programovania s najmladšími žiakmi môžeme nájsť napr. v (Morgado, Cruz, Kahn, 2006).

Poznatky, ktoré sme získali štúdiom odbornej literatúry, môžeme rozdeliť do troch okruhov: prvý sa venuje analýze súčasného stavu vyučovania informatiky v rôznych formách, a to v zahraničí i u nás. V druhom okruhu sme sa zamerali na oblasť programovania, ktorú považujeme za kľúčovú súčasť školskej informatiky. Tretí okruh sa zaoberá výskumom v oblasti školskej robotiky.

### 3 Programovacie prostredia pre prvý stupeň ZŠ

Ak chceme rozumieť tomu, ktoré vlastnosti programovacích prostredí a jazykov sú charakteristické pre elementárne edukačné programovanie v primárnom vzdelávaní, musíme najprv identifikovať tieto prostredia a jazyky a následne ich analyzovať. Práve takýto proces sme v našom dizertačnom projekte realizovali pri hľadaní odpovede na prvú výskumnú otázku: *Čo sú charakteristické vlastnosti<sup>8</sup> edukačných programovacích prostredí pre primárne vzdelávanie?* Chceli sme si tým zároveň vyjasniť:

- a) spôsoby, ako sa dajú (alebo či sa vôbec dajú) realizovať niektoré programovacie koncepty a postupy v danom prostredí – a ako,
- b) akým spôsobom môžu pomáhať používané programovacie prostredia mladým, začínajúcim programátorom, napr. aký štýl programovania podporujú, ako reprezentujú vlastný program a pod.,
- c) aké možnosti zdieľania výsledkov práce (výsledných produktov) ponúkajú.

V prvej iterácii našej práce sme identifikovali osem prostredí, o ktorých sme vedeli – z našich priamych kontaktov s učiteľmi a školami, a tiež z aktívneho pôsobenia v národnom projekte *Ďalšie vzdelávanie učiteľov informatiky na základných a stredných školách* (2009 až 2012) – že sa používajú na slovenských základných školách. Neskôr sme do tohto výberu zaradili ešte dve ďalšie prostredia, ktoré sa u nás zatiaľ prakticky nepoužívajú, ale ich popularita v zahraničí rýchlo rastie<sup>9</sup>, a to Kodu a Alice. Naš výber teda nezahŕňa iba po celom svete dobre známe prostredia (ako Scratch alebo Alice), ale aj menej známe prostredia (ako Karol a Baltík), a tiež také, ktoré sú špecifické viac-menej iba pre Slovensko (ako Panák a Mravec).

<sup>8</sup> z hľadiska programovania, nie z didaktického hľadiska

<sup>9</sup> Považovali sme preto za rozumné zahrnúť ich do našej analýzy a zároveň o nich aspoň stručne informovať aj slovenskú odbornú verejnosť.

		Imagine Logo	Iyz Logo	Živý obraz	Scratch	Karel 3D pre Win 32	Baltík 3	Panák	Mravec	Kodu	Alice 2.2
<b>Všeobecné vs. špecializované</b>	špecializované		X	X		X	X	X	X		
	spôsob definovania úloh		ext.			vnút.	vnút.	ext.	vnút.		
<b>Štýl programovania</b>	procedurálny	X	X			X	X	X	X		
	objektovej orientovaný	X								X	X
	riadený udalosťami	X		X	X					X	X
<b>Úroveň objektovej orientácie</b>	objekty	X	X	X	X					X	X
	klonovanie	X		X	X					X	
	vlastné premenné	X			X						
	vlastné metódy	X								X**	X
	dedenie	X									X
	triedy	X								X	
	viacnásobné dedenie	X									
<b>Programové konštrukcie</b>	vytváranie a rušenie programom	X								X	
	príkaz vetvenia	X			X	X	X			X	X
	opakovanie	X	X	X	X	X	X	X			X
	for cyklus	X			X	X	X				X
	while cyklus	X			X	X	X				X
	premenne	X			X		X			X	X
<b>Reprezentácia kódu</b>	procedúry/metódy	X	X		X***	X	X				X
	parametre	X	X								X
	textová	X				X					
<b>Konštruovanie projektu</b>	kartičkami alebo skladačkovými dielikmi		X		X			X			X
	íkonami		X	X			X	X	X	X	
	písaním	X			X****	X					
	výberom z ponuky kartičkami	X	X	X	X			X		X	X
	skladačkovými dielikmi				X						X
<b>Predchádzanie syntaktickým chybám</b>	íkonami		X	X			X	X	X	X	
	priamou manipuláciou	X		X	X	X				X	
	zhodnosťou tvarov				X						
<b>Ukladanie a exportovanie</b>	výberom len zo správnych možností		X	X	X		X	X	X	X	X
	syntaktickým editovaním		X	X	X					X	X
	vlastný formát	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<b>Localizácia</b>	anim. gif										
	výsledok	anim. gif	wmf		gif						mov, jpeg
	samostatný projekt	exe									
	webové stránky				X					X	
<b>Localizácia</b>	uložiť pre web	plugin									Java 3D
	koncovým používateľom				X					X	
počet lokalizácií		7	4	1	50	4	2	1	1	7	2*
* Platí pre Alice 2.3											
** Kodu nemá skutočné metódy, ale objekt môžete definovať svoje vlastné reakcie na udalosti											
*** S rozšírením BYOB, resp. vo verzii 2.0											
**** Písanie je v jazyku Scratch značne obmedzené, prakticky iba na čísla a textové dáta											

Tab. 1 Klasifikácia skúmaných programovacích prostredí podľa zvolených kritérií

Tento výber desiatich programovacích prostredí pre (mladších) žiakov sme následne (v prvej iterácii) analyzovali pomocou kritérií odvodených z rozsiahlej práce Kellehera a Pauscha (2005), a to napriek tomu, že cieľ ich práce bol pomerne odlišný od toho nášho. Pri tomto postupe sme iteratívne opakovali nasledujúce kroky: (1) študovali sme vybrané programovacie prostredia a **kódovali** sme ich vlastnosti podľa existujúceho **súboru kritérií**, (2) hĺbkovo sme analyzovali vlastnosti týchto prostredí a (3) interpretovali sme takto získané poznatky a **upravovali súbor kritérií** tak, aby lepšie vyhovovali našim špecifickým cieľom.

