

1 Základné informácie

<i>Autor(i)</i>	<i>Recenzent(i)</i>	<i>Verzia</i>
Lubomír Šnajder	Stanislav Krajčí, Ján Guniš, Ľubomír Antoni, Oto Pejko, Jana Hvizdošová, Peter Čech, Stanislav Krajčovič, Martina Nesládeková	2015_10_06
<i>Téma</i>		<i>Cieľová skupina</i>
Vytvárame humorné kódy (Jednoznačnosť kódovania a dekódovania)		1. ročník gymnázia
<i>Vstupné vedomosti a spôsobilosti</i>		<i>Trvanie</i>
<ul style="list-style-type: none"> Kódovať slová konkaténáciou kódov jednotlivých znakov. 		90 minút
<i>Kognitívne ciele</i>		<i>Afektívne ciele</i>
<ul style="list-style-type: none"> Vytvárať binárne kódy znakov pre zadané dvojice (trojice) slov, aby sa dosiahla rovnosť kódovania zadaných slov. Zdôvodniť neexistenciu riešenia pre jednoduché prípady kódovania dvojíc slov. Zdôvodniť potrebu zabezpečenia jednoznačnosti kódovania a dekódovania znakov a slov. Aplikovať rôzne stratégie riešenia problémov (napr. hľadaj vzor, vyskúšaj a vylepši, vylučuj možnosti) pri tvorbe binárnych kódov znakov. 		<ul style="list-style-type: none"> Uvedomiť si veľký význam kódovania v bežnom živote. Rozvíjať slovnú kreativitu a divergentné myslenie.
<i>Spôsobilosti vedeckej práce</i>		<i>Didaktický problém</i>
<ul style="list-style-type: none"> Experimentovať s rôznymi kódmi znakov. Vytvárať a overovať hypotézy (o existencii binárneho kódovania znakov pre každú dvojicu rôznych slov s rovnakým kódovaním). Vytvárať závery o jednoznačnosti kódovania a dekódovania znakov a slov. Argumentovať prípadnú neriešiteľnosť vytvorenia binárneho kódovania znakov pre vybrané dvojice slov. 		<ul style="list-style-type: none"> Vo výučbe kódovania sa žiakom predkladajú hotové kódovacie systémy (napr. ASCII), v ktorých precvičujú kódovanie rôznych slov, jednoznačnosť kódovania a dekódovania sa považuje za samozrejmosť. Prostredníctvom humorného kódovania majú žiaci možnosť heuristicky navrhovať vlastné kódovacie systémy, uvedomiť si riešiteľnosť problému nájdenia vhodného kódovania a potrebu jednoznačnosti kódovania a dekódovania znakov. Táto sa dá zabezpečiť rôznymi spôsobmi – rovnakou dĺžkou kódov znakov (ASCII), špeciálnym symbolom na oddelenie kódov znakov (Morseova abeceda), prefixovými bitmi na rozlíšenie typu (dĺžky) kódu znaku (UTF-8).
<i>Didaktické prostriedky</i>		<i>Didaktické metódy a organizačné formy</i>
<ul style="list-style-type: none"> Pracovný list (tlačený alebo vo forme interaktívneho excelovského zošita) 		<ul style="list-style-type: none"> Experimentovanie, heuristický rozhovor Individuálna a skupinová forma práce

2 Príprava na výučbu

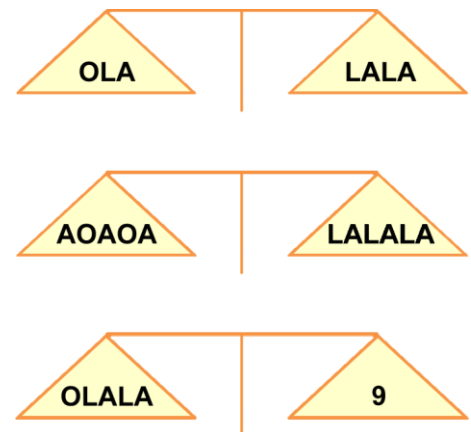
Pracovné listy

Učiteľ pripraví pre každého žiaka pracovný list v tlačenej forme (uvedený v prílohe metodiky) alebo vo forme interaktívneho excelovského zošita so zabezpečenými hárkami. Interaktívny excelovský zošit, okrem 16 úloh uvedených aj v tlačenej forme, obsahuje 8 ďalších precvičovacích úloh. Interaktívny pracovný list poskytuje žiakovi spätnú väzbu a podporu pri riešení úloh a učiteľovi uľahčuje vyhodnotiť riešenia žiakov.

Zistenie a precvičenie predchádzajúcich vedomostí

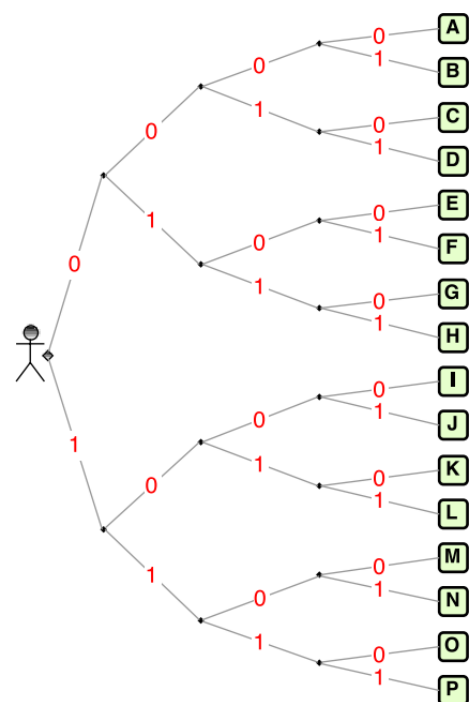
Na predchádzajúcej vyučovacej hodine môže učiteľ zistiť a precvičiť potrebné vstupné vedomosti a spôsobilosti žiakov prostredníctvom úloh, napr.:

- Na rovnoramenných váhach sme vážili slová pozostávajúce zo znakov {A, L, O}. Výsledky troch vážení sú zachytené na obrázku. Samostatne zistíte hmotnosť znakov {A, L, O} a potom si v dvojiciach navzájom ukážete a prediskutujete svoje postupy riešenia.



