

**PRIMERJALNA ANALIZA
POUKA RAČUNALNIŠTVA
NA SREDNJI STOPNJI
IZOBRAŽEVANJA**

**J. BENKOVIČ,
A. KORNHAUSER**
in
V. RAJKOVIČ

**FAKULTETA ZA NARAVOSLOVJE IN TEHNOLOGIJO – RCPU, LJUBLJANA
VISOKA ŠOLA ZA ORGANIZACIJO DELA, KRANJ**

UDK: 373 : 681.3

Probleme pri uvajanju pouka računalništva v srednjem izobraževanju v Sloveniji skuša reševati interdisciplinarno sestavljena raziskovalna skupina v okviru večletnega razvojno-raziskovalnega projekta v ta namen. Cilj tega projekta je izdelava okvirnega vzgojnoizobraževalnega modela za pouk računalništva na srednji stopnji usmerjenega izobraževanja, njegova evaluacija v praksi ter priprava predloga sistema izobraževanja učiteljev računalništva za ta program. Delo, o katerem je bilo poročano vsako leto (J.Benkovič, A.Kornhauser, V.Rajkovič et al., 1977, 1978 in 1979), je bilo zaključeno s komparativno analizo s pomočjo vprašalnika, intervjuji učiteljev na seminarjih in z neposrednim sodelovanjem raziskovalcev v delu na šolah. Ta analiza je zajela doseganje vzgojnoizobraževalnih smotrov, izbor tem, njih obseg in časovno razporeditev vsebine, zahtevnost programa za učence in učitelje ter podrobno analizo posameznih tem po teh kriterijih. Končno je opredelila še ustreznost sistema izobraževanja učiteljev računalništva. Služila naj bi kot izhodišče za programiranje specifičnega pouka računalništva na različnih smereh in usmeritvah srednje stopnje usmerjenega izobraževanja.

COMPARATIVE ANALYSIS OF COMPUTER TEACHING AT SECONDARY LEVEL: Problems encountered in the introduction of computer teaching into secondary education were investigated by an interdisciplinary research team within a developmental research project over several years. The aim of the project was to design a broad educational model for computer teaching at the secondary level of vocationally oriented education, to evaluate it in practice and to prepare a proposal for a system of in-service training of computer science teachers for this programme. The project, on which annual reports were made (J.Benkovič, A.Kornhauser, V.Rajkovič et al., 1977, 1978, 1979), also includes a comparative analysis using a questionnaire, interviews of teachers during seminars and direct involvement of researchers in computer teaching in schools. The analysis evaluates the achievement of educational objectives, the selection of topics, their scope, a work schedule of the content of the programme, the level of the programme vis à vis students and teachers, and a detailed analysis of individual topics according to the above criteria. Finally, the adequacy of the system of in-service training of computer science teachers was also assessed. The aim of the analysis was to provide a starting point for setting up a programme for specific computer teaching in the different types of vocationally oriented secondary education.

Računalništvo je postalo neogibni pogoj pretežnega števila dejavnosti, zato ga je nujno uvajati tudi na nižje ravni izobraževanja. V Sloveniji smo začeli s poukom računalništva na srednji stopnji izobraževanja že pred desetimi leti, vendar postopno in v šole, ki so se za to prijavile. V tem desetletju lahko zabeležimo nekaj uspehov: v skoraj vse štiriletne srednje šole je bilo vpeljana računalništvo, najsi bo kot posebni predmet s tem imenom, ali pa kot program v okviru praktičnih znanj.

Uvajanje pouka računalništva v srednje šole pa je seveda odprlo vrsto problemov, zato je bil osnovan razvojno-raziskovalni projekt z namenom reševati te probleme v povezavi s prakso in pripravljati temelj za računalništvo v usmerjenem izobraževanju.

Smotri projekta so bili tako izobraževalni kot vzgojni, saj računalništvo odpira široke možnosti za doseganje obojih. Končni cilj pa je bil izdelava vzgojnoizobraževalnega modela za pouk računalništva na srednji stopnji izobraževanja učiteljev za ta program.