Tabuľka 1 predstavuje úplný zoznam kritérií a zodpovedajúcu **klasifikáciu skúmaných programovacích prostredí**.

## 4 Informatická súťaž iBobor a jej príspevok k informatickej výchove na Slovensku

Ako zdôrazňujú Futschek a Dagiene v (2009), súťaže majú dôležitú úlohu v školskom prostredí. Existujú rôzne informatické súťaže so zameraním na programovanie, alebo na robotiku. Tieto súťaže sú zväčša určené žiakom stredných škôl, zriedkavejšie žiakom druhého stupňa ZŠ. Ťažko by sme medzi nimi našli takú, ktorá je zameraná na informatiku, avšak nie výlučne len na programovanie, a zároveň je určená aj pre prvý stupeň základných škôl. Práve takouto však je kategória Bobríci súťaže iBobor<sup>10</sup> – Informatický bobor.

V tejto kapitole stručne predstavíme súťaž iBobor, a to najmä jej kategóriu Bobríci. Programovací komponent tejto kategórie je totiž základnou oblasťou pre náš výskum. Zameriame sa (v tejto i nasledujúcej kapitole) na prehľad odborných publikácií a ich zistení, ktoré výskumníci venujú tejto súťaži, a pre potreby nasledujúcich kapitol tiež predstavíme niekoľko programovacích úloh zo spomínanej kategórie Bobríci.

Súťažiaci sú rozdelení do kategórií podľa ročníkov. Na Slovensku máme v súčasnosti päť kategórií:

- **Bobríci: 3. – 4. ročník ZŠ**
- Benjamíni: 5. – 7. ročník ZŠ, plus príma a sekunda osemročného gymnázia
- Kadeti: 8. – 9. ročník ZŠ, tercia a kvarta osemročného gymnázia
- Juniori: 1. – 2. ročník gymnázií a stredných škôl, kvinta a sexta osemročného gymnázia
- Seniori: ostatní študenti stredných škôl a osemročných gymnázií

V našom výskume zohráva táto súťaž dôležitú úlohu z viacerých dôvodov:

- Medzi žiakmi i učiteľmi má vysokú popularitu, je to zmysluplná informatická aktivita pre žiakov, realizuje sa on-line raz ročne. Učitelia a žiaci majú počas celého školského roka k dispozícii **archív všetkých predchádzajúcich úloh** a čoraz viac ho aj priebežne využívajú.
- Funguje ako efektívny, aj keď nepriamy signál od autorov koncepcie *školskej informatiky* a súťaže z *Katedry základov a vyučovania informatiky FMFI UK* pre školy (žiacov, učiteľov i rodičov) o hodnotách a **zameraní modernej školskej informatiky** – ako protipólu ku učeniu sa o informačných a komunikačných technológiách alebo k hraniam počítačových hier. Ukazujeme ňou žiakom, pedagógom a rodičom, čo sú témy a problémy, ktoré podľa našej koncepcie dobre reprezentujú informatické myslenie a modernú školskú informatiku. Pre mnohých pedagógov je súťaž určitou doplňujúcou a nepriamou formou ich ďalšieho vzdelávania.

---

<sup>10</sup> pozri <http://ibobor.sk/>

- V podobe postojov učiteľov i žiakov pre nás predstavuje určitú formu **spätnej väzby** k úlohám súťaže a k informatike samotnej. V roku 2012 sa do súťaže zapojilo už viac ako 800 škôl (v roku 2013 súťažilo presne 899 škôl s 55 017 žiakmi), čo je pre nás štatisticky významný a reprezentatívny zdroj dát. Z reakcií mnohých učiteľov (a ich žiakov) vieme, ako pozitívne prijali súťaž aj na prvom stupni ZŠ.
- Poskytuje nám výnimočnú príležitosť na realizáciu rôznych **výskumných projektov**. Pre náš dizertačný výskum je z tohto pohľadu dôležitá najmä nová súťažná kategória s názvom Bobríci. Je určená pre žiakov prvého stupňa základných škôl (v tretej a štvrtej triede). V tejto kategórii (rovnako, ako v ostatných kategóriách) sa v každom ročníku objavajú aj úlohy z programovania.

## 5 Analýza programovacích úloh súťaže iBobor

Naším sekundárnym cieľom (budeme sa mu podrobnejšie venovať v nasledujúcej kapitole pri hľadaní odpovede na tretiu výskumnú otázku) bolo skúmať, ako hlbšie poznanie kognitívnych operácií v elementárnom programovaní a ďalšie skúsenosti zo súťaže iBobor produktívne využiť na hodinách primárnej informatiky. Chceli by sme prispieť k vývoju kvalitnej metodiky vyučovania informatiky v primárnom vzdelávaní. Preto sme k tomuto cieľu sformulovali zodpovedajúcu výskumnú otázku: *Aké sú kognitívne požiadavky (requirements) na riešenie programovacích úloh v súťaži iBobor? Ako súvisí zadanie úloh s ich náročnosťou?*

Zamerali sme sa na analýzu programovacích úloh kategórie Bobríci a Benjamíni.