(Komentár: Úloha je zameraná na rozvoj rôznych stratégií riešenia problémov, metakogníciu, precvičenie unárneho kódovania.)

- Panáčik stojí na začiatku bludiska s rozvetvenými chodbami. Jeho úlohou je dostať sa od začiatku k miestam označeným samohláskami, kde sú schované poklady.
 - Napíšte pre panáčika cestu od začiatku bludiska ku každej samohláske.
 - Napíšte pre panáčika cestu od začiatku bludiska cez jednotlivé samohlásky až naspäť na začiatok bludiska.
 - Je táto cesta jednoznačne zapísaná?



(Komentár: Úloha je zameraná na precvičenie binárneho kódovania cesty konkatenciou znakov 0 a 1, uvedenie si potreby jednoznačného zápisu cesty k jednotlivým písmenám, použitie binárneho stromu pri riešení úloh.)

3 Pribeh výučby

Pri tvorbe metodiky sme vychádzali z teórie učebného cyklu 5E (Zapoj sa, skúmaj, vysvetli, rozšír/rozpracuj, vyhodnoť, angl. Engage, Explore, Explain, Extend/Elaborate, Evaluate).

Osnova výučby

1. Motivačná ukážka (Engage).
2. Samostatná práca žiakov (Explore).
3. Diskusia k riešeniu úloh a tvorba záverov (Explain).
4. Precvičovanie a zovšeobecňovanie učiva (Extend).
5. Celkové zhrnutie a vyhodnotenie prebraného učiva (Evaluate).

1 Motivačná ukážka

Na začiatku vyučovacej hodiny učiteľ ukáže využitie kódovania znakov na dvoch humorných príkladoch. Jedným je ukázanie rovnosti kódovania dvojice slov JA a TY (ako informatické vyznanie lásky, či vyjadrenie dôvery partnerovi) a druhým je ukázanie rovnosti kódovania trojice slov DULA, KAKI a LIČI (ako prejav rovnakého záujmu o tri uvedené druhy ovocia).

Predstaví žiakom kódy znakov $\{A, J, T, Y\}$ pomocou binárnych číslíc $A = 0$, $K = 11$, $T = 1$, $Y = 10$ a ukáže vytvorenie binárneho kódu slov JA a TY (110) konkatenáciou kódov jednotlivých znakov.

V druhom príklade učiteľ uvedie binárne kódy znakov $A = 01$, $\check{C} = 0011110$, $D = 111$, $I = 1$, $K = 1110$, $L = 11$, $U = 0011$ a nechá žiakov vytvoriť kódy slov DULA, KAKI a LIČI a overiť rovnosť binárnych kódov týchto slov.

Po týchto ukážkach by mali žiaci pochopiť spôsob vytvárania kódov slov konkatenáciou kódov jednotlivých znakov, uvedomiť si potrebu navzájom rôznych kódov jednotlivých znakov a tiež by mali byť motivovaní pre vytváranie binárnych kódov znakov pre iné dvojice (trojice) slov.

2 Samostatná práca žiakov

V ďalšej časti žiaci samostatne riešia úlohy z pracovného listu. Odporúčame použiť interaktívny excelovský zošit *humorne_kodovanie_PL_2015_05_16.xls*. V úlohe 1 majú žiaci vytvoriť binárne kódovanie znakov pre ukázanie rovnosti kódov slov $U\check{C} = TU$. Riešenie tejto jednoduchej úlohy môžu žiaci dosiahnuť aj metódou pokus – omyl.

Pri riešení úlohy 2 (rovnosť kódov slov $MAMA = OCKO$) sa od žiakov očakáva systematickejší prístup s využitím rôznych stratégií riešenia problémov. V tejto úlohe sú žiaci vyzvaní uviesť viacero riešení, čo napomáha k rozvoju ich divergentného myslenia.

Po vyriešení prvých dvoch úloh je vhodné nechať žiakov vyriešiť úlohu 3, v ktorej majú urobiť predpoveď, či sa dá pre každú dvojicu slov nájsť vhodné binárne kódovanie, v ktorom by sa binárne kódy týchto slov rovnali.

Úlohy 4 a 5 (rovnosť kódov slov $UL = L$ a $ANNA = MAMA$) nemajú riešenie. Žiaci majú prísť na to, že tieto úlohy nevedia vyriešiť, v lepšom prípade by mali uviesť, že vôbec neexistuje riešenie týchto úloh, a tiež to zdôvodniť patričnými argumentmi.

Úlohy 6 – 9 je vhodné nechať žiakov riešiť kolaboratívne v dvojiciach. V úlohe 6 majú žiaci prísť na viaceré rôzne riešenia pri dekódovaní binárneho reťazca 11100111101 a v nepovinnnej úlohe 7 majú vytvoriť binárne kódovanie znakov pre rovnosť slov, ktoré si sami vybrali. V úlohe 8 majú žiaci uviesť význam viacznačného kódovania znakov v praxi a v úlohe 9 navrhnúť spôsob binárneho kódovania znakov, ktoré by bolo jednoznačné pri dekódovaní binárneho reťazca.