Raziskovalna skupina je bila sestavljena tako, da je zagotavljala interdisciplinarno povezavo

strokovnjakov na področju računalništva, matematike, naravoslovja in tehnologije, zajela pa je tudi uporabnike. Ker je bil projekt razvojno-raziskovalne narave, so v njem kot partnerji sodelovali številni učitelji srednjih šol - vseh tistih, ki so bile pripravljene ne le uvajati računalništvo v svoje programe, temveč tudi intenzivno sodelovati pri zasnovi, izvedbi in evaluaciji programov. To so bili: M.Andolšek, Šolski center Radovljica, M.Budna, Gimnazija Velenje, M.Cokan, Šola za oblikovanje Ljubljana, V.Elvič-Volk, Ekonomsko-administrativna šola Maribor, A.Kališnik, Rudarski šolski center Velenje, J.Karčnik, Šolski center Idrija, M.Koren, Ekonomsko-administrativna šola Maribor, M.Kovač, Tehniška šola za strojništvo Ljubljana, A.Kramer, Gimnazija Ivan Cankar Ljubljana, J.Pavličič, Center srednjih šol Črnomelj, E.Skočir, Gimnazija-ekonomska šola Trbovlje, N.Šilc, Gimnazija Celje, M.Žigon, Ekonomsko srednja šola Ljubljana, F.Žigon, Rudarski šolski center Postojna. Poleg njih je občasno sodelovala pri delu še vrsta učiteljev računalništva na drugih šolah, tako da skupno število teh sodelavcev dosega 70.

Zaključek dela predstavlja komparativna analiza številnih parametrov pouka računalništva na srednji stopnji izobraževanja, o kateri poročamo v nadaljnjem.

1. CILJ IN METODA ANALIZE

Cilj analize je bil primerjati pouk računalništva na srednji stopnji izobraževanja pred uvajanjem rezultatov projekta za razvoj pouka računalništva v usmerjenem izobraževanju in po njihovem uvajanju. Pri tem gre zlasti za naslednje rezultate projekta:

- novi učni načrt,
- zasnova didaktičnega kompleta,
- zasnova modela izobraževanja učiteljev,
- izdelava navodil za učitelje računalništva za izvajanje pouka in
- priporočila v zvezi z učnimi pripomočki.

Metoda dela je obsegala zlasti naslednje elemente:

- vprašalnik za učitelje računalništva,
- poročila sodelavcev - učiteljev na šolah, ki zajemajo časovno razporeditev učne snovi, skvenco primerov algoritmov in vaj ter opis didaktičnih problemov s posebnim poudarkom na praktičnem delu,
- načrtno zasnovane razgovore z učitelji računalništva pri neposrednem delu na šolah, na aktivih in seminarjih.

Zgoraj navedeni elementi metode dela niso uporabljeni le enkratno, ampak predstavljajo permanenten in povezan proces. Učitelji kontinuirano sodelujejo že tri do štiri leta. Posamezni elementi se med seboj vsebinsko preple-

tajo in dopolnjujejo. Tako npr. na seminarjih v skupinskem sodelovanju raziskovalcev in učiteljev tolmačimo odgovore na vprašanja v vprašalniku in poročila učiteljev. Pri tem delu običajno sodeluje le 10 do 30 učiteljev, dasiravno je bil npr. vprašalnik razposlan na 60 naslovov. Slabostim, ki jih prinaša relativno majhen vzorec, se skušamo tako izogniti s poglobljeno razpravo, ki bistveno prispeva k jasnosti stališč. Zlasti pomembni so intervjuji učiteljev v neposrednih situacijah pri pouku,

2. VPRAŠALNIK IN ODGOVORI

Vprašalnik je bil razdeljen v štiri sklope, ki so zajeli:

1. oceno vrednosti teme za doseganje učno-vzgojnih smotrov,
2. čas za obravnavo teme,
3. zahtevnost programa (teme) za učence,
4. zahtevnost programa (teme) za učitelje.

2.1. Ocena vrednosti teme za doseganje učno-vzgojnih smotrov

Posamezne teme iz učnega načrta za predmet računalništvo je bilo treba ovrednotiti glede na pomembnost za doseganje naslednjih smotrov:

- A. Učenci se seznanjajo z osnovnimi principi delovanja računalnika in dobivajo vpogled