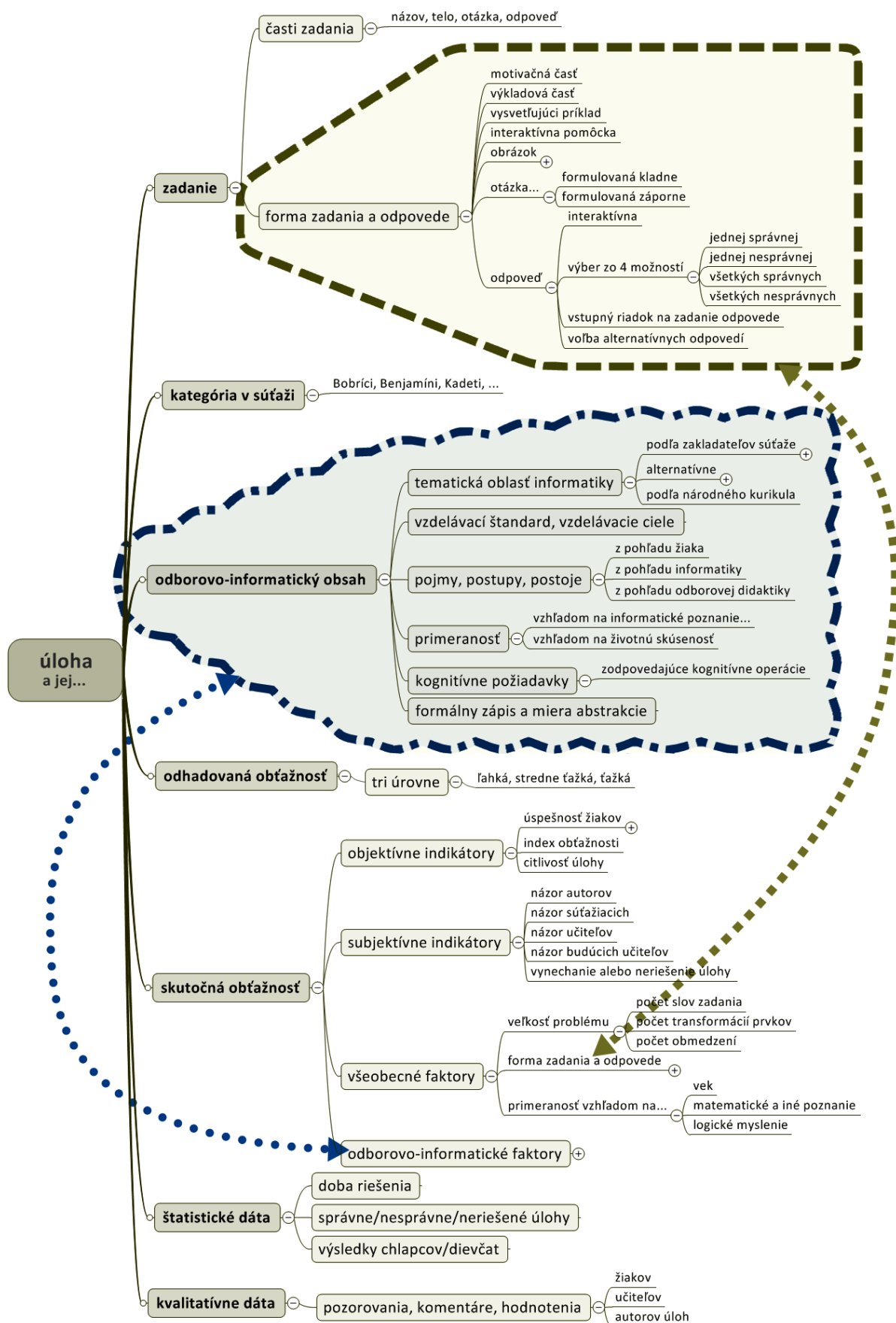
Skúmanie zadaní úloh rôznych kategórií súťaže iBobor zaujíma už niekoľko rokov aj iných odborníkov. Preto v prvej časti kapitoly sumarizujeme niektoré známe výskumy v tejto oblasti a napokon prezentujeme našu vlastnú pojmovú mapu, ktorá pomenúva rôzne možné charakteristiky súťažných úloh a rôzne druhy dát, ktoré máme o ich zadaní a riešení súťažiacimi k dispozícii. Tieto dáta považujeme za dôležitý a spoľahlivý zdroj informácií, pretože vďaka vysokým počtom súťažiacich sú štatisticky validné (aj keď nereprezentujú celú školskú populáciu, ale celkom určite aspoň tú jej časť, ktorá má záujem o riešenie informatických problémov. Pre skúmanie programovacích úloh sú teda tieto dáta štatisticky reprezentatívne).

V časti 5.2 potom predstavíme niektoré zaujímavé výsledky (naše vlastné, ale stručne aj výsledky iných autorov) z analýzy vplyvu rôznych faktorov na obťažnosť programovacích úloh. V časti 5.3 sa sústredíme výlučne na odborovo-informatickú analýzu týchto úloh a identifikujeme ich rôzne skupiny, a tiež rôzne kognitívne operácie, ktoré si ich riešenie vyžaduje, a informatické prostriedky, ktoré sa v týchto úlohách používajú – a môžu mať významný vplyv na celkovú obťažnosť podobných úloh. V časti 5.4 budeme napokon uvažovať o tom, ako môže naša odborovo-informatická analýza pomôcť pri skúmaní obťažnosti úloh.

### 5.1 Charakteristiky úloh

V tejto časti o. i. vysvetlíme, ako rozdeľujeme úlohy na ľahké, stredne ťažké a ťažké a aký vplyv má toto rozdelenie na výsledné bodovanie, a tiež spôsob, ako navrhujú štatistici počítať hodnotu obťažnosti Q.