3 Diskusia k riešeniu úloh a tvorba záverov

Po vyriešení úloh 1 až 9 prediskutujeme ich riešenia spoločne s celou triedou. V úlohách 1 a 2 upriamime pozornosť na počet riešení týchto úloh a tiež na rôzne dĺžky binárnych kódov slov v žiackych riešeniach (propedeutika ku komprimácii údajov). Vybraných žiakov necháme prezentovať a komentovať svoje riešenia úlohy 2, pri ktorej zdôrazníme použitie rôznych stratégií riešenia problémov podporené logickým usudzovaním. Ukážku priebehu autorského riešenia úlohy 2 spolu so sprievodným slovným komentárom uvádzame v záznamovom videu v prílohe metodiky (súbor *humorne_kodovanie_MAMA_OCKO.mp4*). V úlohe 2 sa môžu vyskytnúť žiacke riešenia s uvedením len jednej z čísiel $\{0, 1\}$ (unárne kódovanie), ktoré by sme nemali zamietnuť, ale skôr využiť na okomentovanie ich algebrického riešenia, podobne ako pri prvej úlohe uvedenej v časti Príprava na výučbu.

Vyhodnotíme predpoklady žiakov o riešiteľnosti vytvorenia binárneho kódovania pre rovnosť kódov ľubovoľnej dvojice slov (uvedené v riešení úlohy 3) a porovnáme ich so závermi uvedenými v riešeniach úloh 4 a 5. Tieto úlohy sú výbornými indikátormi úrovne argumentačných schopností žiakov. V úlohe 4 sa dá neriešiteľnosť úlohy zdôvodniť tým, že dĺžka kódu slova je väčšia ako dĺžka kódu jeho podslova. V úlohe 5 sa dá ľahko vyvodiť, že znaky M a N musia mať rovnakú dĺžku kódov. Podľa pozície týchto znakov v oboch slovách sa dá ďalej vyvodiť, že majú aj rovnaké binárne kódy, čo je v rozpore s predpokladom, že všetky znaky majú navzájom rôzne binárne kódy. Tieto zdôvodnenia môže uviesť učiteľ sám alebo sa k nim dopracovať spoločne so žiakmi prostredníctvom usmerňujúcich otázok, napr. v úlohe 5: „Akú dĺžku binárnych kódov majú znaky M a N?“, „Aké budú binárne kódy posledných dvoch znakov slov ANNA a MAMA?“, „Aký záver možno urobiť na základe rovnosti binárnych kódov slov MA a NA?“. Diskusiu k riešiteľnosti by sme mohli rozšíriť otázkou „Podľa čoho by ste odhalili kódovaciu úlohu, ktorá nemá riešenie?“.

V úlohe 6 dvojice žiakov uvedú počty riešení úlohy, na ktoré prišli. Na základe učiteľovej usmerňujúcej otázky „Ako z jedného riešenia úlohy vytvoríme ďalšie riešenie?“ by mohli žiaci dospieť k odpovedi, napr. „Nájdením dvojíc podslov s rovnakým kódovaním, napr. $D = IL$, $D = LI$, $L = II$, $DA = KI$, $ČI = ULA$, $DČ = KAK$ “. Logicky na túto úlohu nadväzuje úloha 8 zameraná na uvedenie významu viacznačného kódovania v praxi. Okrem prípadu tvorby humorných kódov slov a prípadu zabezpečenia rôznych skupín kľúčov pre otvorenie rovnakého zámku, smerujeme diskusiu k potrebe mať skôr jednoznačne ako viacznačne dekódovateľné binárne kódy.

Úloha 9 je východiskom pre ďalšie úlohy zamerané na rôzne spôsoby zabezpečenia jednoznačnosti kódovania a dekódovania. V nej žiaci uvedú svoje návrhy binárnych kódovaní znakov tak, aby bolo zabezpečené jednoznačné dekódovanie prijatých binárnych reťazcov.

Úlohu 7 považujeme za nepovinnú. Pre tvorivých žiakov môže byť veľkou výzvou a náročnou zábavou vytvárať binárne kódy pre rovnosť kódov vlastných dvojíc (trojíc) slov s určitým tematickým zameraním, napr. krstné mená, informatické pojmy.

4 Precvičovanie a zovšeobecňovanie učiva

V nasledujúcej časti hodiny precvičíme, rozšírime a zovšeobecníme prebrané učivo. Na precvičenie učiva odporúčame vybrať niektoré z úloh C1 – C8 uvedené v interaktívnom excelovskom zošite v hárkoch Cviko1 – Cviko3 (s rovnosťami slov $ANKA = KIKA$, $ANINA = MAMA$, $BABA = COOL$, $BABA = DEDO$, $BABA = DODO$, $UČENIE = RADOSŤ$, $TEACHER = PUPILS$, $RUKA = KRK = HLAVA$). Na rozšírenie a zovšeobecnenie učiva použijeme úlohy 10 – 14. V úlohách 10, resp. 12 majú žiaci za pomoci tabuliek dekódovať binárny reťazec zakódovaný v kódovaní ASCII, resp. UTF-8. Pred riešením úlohy 10 môžeme žiakom ukázať, že znaky môžeme zadávať aj pomocou Alt-sekvencií (napr. znak „A“ ako Alt-65). Úloha 11 je zameraná na dekódovanie znakov zakódovaných pomocou Morseovej abecedy oddelených od seba medzerami. Okrem precvičenia si dekódovania znakov, sa žiaci v úlohách 10 – 12 oboznámia s viacerými známymi spôsobmi kódovania znakov a vyjadria sa k počtu riešení pri dekódovaní znakov pomocou uvedených troch kódovaní.