Tema	Smotri						agregirana ocena pomem.
	A	B	C	D	E	F	
1. Pojem računalnika, algoritma in programa	●	●	●			F2	2.5
2. Kratak pregled zgodovine računalnikov	●			●	○	F1 F2	1.75
3. Smotri pouka računalništva	○			○	●		1.0
4. Pomen kibernetike, organizacije, upravljanja in računalništva v sodobnem času	●			●	●	F1	2.0
5. Pojem informacije	●			●			1.5
6. Predstavitev informacije	●		○	●			2.25
7. Analogni in digitalni računalniki	●		○	○	○		1.75
8. Binarna predstavitev informacije	●	○	○	○			1.75
9. Zapis števil in alfanumeričnih znakov v računalništvu	●	●	○	○			2.0
10. Osnovne enote računalnika	●			○	●		1.75
11. Matematično tehnične osnove računalnika	●	●	○	○	○		2.25
12. Preprost model računalnika in zbirni jezik	●	●	●	○			2.75
13. Odvijanje programa v računalniku	●	●	●	○			2.25
14. Osnovni pojmi o računalniških sistemih	●	○	○	●	○	F2	2.25
15. Pojem jezika	●	○	●	○			2.0
16. Pomen, vloga in vrste programskih jezikov	●	○	●	●	●	F2 F3	2.25
17. Prevajanje programskih jezikov	●		○	○		F2	1.5
18. Sistematični pristop k reševanju problema	●	●	●	○			2.75
19. Razvoj in zapis algoritma za reševanje problema	●	●	●		○	F1	2.75
20. Programski jezik	●	●	●	○	○	F1	3.0
21. Zgledi uporabe	●	●	●	○	●	F3	4.5
22. Mesto in vloga računalniškega znanja v poklicih	●			○	●	F3	1.75

Tabela 1: OCENA VREDNOSTI TEME ZA DOSEGANJE UČNOVZGOJNIH SMOTROV

v številne možnosti njegove uporabe s posebnim poudarkom na izbrani smeri.

- B. Učenci razvijajo algoritmično mišljenje ter natančnost in sistematičnost pri reševanju problemov.
- C. Učenci se usposablajo in spodbujajo za reševanje preprostih problemov z računalnikom.
- D. Učenci pridobivajo vpogled v mesto in vlogo informatike, kibernetike, organizacije in upravljanja pri človekovih aktivnostih.
- E. Učenci se seznanjajo z mestom in vlogo računalniškega znanja v računalniških poklicih.

Poleg zgornjih petih smotrov iz učnega načrta so učitelji lahko dodali tudi specialne smotre glede na svoje potrebe. Dodane smotre bi lahko strnili zlasti v tri:

- F1. Učenci krepijo samozavest.
- F2. Učenci spoznavajo mesto računalniških znanj v razvoju znanosti in tehnike.
- F3. Učenci razvijajo sposobnosti za sprejemanje novih dosežkov v zvezi s hitrim razvojem disciplin.

Ocena vrednosti teme za doseganje učno-vzgojnih smotrov je podana v tabeli 1. Ocena lahko zavzame štiri vrednosti:

- zelo pomembno
- pomembno
- manj pomembno
- ni v povezavi s smotrom

Številke ob desnem robu tabele, ki pomenijo združeno oceno pomembnosti teme, smo dobili tako, da smo izračunali vsoto parcialnih pomembnosti, kjer poln krog okvirno pomeni 1, polovičen 0.5 in prazen 0.25.

2.2. Čas za obravnavo teme

K posameznim temam je bilo treba vpisati dejanski porabljeni čas za izvajanje teme in predlog števila ur za morebitni novi učni načrt.

Srednja vrednost dejansko porabljenih in predlaganih ur skupaj s planom po učnem načrtu je podana v tabeli 2.

Tema	Ure	PLAN 54	DEJ. 58	PRED. 68.5
1. Pojem računalnika, algoritma in programa		2.0	2.5	3.0
2. Kratek pregled zgodovine računalnikov		1.0	1.0	1.5
3. Smotri pouka računalništva		1.0	1.0	1.0
4. Pomen kibernetike, organizacije, upravljanja in računalništva v sodobnem času		2.0	1.5	1.5
5. Pojem informacije		0.5	1.0	1.0
6. Predstavitev informacije		0.5	1.0	1.0
7. Analogni in digitalni računalnik		0.5	0.5	1.0
8. Binarna predstavitev informacije		1.0	1.5	2.0
9. Zapis števil in alfanumeričnih znakov v računalništvu		1.5	1.0	1.5
10. Osnovne enote računalnika		3.0	3.0	3.5
11. Matematično tehnične osnove računalnika		2.0	2.0	*
12. Preprost model računalnika in zbirni jezik		1.0	1.0	1.5
13. Odvijanje programa v računalniku		1.0	1.5	2.0
14. Osnovni pojmi o računalniških sistemih		1.0	1.0	1.0
15. Pojem jezika		0.5	1.0	1.0
16. Pomen, vloga in vrste programskih jezikov		0.5	1.0	1.0
17. Prevajanje programskih jezikov		1.0	1.0	1.0
18. Sistematični pristop k reševanju problema		1.0	2.0	2.5
19. Razvoj in zapis algoritma za reševanje problema		6.0	4.5	5.0
20. Programski jezik		25.0	26.0	29.0
21. Zgledi uporabe		1.0	2.0	3.0
22. Mesto in vloga računalniškega znanja v poklicih		1.0	1.0	2.0

Tabela 2: ČAS ZA OBRAVNAVO TEME

- * družbeno-ekonomska usmeritev: 0 ur,
- naravoslovno-matematična usmeritev: 1 ura,
- proizvodno-tehnična usmeritev: 4 ure.