Obrázok 1 je výsledkom nášho štúdia rôznych odborných textov z oblasti analýzy úloh súťaže iBobor, a tiež našej vlastnej publikačnej činnosti a výskumných aktivít zameraných na to, aby sme si vyjasnili, čo všetko sa týka každej súťažnej úlohy a čo všetko môže ovplyvniť jej skutočnú výslednú obťažnosť.



Obr. 1 Rozvinutá pojmová mapa rôznych charakteristík súťažných úloh

## 5.2 Vplyv rôznych faktorov na obt'aznosť programovacích úloh

Ak spojíme informácie z predošlej časti o rozdeľovaní súťažných úloh podľa náročnosti a o hodnote obt'aznosti  $Q$ , napr. s odporúčaním Chrásku (2007), môžeme povedať, že autori súťaže by radi pripravili do súťaže úlohy s obt'aznosťou  $Q$  približne medzi 20 a 80 (s prípadným ojedinelým posunom pod 20 a nad 80) a rozdelili ich do skupín ľahké (s  $Q$  približne medzi 20 a 40), stredne ťažké (s  $Q$  približne medzi 40 a 60) a ťažké (s  $Q$  približne medzi 60 a 80), v optimálnom prípade s citlivosťou úloh vo väčšine nad 0,25.

Domnievame sa, že analýza rozdielov v odhadovanej a skutočnej obt'aznosti úloh a hľadanie hlbších závislostí skutočnej obt'aznosti na rôznych charakteristikách úloh (v zmysle mapy na obrázku 1) nám pomôže nielen pri kvalifikovanejšom odhadovaní obt'aznosti úloh v budúcich ročníkoch súťaže, ale aj pri lepšom porozumení primeraných kognitívnych požiadaviek infromatických úloh – v našom prípade programovacích úloh, a tým aj pri ďalšom vývoji didaktiky elementárneho edukačného programovania.

## 5.3 Odborovo-informatická analýza programovacích úloh

Záverov viacerých odborníkov, i naše vlastné skúsenosti a výsledky, ktoré sme prezentovali v predchádzajúcej časti, nás presvedčili, že ak chceme splniť naše výskumné ciele, musíme programovacie úlohy kategórií Bobríci a Benjamíni podrobiť aj kvalitatívnej analýze z pohľadu odborovo-informatického<sup>11</sup>. Postupovali sme pri tom podľa metodiky (Creswell, 2008) na kvalitatívnu analýzu dát – v tomto prípade zadaní programovacích úloh.

Vstupnými dátami bolo pre nás 45 programovacích úloh z ročníkov 2010-2012 kategórie Bobríci a z ročníkov 2007-2012 kategórie Benjamíni. Úlohy z ročníka 2013 a české úlohy z ročníkov 2012 a 2013 sme potom použili na iteratívne vylepšenie a overenie výsledkov našej analýzy.

Prípravnú etapu analýzy – *transkripciu dát do textového tvaru* sme mohli vynechať, keďže našimi vstupnými dátami už boli priamo súbory so zadaniami úloh, ktoré obsahovali iba texty a obrázky. Podobne sa nám zjednodušila *predbežná prieskumná analýza*, ktorej cieľom je podľa Creswella získať celkový pohľad či „cit“ pre analyzované dáta (*general sense of the data*), pretože programovacie úlohy súťaže iBobor dôverne poznáme, pracujeme s nimi už niekoľko rokov a v niektorých prípadoch sme aj ich spoluautormi.

V nasledujúcej etape analýzy sme si pri opakovanom čítaní zadaní úloh k nim vytvárali sprievodnú tabuľku iniciálnych kódov.

Opakovaným kódovaním zadaní úloh (pri ktorom sme využili aj naše postupy a zistenia z kapitoly 3) a postupným sumarizovaním iniciálnych kódov sme postupne vytvárali zoznam kľúčových tém s hierarchiou dopĺňujúcich popisov a súvisiacich operácií (výkonov), ktoré musí pri riešení takýchto úloh žiak vykonávať. Aj tento zoznam sme budovali a upravovali iteratívne, počas opakovaného analyzovania všetkých programovacích úloh.

Iteratívnym konsolidovaním kľúčových tém sme sa napokon dopracovali k mape. Za centrálny a spájajúci infromatický pojem pre všetky programovacie úlohy skúmaných kategórií súťaže sme zvolili **proces** – aj keď sa v zaniach úloh nepoužíva. V každej z úloh identifikovali tento proces reprezentovaný (explicitne alebo implicitne) **programom**, **stavovým priestorom**, **generovaním** (generujúcim pravidlom) alebo **rozhodovaním** (rozhodovacím pravidlom). Zvyčajne ide o jeden proces, výnimočne o niekoľko procesov

<sup>11</sup> Prečo nie iba z pohľadu infromatického? V tomto prípade považujeme za dôležité skĺbiť pohľad infromatický a odborovo didaktický, čo nám umožní uvažovať aj o didaktické faktoroch ako vzdelávací štandard infromatiky či primeranosť kognitívnych požiadaviek vzhľadom na infromatické poznanie žiakov a pod.

(pre jedného alebo niekoľkých aktérov). Všetky programovacie úlohy sme teda rozdelili<sup>12</sup> do piatich skupín podľa týchto kľúčových tém.

Následne sme analyzovali, čo sú **kognitívne požiadavky** (čiže operácie či výkony) v každej úlohe a v každej skupine a získané témy sme potom opäť iteratívne konsolidovali – čiže redukovali (čo sa týka počtu) tým, že sme hľadali spoločné a odlišujúce črty úloh v jednotlivých skupinách. V tomto procese sme usúdili, že pri klasifikácii úloh z pohľadu požiadaviek sa nám flexibilnejšie uvažuje, ak rozlíšime **rozmer operácií** (približne v zmysle vzdelávacích výkonov) a **rozmer informatických prostriedkov** (približne v zmysle informatického obsahu<sup>13</sup>).