V úlohe 13 majú žiaci uviesť spoločné a odlišné črty kódovaní ASCII, Morseovej abecedy a UTF-8 (jednoznačnosť kódovania znakov a dekódovania slov, rôzne spôsoby kódovania: s rovnakou dĺžkou kódov znakov, s rôznou dĺžkou kódov znakov so špeciálnym oddeľovacím znakom alebo s rôznym prefixom pre 8-bitové a 16-bitové kódy znakov).

V úlohe 14 sú formou stromov zadané štyri rôzne kódovania znakov, pre ktoré majú žiaci riešiť čiastkové úlohy: kódovať slová a dekódovať binárne reťazce do znakov, určiť, ktoré z kódovaní majú jednoznačné kódy znakov a v ktorých kódovaniach sa dajú jednoznačne dekódovať slová, sformulovať závery o jednoznačnosti kódovania a dekódovania.

5 Celkové zhrnutie a vyhodnotenie prebraného učiva

Na záver vyučovacej jednotky sa žiaci vyjadria k tomu, čo nové sa naučili pri riešení všetkých uvedených úloh (úloha 15 v pracovnom liste) a do akej miery boli tieto úlohy pre nich zaujímavé a náročné (úloha 16 v pracovnom liste). Učiteľ formou diskusie zrekapituluje prebrané učivo:

- Pri kódovaní slov môžeme použiť niektoré zo známych kódovaní (napr. ASCII, UTF-8), ale tiež navrhnúť vlastné (binárne) kódovanie znakov.
- Kódovanie znakov má význam, keď je jednoznačné, t. j. rôznym znakom priradíme rôznu postupnosť symbolov z množiny $\{0, 1\}$.
- Pri tvorbe vlastných binárnych kódov znakov, ktorými chceme dosiahnuť rovnaké kódovanie vybraných slov, si podobne ako pri rôznych logických hrách precvičujeme logické myslenie, rôzne stratégie riešenia problémov a tiež zručnosti pri kódovaní znakov.
- Pre niektoré dvojice (trojice) slov neexistuje žiadne také binárne kódovanie znakov, aby sa dosiahlo rovnaké kódovanie týchto slov, pre iné dvojice (trojice) slov existujú viaceré riešenia.
- V niektorých úlohách zameraných na kódovanie znakov s rovnakým kódovaním vybraných slov vieme ľahko dokázať, že neexistuje riešenie (napr. pri kódovaní slova a jeho podslova).
- Vytváranie binárnych kódovaní znakov pre rovnosť dvoch či viacerých rôznych slov môže mať praktický význam len v niektorých prípadoch – ako intelektuálna zábava (rozvíjajúca logické myslenie, stratégie riešenia problémov a kreativitu) pri vytváraní humorných rovností vybraných slov a tiež pre tvorbu binárnych kódov znakov pre dve slová s rovnakým kódom, napr. pre riešenie problému poskytnúť dvom ľuďom prístup od jedných dverí, pričom každý z nich použije iné prístupové slová pre otvorenie dverí.
- Pre prax má význam také kódovanie znakov, pri ktorom je jednoznačné nielen kódovanie znakov, ale aj dekódovanie postupnosti jednotiek a núl. Jednoznačnosť dekódovania sa dá dosiahnuť rôznymi spôsobmi: rovnakou dĺžkou kódov znakov (napr. pri ASCII kódovaní) a pre rôzne dĺžky kódov znakov špeciálnym oddeľovacím znakom (napr. pri Morseovej abecede) alebo rôznym prefixom pre rôzne typy znakov (napr. pri UTF-8 kódovaní).
- Pri zápise kódov znakov formou binárnych stromov sa jednoznačnosť dekódovania slov zabezpečí tak, že kód žiadneho znaku nie je prefixom (predponou) kódu iného znaku, t. j. na ceste od koreňa ku každému znaku sa nevyskytuje iný znak. Pri dekódovaní slov zložených z binárnych znakov môže vo všeobecnosti nastať situácia, keď nevieme prečítanému binárnemu znaku priradiť žiaden znak (napr. ak na konci čítania binárnych znakov sa nedostaneme k žiadnemu listu kódovacieho stromu).

Vedomosti žiakov môže učiteľ preveriť pomocou konceptuálneho testu (s viacerými možnými správnymi odpoveďami) obsahujúceho, napr. nasledovné úlohy (tučným písmom sú označené správne odpovede):