2.3. Zahtevnost programa za učence

zahtevnost posamezne teme za učence smo skušali opredeliti na osnovi kognitivne taksonomije po Bloomu (Bloom, B.S. 1970), za katero smo uporabili okrajšave:

1. SZ spominsko znanje, kot je poznavanje podatkov, definicij in podobno, brez globljega razumevanja ali sposobnosti uporabe - nekakšno naučeno znanje;
2. R razumevanje, torej znanje, ki ga učenec dojema, globlje razume;
3. U uporaba znanja, kar pomeni, da je učenec znanje osvojil, ga razume in zna uporabljati;
4. VK višje kategorije znanja, kamor spada analitično in sintetično mišljenje, kjer učenec zna analizirati določeno znanje na njegove sestavine in to povezati v večje celote, pa tudi sposobnost evaluacije znanja.

Uvedli pa smo še kognitivno kategorijo po Gagneju (Gagne, R.M. 1970):

5. RP reševanje problema, ki je opredeljeno na osnovi učenčevega dela, kadar se sreča s problemi, ki jih mora reševati s povezovanjem zgoraj naštetih štirih spoznavnih kategorij.

Rezultati so strnjeno prikazani v tabeli 3, kjer pomeni:

● zelo zahtevno

◐ zahtevno

○ manj zahtevno

— stopnje zahtevnosti ni mogoče izraziti (npr. zaradi nezadostne globine teme, ki je bila glede na čas in navodila v učnem načrtu dosežena).

2.4. Zahtevnost programa za učitelje

Za posamezno temo je bilo treba opredeliti zahtevnost glede na:

- operacionalizacijo ciljev (OC),
- učno snov (SNOV),
- terminologijo (TER),
- metode (MET),
- opremo, učila (UČILA),
- evaluacijo (EVAL).

Rezultati so strnjeno prikazani v tabeli 4, kjer pomeni:

● zelo zahtevno

◐ zahtevno

○ manj zahtevno

Tema	SZ	R	U	VK	RP
1. Pojem računalnika, algoritma in programa	○	◐	◐		
2. Kratak pregled zgodovine računalništva	◐	○			
3. Smotri pouka računalništva		○	○		
4. Pomen kibernetike, organizacije, upravljanja in računalništva v sodobnem času	○	◐	●	●	
5. Pojem informacije	○	◐	◐	●	
6. Predstavitev informacije	○	◐	◐	◐	◐
7. Analogni in digitalni računalnik	○	◐	○		
8. Binarna predstavitev informacije	○	◐	○	◐	
9. Zapis števil in alfanumeričnih znakov v računalništvu	○	●	◐	◐	
10. Osnovne enote računalnika	○	○	○		
11. Matematično tehnične osnove računalnika	○	●	○	◐	
12. Preprost model računalnika in zbirni jezik	◐	●	◐	○	
13. Odvijanje programa v računalniku	○	●	◐	◐	◐
14. Osnovni pojmi o računalniških sistemih	○	◐	○		
15. Pojem jezika	○	◐	○		
16. Pomen, vloga in vrste programskih jezikov	○	○	○		
17. Prevajanje programskih jezikov	○	◐	○		
18. Sistematični pristop k reševanju problema	○	●	●	●	●
19. Razvoj in zapis algoritma za reševanje problema	○	●	●	●	●
20. Programski jezik	◐	◐	●	●	●
21. Zgledi uporabe	○	◐	◐		
22. Mesto in vloga računalniškega znanja v poklicih	○	◐	◐		