## Čo sú kognitívne operácie, čo sú elementárne kognitívne operácie

Aby sme lepšie rozumeli obťažnosti programovacích úloh pre mladších žiakov základnej školy, a tiež preto, aby sme lepšie rozumeli (primeraným) kognitívnym požiadavkám elementárneho edukačného programovania<sup>14</sup>, rozhodli sme sa analyzovať programovacie úlohy spomínaných kategórií štandardnými metódami analýzy kvalitatívnych dát, v tomto prípade zadaní úloh z pohľadu informatického a odborovo-didaktického. V tomto procese sa nám postupne podarilo identifikovať niekoľko „kľúčových tém“, ktoré celkom prirodzene dostali formu určitých operácií, ktoré majú žiaci pri riešení úlohy vykonať, a informatických prostriedkov, ktoré sa v zadaní využívajú. Aj keď tieto operácie nie sú celkom nepodobné **položkám výkonového štandardu** informatického vzdelávania, predsa len sa s nimi nezhodujú. Preto sme sa rozhodli nazývať ich **kognitívnymi operáciami (v elementárnom edukačnom programovaní)**. V našom výskume sme sa však v ďalšom kroku ponorili ešte hlbšie a začali sme pre niektoré jednotlivé úlohy detailnejšie skúmať im zodpovedajúce kognitívne operácie a vhodné kroky „náviku“ na ich vykonávanie – tzv. gradované sekvencie úloh (malých krokov) v elementárnom edukačnom programovaní (pozri nasledujúcu kapitolu 6 tejto dizertačnej práce). Operácie, ktoré sa nám podarilo takto identifikovať, sme začali pracovne nazývať **elementárne kognitívne operácie**. Je zrejmé, že tieto pojmy sú zatiaľ pracovné, vyžadujú si ešte mnoho ďalších výskumných projektov a prejdú ďalšou kryštalizáciou.

## 6 Návrh gradovaných sekvencií úloh v primárnom programovaní

Tretia výskumná otázka nášho projektu sa týkala prepojenia programovacích súťažných úloh s vyučovaním informatickej výchovy (informatiky) v primárnom vzdelávaní, a zároveň s detailnejším skúmaním kognitívnych operácií, ktoré sú potrebné pri riešení (niektorých z) úloh tohto typu.

*Ako začleniť programovacie úlohy zo súťaže iBobor do vyučovania programovania na prvom stupni základných škôl? Ako tieto úlohy využiť ako prostriedok na to, aby sme vedeli identifikovať elementárne kognitívne operácie v primárnom programovaní?*

Na rozdiel od výskumnej aktivity, ktorú sme prezentovali v predchádzajúcej kapitole, tentoraz neanalyzujeme celý výber programovacích úloh, ale sa detailne a hlboko zameriame na jedinú

<sup>12</sup> Uvedomujeme si, že o zaradení niektorých úloh sa dá polemizovať. Je to však prirodzené, pretože napr. generovanie môžeme chápať ako prechádzanie stavového priestoru, cestu v stavovom priestore môžeme reprezentovať programom a pod. Naša kategorizácia však vyplynula aj z charakteru textu zadania úlohy.

<sup>13</sup> Opäť však zdôrazňujeme, že túto klasifikáciu robíme najmä z pohľadu informatického – aj keď starostlivo zohľadňujeme aj pohľad odborovo-didaktický. To znamená, že ak v našej kategorizácii pracujeme s pojmami ako stavový priestor, **neznamená to, že pojem stavový priestor spadá (alebo by mal spadať) do obsahového štandardu informatickej výchovy pre primárne vzdelávanie.**

<sup>14</sup> čiže čo očakávame, že majú žiaci v týchto úlohách robiť – z pohľadu edukačného programovania

z nich, a to na variant úlohy *Bo10.10 Myš a syr*. Najprv informujeme o východiskách, cieľoch a metodike tejto aktivity, ďalej o našom predvýskume<sup>15</sup>, v ktorom sme overovali, nakoľko má konkrétna forma zadania zvolenej úlohy vplyv na úspešnosť jej riešenia žiakmi prvého stupňa ZŠ. Výsledky predvýskumnej aktivity nám pomohli kvalitnejšie sa pripraviť na vlastný výskum v školskom teréne, ktorý potom prezentujeme v nasledujúcich častiach. Konkrétne, v časti 6.3 predstavíme gradovanú sekvenciu úloh (podobných zvolenej úlohe *Myš a syr*) a charakterizujeme, aké požiadavky kladie každá úloha tejto sekvencie na žiaka z informatického hľadiska. V časti 6.4 potom popíšeme, ako sme túto gradovanú sekvenciu použili na zber zaujímavých dát v teréne a ako sme ich analyzovali. V ďalších častiach kapitoly 6 potom prezentujeme niektoré naše zistenia a pozorovania, ktoré sme získali touto analýzou. Výsledky tejto kapitoly predstavujú našu odpoveď na tretiu výskumnú otázku.

## 6.1 Východiská a ciele výskumu

Naším cieľom bolo v tomto prípade detailnejšie skúmať **kognitívne požiadavky na edukačné programovanie pre žiakov prvého stupňa ZŠ – pre jednu konkrétnu programovaciu úlohu súťaže iBobor**. Z toho dôvodu sme v prostredí Imagine Logo vyvinuli a naprogramovali (výskumný) mikrosvet s deviatimi úrovňami. Tieto úrovne zodpovedajú našej predstave o **krokoch gradovanej sekvencie základných kognitívnych operácií** vedúcich k znalostiam a zručnostiam žiakov potrebným na úspešné vyriešenie programovacích úloh konkrétneho typu.