- Dá sa pre každú dvojicu slov vytvoriť také binárne kódovanie znakov, aby mali obe slová rovnaký kód?
 - a. Áno, vhodnou kombináciou núl a jednotiek sa dá vždy zostaviť taký kód.
 - b. Nie, také kódovanie sa dá vytvoriť len pre slová s rovnakým počtom znakov.
 - c. Nie, pre niektoré slová sa nedá vytvoriť také kódovanie.**
 - d. Nie, pre žiadne slová sa to nedá vytvoriť také kódovanie.
- Ktoré z tvrdení možno vyvodiť z rovnosti binárnych kódov slov $ROSS = NORO$?
 - a. Obe slová majú rovnaký druhý znak O , z čoho vyplýva, že ich počiatočné znaky R a N musia mať rovnaké binárne kódy.
 - b. Kódy znakov R a N začínajú na rovnaký binárny znak.**
 - c. Kódy znakov R a N končia na rovnaký binárny znak.
 - d. Súčet dĺžok kódov znakov N, O je dvakrát väčší ako dĺžka kódu znaku S .**
- Ktoré z tvrdení možno vyvodiť z rovnosti binárnych kódov slov $LOLO = OTTO$?
 - a. Znaky L a T majú rovnakú dĺžku binárneho kódu.**
 - b. Znaky L a T majú rovnaké binárne kódy.**
 - c. Binárny kód slova $OTTO$ je symetrický, t. j. číta sa rovnako spredu aj zozadu.
 - d. Dĺžka kódu slova $LOLO$ je párne číslo.**
- V kódovaní ASCII:
 - a. Každý znak má kód rovnakej dĺžky.**
 - b. Za sebou idúce znaky anglickej abecedy majú binárne kódy za sebou idúce binárne čísla.**
 - c. Rovnaké kódy majú veľké aj malé znaky anglickej abecedy.
 - d. Dekódovanie slov nie je jednoznačné, napríklad pri symetrických slovách, ktoré sa čítajú rovnako spredu aj zozadu.
- V kódovaní Morseovej abecedy:
 - a. Každý znak má kód rovnakej dĺžky.
 - b. Za sebou idúce znaky anglickej abecedy majú binárne kódy za sebou idúce binárne čísla.
 - c. Na zakódovanie skupín slov je okrem bodky a čiarky potrebný ďalší symbol.**

- d. Dekódovanie slov nie je jednoznačné, lebo kódy niektorých znakov sú podmnožinou kódov iných znakov.
- V kódovaní UTF-8:
 - a. Každý znak má kód rovnakej dĺžky.
 - b. Za sebou idúce znaky slovenskej abecedy majú binárne kódy za sebou idúce binárne čísla.
 - c. Niektoré znaky slovenskej abecedy majú dĺžku kódu 8 bitov, iné dĺžku 16 bitov.**
 - d. Dekódovanie slov nie je jednoznačné, lebo jednotlivé znaky majú rôznu dĺžku kódov.
 - Na zabezpečenie jednoznačného dekódovania slov stačí ak:
 - a. Rôznym znakom sú priradené rôzne bitové kódy.
 - b. Kódy všetkých znakov sú jednoznačné a majú rovnakú veľkosť.**
 - c. Kódy všetkých znakov sú jednoznačné a kód žiadneho znaku nie je prefixom (predponou) kódu iného znaku.**
 - d. Kódy všetkých znakov sú jednoznačné a medzi znakmi je použitý ďalší symbol – oddeľovač znakov.**

4 Pozorovania a zistenia z výučby

Pozorovania a zistenia z výučby autora metodiky

Od roku 2013 sme vo viacerých cieľových skupinách overovali vybrané úlohy z predloženej metodiky. Vo finálovom kole programátorskej súťaže PALMA junior 2013 v tímovej súťaži typu Náboj žiaci bez problémov vyriešili úlohu 2 (MAMA = OCKO). Na základe skúseností s riešením úloh 2 (MAMA = OCKO) a C7 (TEACHER = PUPILS) skupinou budúcich učiteľov informatiky sme do pracovného listu doplnili názornú ukážku kódovania znakov s rovnosťou kódov slov (JA = TY) a tiež jednoduchú úlohu 1 (UČ = TU).

Okrem tlačenej verzie pracovného listu sme vytvorili jeho interaktívnu elektronickú verziu v tabuľkovom kalkulátore. Tá bola pre žiakov a študentov zaujímavejšia a vďaka okamžitej spätnej väzbe im umožňovala sa viac sústrediť na problém samotný než na opakované neprehľadné prepisovanie a škrtnutie na papieri. So skupinou študentov učiteľstva informatiky sme vyskúšali rôzne formy riešenia úlohy 2 (na tlačenej, resp. elektronickej pracovnej liste) a rôzne formy záznamu jej riešenia (bez použitia videozáznamu, resp. s ním – s reálnym zobrazením študenta alebo len so záznamom jeho aktivít na obrazovke počítača) a prediskutovali ich využitie v akčných výskumoch v pedagogickej praxi.

V elektronickej verzii pracovného listu sme doplnili úlohy 3 a 5 týkajúce sa problému riešiteľnosti nájdenia binárneho kódovania znakov na dosiahnutie rovnosti kódov zadaných slov a tiež precvičujúce kódovacie úlohy C1 – C8. Zo skupiny 9 žiakov vo veku 13 – 14 rokov v rámci denného IT tábora 2014 úlohu 1 úspešne vyriešilo 8 žiakov a úlohu 2 vyriešilo 7 žiakov. Dokonca 3 žiaci uviedli po 4 riešenia úlohy 2. Úlohu 3 nevyriešil správne nikto, v úlohe 5 len 1 žiak naznačil nemožnosť vyriešenia úlohy. Nízka úspešnosť riešenia úloh 3 a 5 v tejto vekovej skupine žiakov sa dá vysvetliť náročnosťou týchto úloh, ktoré si vyžadujú vyššiu mieru abstrakcie a argumentačných schopností. Vzhľadom na vymedzený čas 3 žiaci úspešne stihli vyriešiť aj úlohu C1. Jeden žiak v úlohách 2 a C1 použil namiesto binárneho unárneho kódovania, ktoré sa objavilo aj v riešeníach iných úloh v skupinách budúcich učiteľov informatiky a učiteľov informatiky z praxe.