## 6.2 Predvýskum na základnej škole

Predtým, ako sme navrhli sadu gradovaných úloh prostredia Včielka, sme vykonali malý predvýskum s podobnými úlohami na jednej základnej škole. Realizovali sme tu dve vyučovacie hodiny, na ktorých sme so žiakmi testovali rôzne varianty súťažnej úlohy *Bo10.10 Myš a syr*. Na základe výsledku tohto predvýskumu sme potom upravili zadanie, ktoré predstavuje cieľovú programovaciu úlohu sekvencie Včielka.

## Zhrnutie výsledkov

V našom výskumnom projekte sme sa zamerali na hlbšie porozumenie vhodnosti a primeranosti programovacích úloh súťaže iBobor (jej dvoch najnižších kategórií). Okrem toho sme chceli preskúmať – a navrhnúť riešenie – ako využívať úlohy, ktoré sú zamerané na rozvoj schopností riešiť problémy a na rozvoj algoritmického myslenia priamo na hodinách informatickej výchovy.

Na začiatku nášho výskumného projektu sme si vytýčili tri hlavné ciele. Na ich dosiahnutie sme si následne sformulovali tri výskumné otázky. V tejto kapitole ešte raz stručne zhrnieme výsledky nášho dizertačného výskumu: pripomenieme výskumné otázky spolu s našimi zisteniami, ku ktorým sme sa dopracovali prostredníctvom prezentovaného výskumu.

V našom projekte sme hľadali odpovede na 3 výskumné otázky:

1. *Čo sú charakteristické vlastnosti edukačných programovacích prostredí pre primárne vzdelávanie?*

Tejto otázke sme sa venovali v kapitole 3 *Programovacie prostredia pre prvý stupeň ZŠ*. V jej prvej časti sme charakterizovali desať bežne používaných programovacích prostredí v primárnom vzdelávaní. V druhej časti sme potom vysvetlili, ako sme postupovali pri ich analýze a identifikácii vlastností, ktoré sú pre ne charakteristické. Na základe týchto vlastností

---

<sup>15</sup> k tejto výskumnej aktivite



sme potom klasifikovali spomínaný súbor programovacích prostredí. Našu klasifikáciu sme zhrnuli v tabuľke 1.

Na základe vlastností, ktoré sme v rámci výskumu identifikovali, sme potom neskôr detailne klasifikovali aj ďalšie programovacie prostredie, ktoré sa používa v primárnom vzdelávaní, pozri (Gujberová, Mayerová, 2013).

2. *Aké sú kognitívne požiadavky na riešenie programovacích úloh v súťaži iBobor? Ako súvisí zadanie úlohy s jej náročnosťou?*

Odpoveď na túto výskumnú otázku sme hľadali v kapitole 5 *Analýza programovacích úloh súťaže iBobor*. Zamerali sme sa na analýzu programovacích úloh súťaže iBobor kategórií Bobríci a Benjamíni.

V prvej časti kapitoly sme sumarizovali niektoré známe výskumy v tejto oblasti a napokon prezentovali našu vlastnú pojmovú mapu, ktorá pomenúva rôzne možné charakteristiky súťažných úloh a rôzne druhy dát, ktoré máme o ich zadaní a riešení súťažiacimi k dispozícii. Tieto dáta považujeme za dôležitý a spoľahlivý zdroj informácií, pretože vďaka vysokým počtom súťažiacich sú v kontexte riešenia infromatických úloh štatisticky validné.

V ďalšej časti kapitoly sme potom predstavili niektoré zaujímavé výsledky analýzy vplyvu rôznych faktorov na obťažnosť programovacích úloh. V časti 5.3 sme sa sústredili výlučne na kognitívne požiadavky a odborovo-infromatickú analýzu týchto úloh a identifikovali sme ich rôzne skupiny, a tiež rôzne kognitívne operácie, ktoré si ich riešenie vyžaduje, a infromatické prostriedky, ktoré sa v týchto úlohách používajú – a môžu mať významný vplyv na celkovú obťažnosť podobných úloh. V záverečnej časti kapitoly sme napokon uvažovali o tom, ako môže naša odborovo-infromatická analýza pomôcť pri skúmaní obťažnosti týchto programovacích úloh. Uvedomujeme si, že v tomto smere sme urobili iba prvý krok, napriek tomu sa domnievame, že naše zistenia poslúžia aj didaktikom infromatiky, aj autorom súťaže iBobor, ale aj ako pomoc pri ďalšom výskume orientovanom na túto otázku.

3. *Ako začleniť programovacie úlohy zo súťaže iBobor do vyučovania programovania na prvom stupni základných škôl? Ako tieto úlohy využiť ako prostriedok na to, aby sme vedeli identifikovať elementárne kognitívne operácie v primárnom programovaní?*

V časti 6.2.1 sme opísali (s touto aktivitou súvisiaci) predvýskum, v rámci ktorého sme realizovali dve vyučovacie hodiny na jednej základnej škole. Na týchto vyučovacích hodinách sme so žiakmi testovali rôzne varianty súťažnej úlohy *Bo10.10 Myš a syr*. Podrobný priebeh vyučovacích hodín a ich analýzu sme podrobne opísali v (Gujberová, 2013a).

V ďalších častiach kapitoly 6 *Návrh gradovaných sekvencií úloh v primárnom programovaní* sme predstavili nami navrhnutú a realizovanú gradovanú sekvenciu úloh *Včielka*. Jednotlivé úrovne tejto sekvencie zodpovedajú našej predstave o **základných kognitívnych operáciách** vedúcich k znalostiam a zručnostiam žiakov potrebným na úspešné vyriešenie programovacích úloh typu *Včielka*. Domnievame sa tiež, že náš postup v kapitolách 5 a 6 prináša nové zaujímavé metódy, ako hĺbkovo skúmať programovacie úlohy, resp. ako vyvíjať gradované sekvencie, ktoré predstavujú určitý nácvik potrebných kognitívnych požiadaviek na riešenie úloh elementárneho edukačného programovania, a ako produktívne využívať takýto materiál na bežných hodinách infromatickej výchovy a infromatiky pri rozvoji algoritmického myslenia.

Na záver chceme konštatovať, že v našom dizertačnom výskumnom projekte sme integrovali metódy kvalitatívneho a kvantitatívneho výskumu, teda sme si vybrali **kombinovanú stratégiu**, presnejšie, jednu z moderných paradigiem edukačného výskumu, a to **výskum vývojom** (*design-based research*). Pri zbere a analýze dát sme použili **kvalitatívne metódy**

(obsahovú analýzu textu kvalitatívnymi metódami; návrh a realizáciu gradovanej sekvencie elementárnych úloh; pološtruktúrované rozhovory s otvorenými otázkami; participačné pozorovanie hodín informatickej výchovy a analýzu získaných terénnych zápisov; vytváranie a analýzu videozáznamov z vyučovacích hodín), a tiež aj **kvantitatívne** metódy (štatistickými metódami sme analyzovali údaje z databázy výsledkov minulých ročníkov súťaže iBobor; aplikovali sme obsahovú analýzu textu kvantitatívnymi metódami).

Pre výskumníka je dôležité, aby výsledky jeho výskumu boli korektné a prínosné pre akademickú verejnosť. Výsledky kombinovaných výskumov nie je možné hodnotiť výlučne kritériami určenými pre kvantitatívne výskumy. Pre náš výskum sme preto zvolili prístup podľa (Lincoln, Guba, 1985) a použili kritériá *dôveryhodnosť*, *prenositelnosť*, *hodnovernosť* a *potvrdivosť*.

Ako uvádza Creswell (2008), etické zásady treba dodržiavať v každej etape výskumu: či už pri zbere dát, počas ich analýzy, alebo pri publikovaní získaných výsledkov. Presne tak sme sa snažili postupovať aj v našom projekte. Počas výskumu sme pracovali s ľuďmi (pedagogičkami a žiakmi), mali sme tiež prístup k osobným údajom súťažiacich, preto bolo pri práci s nimi nevyhnutné dodržiavať etické zásady, pre náš výskum predovšetkým *zachovanie dôvernosti informácií o účastníkoch výskumu a korektné spracovanie dát výskumníkom* (podľa Gavora et al., 2010).

Domnievame sa, že naše zistenia rozširujú poznanie v oblasti kognitívnych požiadaviek a primeranosti úloh v elementárnom edukačnom programovaní, že prispievajú k ďalšiemu rozvoju modernej didaktiky informatickej výchovy (informatiky) v primárnom vzdelávaní, že pomôžu autorom programovacích úloh súťaže iBobor pre nasledujúce ročníky a že sprostredkovane pomôžu aj učiteľom v školách k tomu, aby efektívnejšie využívali zbierku úloh súťaže iBobor na svojich bežných vyučovacích hodinách.

## Použitá literatúra (zdroje použité v autoreferáte)

- BLAHO, A. et al., 2010. *Informatická výchova pre 2. ročník ZŠ*. Bratislava: AITEC. ISBN 978-80-89375-17-2.
- CRESWELL, J. W., 2008. *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. (3th ed.) Boston: Pearson Education. ISBN 978-0-13-261394-1.
- FUTSCHEK, G. – DAGIENĚ, V., 2009. A Contest on Informatics and Computer Fluency Attracts School Students to Learn Basic Technology Concepts. In: *Proceedings 9th WCCE 2009*. Brazil: Porto Alegre. ISBN 978-3-901882-35-7.
- GAVORA, P. 2001. *Úvod do pedagogického výskumu*. 3. preprac. vyd. Bratislava: Univerzita Komenského. ISBN 80-223-1628-8.
- GAVORA, P. et al., 2010. *Elektronická učebnica pedagogického výskumu*. [online]. [viewed 12.02.2014]. Available from: <http://www.e-metodologia.fedu.uniba.sk/>
- GUJBEROVÁ, M., 2012a. *Rozvoj algoritmického myslenia prostredníctvom súťaže iBobor na 1. stupni ZŠ*. [písomná práca k dizertačnej skúške]. Bratislava: Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave.
- GUJBEROVÁ, M., 2012b. Úlohy súťaže iBobor pre najmladších žiakov. In: *Didinfo 2012*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 75-82. ISBN 978-80-557-0342-8.
- GUJBEROVÁ, M., 2013a. iBobor v informatickej výchove. In: *Journal of Technology and Information Education*, 5(1), 81-88. ISSN 1803-537X.
- GUJBEROVÁ, M., 2013b. Názory učiteľov na kategóriu bobríci súťaže iBobor. In: *Didinfo 2013*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 82-87. ISBN 978-80-557-0527-9.