Študenti rozširujúceho štúdia informatiky (2014) aj budúci učelia informatiky (2014, 2015) až na jednu osobu úspešne vyriešili úlohy 1 a 2. V riešení úlohy 3 väčšina budúcich učiteľov informatiky (2014, 2015) neuviedla správne predpoklady riešiteľnosti problému kódovania znakov s rovnosťou kódov pre zadané slová. Argumentáciu neexistencie riešenia úloh 4 a 5 vo forme matematického dôkazu uviedol len jeden študent s aprobáciou matematika – informatika. Úlohu 6 zameranú na nájdenie viacerých riešení pri dekódovaní zadaného binárneho reťazca vyriešili úspešne všetci študenti.

V ostatných úpravách pracovného listu sme doplnili úlohy 9 – 14 zamerané na návrh vytvorenia jednoznačného kódovania a dekódovania, precvičenie dekódovania slov v kódovaniach ASCII, Morseovej abecede a UTF-8. Úlohy 9 – 13 sme vyskúšali v skupine budúcich učiteľov informatiky (2014, 2015). V riešení úlohy 9 len jeden študent uviedol spôsob, ako zabezpečiť jednoznačnosť dekódovania („každému znaku priradiť rovnako dlhé rôzne binárne reťazce“). Úlohy 10 – 12 boli pre študentov pomerne jednoduché, len mali problém udržať prehľad o aktuálnej pozícii pri dekódovaní binárnych reťazcov. Pre lepšie dekódovanie binárnych reťazcov sme doplnili do úloh 10, 12 a 6 pomôcku – editovateľné polia s binárnym reťazcom zo zadaní týchto úloh.

Celkovo sa ukázalo, že elektronický pracovný list obsahuje dostatočný počet úloh pokrývajúci 2 a viac hodín výučby problematiky jednoznačnosti kódovania a dekódovania. Úspešnosť riešení niektorých úloh súvisela skôr so schopnosťami študentov logicky usudzovať, riešiť problémy a argumentovať ako s ich vekom a doterajšími poznatkami.

Pozorovania a zistenia z výučby učiteľov gymnázií

V októbri 2014 sa na 5 gymnáziách zapojených do projektu VEMIV realizovala výučba témy Humorné kódovanie podľa metodiky zo septembra 2014. Väčšina učiteľov vyučovala túto tému v rozsahu 45 minút so zameraním sa na riešenie úloh 1 – 5, 15 – 16 pracovného listu (očíslovaných

podľa súčasnej verzie). Na jednom gymnáziu vďaka 90-minútovej dotácii žiaci riešili aj precvičujúce úlohy C1 – C7.

Výučba na gymnáziách prebiehala podľa metodikou vymedzenej línie – od ukážky vlastného (humorného) kódovania, cez riešenie kódovacích úloh, až k diskusii a zhrnutiu prebraného učiva. Jednotliví učitelia však zdôrazňovali vo svojej výučbe rôzne aspekty. Jedni rozšírili motivačnú časť o ukážku rôznych kódovaní webových stránok, iní vybrali len jednu z uvedených ukážok humorných kódovaní (JA = TY, resp. DULA = KAKI = LIČI). Niektorí učitelia pri riešení úlohy 1 usmerňovali žiakov, aby našli čo najkratšie kódovanie, pri riešení úlohy 2 nechali žiakov hľadať čo najviac riešení (niektorí žiaci ich našli až 6). Iní učitelia dali žiakom za dobrovoľnú domácu úlohu vyriešiť precvičujúce úlohy C1 – C8 či vymyslieť vlastnú úlohu na humorné kódovanie. Žiaci našli humorné kódovanie pre rovnosť kódov slov VODA = ZIMA, ČOKO = ČÍRO. Na základe tohto impulzu z praxe sme do aktuálnej verzie pracovného listu zaradili kreatívnu úlohu 7 na vytvorenie humorného kódu pre dve vlastné navrhnuté slová. Za použitie elektronickej verzie pracovného listu v ďalšej výučbe sa vyjadrili aj tí učitelia, ktorí pôvodne použili tlačенú verziu pracovného listu.

Podľa vyjadrení učiteľov aktivity uvedené v metodike žiakov zaujali. Názory učiteľov na obťažnosť úloh sa líšili: dvaja považovali aktivity za obťažné, ďalší dvaja za ľahké, resp. skôr ľahké. Za náročné pre žiakov pokladali hlavne schopnosť odpovedať na otázky na formuláciu záverov, zdôvodnení (neriešiteľnosti úlohy), vyjadrenie vlastného názoru a postojov, metakognície (čo sa nové naučili, význam riešiť dané úlohy vo vzťahu k informatike). Realizované bádateľské aktivity majú podľa učiteľov pozitívny vplyv na porozumenie osvojovaných poznatkov žiakov, ktorí prejavovali radosť z vlastného objavovania poznatkov.

Učitelia uviedli nasledovné spôsobilosti vedeckej práce, ktoré sa u žiakov najviac rozvíjali počas realizácie výučby podľa danej metodiky:

- Formulovať závery na základe dosiahnutých výsledkov.
- Identifikovať problém, ktorý sa má skúmať.

Na základe žiakmi vyplnených 49 pracovných listov s úlohami 1 – 5, 15 – 16, C1 – C8 (očíslovaných podľa aktuálnej verzie pracovného listu) môžeme uviesť nasledovné výsledky:

- Úlohu 1 (na rovnosť kódov slov $U\check{C} = TU$) úspešne vyriešilo 45 zo 47 žiakov. Zo 14 rôznych riešení najčastejším riešením úlohy bolo $\check{C} = 01, T = 10, U = 1$ alebo jeho duálna podoba $\check{C} = 10, T = 01, U = 0$, ktoré uviedli 25 žiaci.
- Úlohu 2 (na rovnosť kódov slov $MAMA = OCKO$) úspešne vyriešilo 45 zo 48 žiakov. Podľa zadania mali žiaci nájsť viacero riešení úlohy – 1 žiak našiel 6 riešení, 4 žiaci 5 riešení, 12 žiakov 4 riešenia, 5 žiakov 3 riešenia, 6 žiakov 2 riešenia a 17 žiakov 1 riešenie. Z 52 rôznych riešení najčastejším riešením úlohy bolo $A = 01, C = 001, K = 100, M = 10$,

$O = 1$ alebo jeho duálna podoba $A = 10$, $C = 110$, $K = 011$, $M = 01$, $O = 0$, ktoré uviedli 30 žiaci. Len 4 žiaci uviedli 6 rôznych riešení pomocou unárneho kódovania, napr. $A = 11$, $C = 111$, $K = 1111111$, $M = 1111$, $O = 1$.

- Úlohu 3, zameranú na vytvorenie predpovede a zdôvodnenie existencie vhodného binárneho kódovania pre každú dvojicu slov s rovnakým kódom slov, riešilo 34 žiakov, ktorí všetci uviedli správnu odpoveď *nie*. Druhú časť úlohy – zdôvodnenie uviedlo 24 žiakov, z toho len 13 žiaci uviedli relevantné zdôvodnenie – 7 z nich uviedli konkrétny kontrapríklad, 5 uviedli všeobecný kontrapríklad slova a jeho podslova, 1 uviedol všeobecný kontrapríklad dvoch jednoznakových slov. Nesprávne alebo nejasné zdôvodnenia uviedlo 11 žiakov – 8 z nich uviedli dôvod rôznych počet znakov slov, 1 uviedol dôvod rôznosť kódu jednotlivých znakov, 2 žiaci uviedli nejasné zdôvodnenia. Celkovo sa 9 žiakov odvolávalo na kontrapríklad z nasledujúcej úlohy 4, čo eliminovalo diagnostickú funkciu tejto úlohy 3 (zistenia ich predpovedí). Preto sme v aktuálnej verzii pracovného listu uviedli úlohy 3 a 4 oddelene na rôznych stranách, resp. hárkoch.
- Úlohu 4 (na rovnosť kódov slov $UL = L$) riešilo 45 žiakov, 39 z nich uviedlo, že sa úloha nedá vyriešiť a 16 žiakov to aj správne zdôvodnilo.
- Úlohu 5 (na rovnosť kódov slov $MAMA = ANNA$) riešilo 35 žiakov, 29 z nich uviedlo, že úloha nemá riešenie (7 žiakov), resp. sa nedá vyriešiť (19 žiakov), resp. ju žiaci nevedia vyriešiť (3 žiaci). Len 8 žiakov uviedlo zdôvodnenie o neriešiteľnosti úlohy, z toho 3 žiaci uviedli správne argumenty a 5 žiaci nesprávne alebo neúplné argumenty.
- Na dotazníkovú úlohu 15, zameranú na uvedenie učiva, ktoré sa žiaci naučili pri riešení týchto úloh, odpovedalo 34 žiakov. Z toho 18 žiakov uviedlo problematiku kódovania informácií (7 z nich uviedlo kontext rovnosti kódovania slov), 5 jednoznačnosť kódovania, 6 použitie dvojkovej sústavy a 4 žiaci uviedli logické myslenie.
- Na dotazníkovú úlohu 6 (uvedenú len v predchádzajúcej verzii pracovného listu), zameranú na uvedenie významu riešiť uvedené úlohy, odpovedalo 35 žiakov. Najčastejšími odpoveďami boli: rozvoj logického myslenia (20 žiakov), súvis s kódovaním informácií (11 žiakov) a použitie dvojkovej sústavy, resp. binárneho kódu (9 žiakov).
- Na dotazníkovú úlohu 16, zameranú na zaujímavosť a náročnosť zadaných úloh, odpovedalo 33 žiakov. Pre 17 žiakov boli zadané úlohy zaujímavé, pre 15 normálne a pre 1 žiaka nudné. Pre 4 žiakov boli zadané úlohy ľahké, pre 22 primerané a pre 7 žiakov ťažké.
- Úlohu C1 (na rovnosť kódov slov $ANKA = KIKA$) úspešne vyriešilo 8 z 9 žiakov. Zo 4 rôznych riešení najčastejším riešením úlohy bolo $A = 1$, $I = 0$, $K = 10$, $N = 00$, ktoré uviedli 4 žiaci.