- GUJBEROVÁ, M. – KALAŠ, I., 2013. Designing Productive Gradations of Tasks in Primary Programming Education, In: *The 8th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*. <http://dx.doi.org/10.1145/2532748.2532750>.
- GUJBEROVÁ, M. – TOMCSÁNYI, P., 2013. Environments for programming in primary education. In: *Informatics in Schools: Local Proceedings of the 6th International Conference ISSEP 2013 – Selected Papers*. Oldenburg: Universitätsverlag Potsdam, 53-62. ISBN 978-3-86956-222-3.
- GUJBEROVÁ, M., 2014. Výber úloh do informatickej súťaže iBobor. [článok bol prijatý do časopisu] *Journal of Technology and Information Education*.
- CHRÁSKA, M., 2007. *Metody pedagogického výzkumu. Základy kvalitativního výzkumu*. Praha: Grada Publishing, a.s. ISBN 978-80-247-1369-4.
- KABÁTOVÁ, M. – KALAŠ, I. – TOMCSÁNYIOVÁ, M., 2014. *Concept of Elementary Programming in Primary Education*. Rukopis článku pre časopis Informatics in Education, Vilnius University, Vilnius. Rukopis.
- KALAŠ, I., 2009. Pedagogický výskum v informatike a informatizácii (2. časť). In: *DidInfo 2009*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 15-24. ISBN 978-80-8083-720-4.
- KELLEHER, C. – PAUSCH, R., 2005. Lowering the barriers to programming: A taxonomy of programming environments and languages for novice programmers. In: *ACM Computing Surveys*, **37**(2), 88-137. DOI 10.1145/1089733.1089734.
- LINCOLN, Y.S. – GUBA, E., 1985. *Naturalistic Inquiry*. London: Sage Publications. ISBN 0-8039-2431-3.
- MORGADO, L. – CRUZ, M. – KAHN, K., 2006. Radia Perlman – A Pioneer of Young Children Computer Programming. In: *Current Developments in Technology-Assisted Education*. Spain: Formatex, 1903-1908. ISBN 84-690-2469-8.
- PERLMAN, R., 1976. Using computer technology to provide a creative environment for preschool children. In: *MIT AI Lab Memo 360: Logo Memo No. 24*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- PRATT, D., 1998. *The Construction of Meanings in and for a Stochastic Domain of Abstraction*. [dizertačná práca]. London: University of London, Institute of Education.
- STRAUSS, A. – CORBIN, J., 1999. *Základy kvalitativního výzkumu. Postupy a techniky metody zakotvené teorie*. Boskovice: Nakladatelství Albert. ISBN 80-85834-60-X.
- TOMCSÁNYIOVÁ, M., 2009. *Interaktívne úlohy v súťaži Informatický bobor*. In: *DidInfo 2009*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela. ISBN 978-80-8083-720-4.

### **Vlastná publikačná činnosť súvisiaca s prácou**

- GUJBEROVÁ, M., 2011. Informatická výchova (SK) vs. Informatika (RU). In: *ŠVK 2011*. Bratislava: Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK, 376. ISBN 978-80-89186-87-7.
- GUJBEROVÁ, M., 2012a. *Rozvoj algoritmickeho myslenia prostredníctvom súťaže iBobor na I. stupni ZŠ*. [písomná práca k dizertačnej skúške]. Bratislava: Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave.
- GUJBEROVÁ, M., 2012b. *Úlohy súťaže iBobor pre najmladších žiakov*. In: *DidInfo 2012*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 75-82. ISBN 978-80-557-0342-8.

- GUJBEROVÁ, M., 2012c. Realizácia aktivít na záujmovom krúžku informatiky. In: *ŠVK 2012*. Bratislava: Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK, 366. ISBN 978-80-8147-001-0.
- GUJBEROVÁ, M., 2013a. iBobor v informatickej výchove. In: *Journal of Technology and Information Education*, **5**(1), 81-88. ISSN 1803-537X.
- GUJBEROVÁ, M., 2013b. Názory učiteľov na kategóriu bobríci súťaže iBobor. In: *Didinfo 2013*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 82-87. ISBN 978-80-557-0527-9.
- GUJBEROVÁ, M. – TOMCSÁNYI, P., 2013. Environments for programming in primary education. In: *Informatics in Schools: Local Proceedings of the 6th International Conference ISSEP 2013 – Selected Papers*. Oldenburg: Universitätsverlag Potsdam, 53-62. ISBN 978-3-86956-222-3.
- GUJBEROVÁ, M. – KALÁŠ, I., 2013. Designing Productive Gradations of Tasks in Primary Programming Education. In: *The 8th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*. <http://dx.doi.org/10.1145/2532748.2532750>.
- MAYEROVÁ, K. – GUJBEROVÁ, M., 2013. Analýza detského programovacieho jazyka pre stavebnicu LEGO WeDo In: *ŠVK 2013*. Bratislava: Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK, 432-427. ISBN 978-80-8147-009-7.
- GUJBEROVÁ, M., 2014. Výber úloh do informatickej súťaže iBobor. [článok bol prijatý do časopisu] *Journal of Technology and Information Education*.
- WINCZER, M. – GUJBEROVÁ, M., 2014. Informatické koncepty v úlohách súťaže iBobor v kategórii seniori. In: *Didinfo 2014*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 200-207. ISBN 978-80-557-0698-6.

## Ohlasy

Ohlas na článok: Úlohy súťaže iBobor pre najmladších žiakov

Bezáková, D. – Hrušecká, A. – Hrušecký, R., (2013): In: Using Bobrovo environment by teachers and their students. Information and Communication Technology in Education 2013. Ostrava: University of Ostrava, 47-56.

## Summary

Our thesis is devoted to research on the cognitive requirements of elementary educational programming at the primary level (ISCED 1). As our research area, we decided to focus on the programming tasks of the iBobor (Informatics Beaver, or Bebras) contest for the youngest students. Our goal was to better understand, what the expected and real cognitive requirements of those tasks are and which cognitive operations – from the computational thinking perspective – students conduct when solving them. By applying qualitative and quantitative methods of the educational research we analyzed dozens of programming tasks of the previous years of the contest. Based on the outcomes of that analysis we have formulated a collection of assumptions about cognitive operations of elementary educational programming and analyzed how they correspond to the real level of difficulty of the tasks. We employed those assumptions to design and create a gradation of small activities, which support the development of required understanding and skills in the area of educational programming and computational thinking. We believe that the findings and conclusions of our research may contribute to further development of the modern pedagogy of Informatics education at the primary level.