- Úlohu C2 (na rovnosť kódov slov ANINA = MAMA) úspešne vyriešilo 8 žiakov. Z 3 rôznych riešení najčastejším riešením úlohy bolo $A = 1, I = 11, M = 10, N = 0$, ktoré uviedlo 5 žiakov.
- Úlohu C3 (na rovnosť kódov slov BABA = COOL) úspešne vyriešilo 8 žiakov. Žiaci uviedli riešenie $A = 01, B = 10, C = 100, L = 001, O = 1$ alebo jeho duálnu podobu $A = 10, B = 01, C = 011, L = 110, O = 0$.
- Úlohu C4 (na rovnosť kódov slov BABA = DEDO) úspešne vyriešili 2 z 5 žiakov. Žiaci uviedli riešenie $A = 10, B = 01, D = 0, E = 11, O = 0110$.
- Úlohu C5 (na rovnosť kódov slov BABA = DODO) úspešne vyriešilo 8 žiakov. Z 3 rôznych riešení najčastejším riešením úlohy bolo $A = 10, B = 1, D = 11, O = 0$, ktoré uviedlo 5 žiakov.
- Úlohu C6 (na rovnosť kódov slov UČENIE = RADOSŤ) úspešne vyriešilo 8 žiakov. Z 3 rôznych riešení najčastejším riešením úlohy bolo $A = 11, Č = 01, D = 010, E = 101, I = 00010, N = 011, O = 110, R = 10, S = 001, Ť = 0101, U = 1$, ktoré uviedlo 5 žiakov. Najkratšie riešenie uviedol 1 žiak $A = 1, Č = 001, D = 00, E = 11, I = 10, N = 010, O = 111, R = 0, S = 0101, Ť = 011, U = 01$.
- Úlohu C7 (na rovnosť kódov slov TEACHER = PUPILS) úspešne vyriešilo 7 žiakov. Z 3 rôznych riešení najčastejším riešením úlohy bolo $A = 0, C = 100, E = 11, H = 011, I = 010, L = 001, P = 1, R = 0100, S = 1110100, T = 10, U = 01$, ktoré uviedli 4 žiaci.
- Úlohu C8 (na rovnosť kódov slov RUKA = KRK = HLAVA) nevyriešil nikto z 3 žiakov.
- Z riešení úloh C1 – C7 sme zistili spoluprácu dvojice a päťice žiakov, ktoré mali v skupinách rovnaké riešenia, ale zároveň rôzne riešenia medzi skupinami.

Celkovo konštatujeme, že žiaci v pracovných listoch nevyplňali dôsledne všetky polia v riešení úloh, čo neumožnilo učiteľovi získať patričné informácie o vedomostiach žiakov, ktoré by mohol využiť pri formatívnom a sumatívnom hodnotení učebných výsledkov žiakov. Preto pri ďalších overeniach metodiky odporúčame učiteľom, aby vyžadovali od žiakov dôsledne vyplňanie pracovných listov.

Vzhľadom na viaceré faktory (odporúčania učiteľov, výsledky žiakov, rozšírenie pracovného listu o ďalšie úlohy) sme upravili časovú dotáciu výučby podľa aktuálnej metodiky na 90 minút.

5 Alternatívy metodiky

Ak nemáme zámer sa podrobnejšie venovať problematike viacznačných kódov s rozvíjaním stratégií riešenia problémov, môžeme z predloženej metodiky vybrať len niektoré úlohy na viacznačné kódovanie a viac sa venovať jednoznačnému kódovaniu a viacerým jeho podobám. Konkrétne, po ukážke viacznačného binárneho kódovania znakov pre rovnosť slov JA = TY a po vyriešení úlohy 1 ($UC = TU$) žiakmi vedieme s nimi diskusiu o problematike jednoznačnosti kódovania a dekódovania znakov. Potom necháme žiakov vyriešiť úlohu 9 zameranú na vytvorenie návrhu, ako zabezpečiť jednoznačnosť dekódovania binárneho reťazca, a ďalšie úlohy 10 – 14 zamerané na precvičenie dekódovania textov pomocou rôznych kódovaní (ASCII, Morseova abeceda, UTF-8) smerujúce k vysloveniu záveru k jednoznačnosti kódovania a dekódovania znakov.

Okrem uvedeného variantu s oddelenými etapami 2 a 3 – samostatnej práce a diskusie – môžeme viesť krátku diskusiu so žiakmi po každom samostatnom vyriešení niekoľkých úloh a na konci ich nechať urobiť závery problematike jednoznačnosti kódovania a dekódovania znakov a slov.

V náročnejšom variante metodiky necháme žiakom priestor na riešenie úloh C1 – C8 z interaktívneho excelovského zošita a na tvorbu binárnych kódov pre vlastné dvojice (trojice) slov (úloha 7). Vedíme ich k tomu, aby svoje riešenia vzájomne diskutovali, aby ich optimalizovali, vyslovovali a overovali hypotézy a nakoniec aj závery týkajúce sa zabezpečenia jednoznačnosti kódovania a dekódovania znakov. Zadanie úlohy 11 môžeme rozšíriť o navrhnutie binárneho kódovania Morseovej abecedy (napr. bodka = 1, čiarka = 111, medzera medzi bodkami a čiarkami v znaku = 0, medzera medzi znakmi = 000, medzera medzi slovami = 0000000). Šikovným žiakom môžeme nechať prediskutovať otázku jednoznačného dekódovania slov zapísaných v unárnom kódovaní a tiež využitie unárneho kódovania.

Pri vyhodnocovaní žiackych riešení je možné okrem vyplnených excelovských zošitov použiť videozáznam aktivít žiaka na monitore zachycujúci nielen výsledok, ale celý postup riešenia úlohy, čo poskytne učiteľovi viac informácií o myšlienkových pochodoch žiakov.

Pri výučbe talentovaných žiakov by sme mohli problematiku kódovania uvedenú v tejto metodike rozšíriť a nechať žiakom preskúmať ďalšie aspekty kódovania, napr. kompresiu a frekvenčnú analýzu (Huffmanov kód), či tvorbu kódov identifikujúcich, resp. aj opravujúcich určitý počet chýb pri prenose správy komunikačným kanálom (Hammingova vzdialenosť kódu).