Tabela 3: ZAHTEVNOST PROGRAMA ZA UČENCE

Tema	OC	SNOV	TER	MET	UČILA	EVAL
1. Pojem računalnika, algoritma in programa	●	○	○	●	●	●
2. Kratek pregled zgodovine računalništva	○	○	○	○	●	○
3. Smotri pouka računalništva	●	○	○	●	○	○
4. Pomen kibernetike, organizacije, upravljanja in računalništva v sodobnem času	●	●	○	●	○	●
5. Pojem informacije	●	●	●	●	○	●
6. Predstavitev informacije	●	●	●	○	○	○
7. Analogni in digitalni računalnik	○	●	●	○	○	○
8. Binarna predstavitev informacije	●	○	○	○	○	○
9. Zapis števil in alfanumeričnih znakov v računalništvu	●	●	○	●	○	○
10. Osnovne enote računalnika	○	○	○	○	○	○
11. Matematično tehnične osnove računalnika	●	●	○	●	●	○
12. Preprost model računalnika in zbirni jezik	●	●	●	●	●	○
13. Odvijanje programa v računalniku	●	●	○	●	●	○
14. Osnovni pojmi o računalniških sistemih	○	●	○	○	○	○
15. Pojem jezika	○	○	○	○	○	○
16. Pomen, vloga in vrste programskih jezikov	○	●	○	○	○	○
17. Prevajanje programskih jezikov	●	●	○	●	○	○
18. Sistematični pristop k reševanju problema	●	●	○	●	○	●
19. Razvoj in zapis algoritma za reševanje problema	●	●	○	●	○	●
20. Programski jezik	●	●	●	●	●	●
21. Zgledi uporabe	●	●	○	○	●	○
22. Mesto in vloga računalniškega znanja v poklicih	●	●	○	○	○	●

Tabela 4: ZAHTEVNOST PROGRAMA ZA UČITELJE

3. REZULTATI EVALUACIJE

Rezultati evaluacije so podani po temah za vsa štiri področja: doseganje učnovzgojnih smotrov, čas za obravnavo teme, zahtevnost programa za učence ter zahtevnost programa za učitelje.

3.1. Pojem računalnika, algoritma in programa

Ta tema zajema prikaz računalnika v praksi, pojem algoritma in programa s primeri diagramov poteka ter definicijo računalnika s pojmi računalnik, vhod, obdelava, izhod.

Anketiranci so ocenili, da je to pomembna tema in ji prisodili oceno 2.5. Potrebna je tako za doseganje smotrov pri obravnavi splošnih računalniških znanj kot za uvajanje v reševanje problemov s pomočjo računalnika. Menijo, da je odmerjeni čas za to uvodno temo preskromen, posebej še zaradi zahtevnosti prvega uvajanja v metode in učila. Tema vključuje strukturirane operacije, torej logiko, to pa se še poglobi v temah 18, 19 in 20. Predlagano je povečanje odmerjenega časa z dveh na tri ure.

3.2. Razvoj računalnikov

Tema podaja kratek pregled razvoja računalnikov. V splošnem je manj zahtevna, vendar dokaj privlačna. Ocena je 1.75. Prispeva predvsem k razumevanju dinamike razvoja računalništva in

s tem k realni oceni današnjega stanja, ki je le člen v verigi razvoja. Iz tega izhaja tudi potreba po stalnem strokovnem izpopolnjevanju.

Učni pripomočki so tu vrzel. Potrebno je predvsem ustrezno slikovno gradivo, zlasti na projekcijskih. Predlagani čas za to temo je 1.5 ure.

3.3. Smotri pouka računalništva

Smotri za okvir te učne enote so navedeni pod 2.1. Ocena te teme v vrednostjo 1.0 kaže, da učitelji še zelo malo poznajo pomen smotrov oz. njihovo operacionalizacijo skozi vsebino, metode in tehnike vzgojnoizobraževalnega dela.

Gre za poskus, da bi učitelji skupaj z učenci našli primere uresničevanja smotrov, navedenih pod 2.1. Pokazalo pa se je, da je ta tema uvrščena predvsem prezgodaj, ko učenci in učitelji še nimajo dovolj gradiva za take primere, pa tudi, da ne prvi ne drugi niso navajeni razmišljati o smotrih svojega pouka in učenja in se uče le vsebine ter v manjši meri tudi metod in tehnik.

Bistvena pomanjkljivost je tudi v učbeniku in drugih gradivih v tem, da je premalo življenjskih primerov, v katerih učenci ne bi le uporabljali vsebine znanja, temveč tudi metode in tehnike ter tako uresničevali procesne cilje vzgojnoizobraževalnega programa v realnih

situacijah, ki bi najbolj prispevale k doživljanju realizacije smotrov. Gre zlasti za metodo reševanja realnih problemov ter razvijanje raziskovalno-izobraževalnega pristopa. Te metode pa tudi učitelji še slabo poznajo, zato je treba načrtovati permanentno izobraževanje učiteljev zlasti v tej smeri.

3.4. Pomen kibernetike, organizacije, upravljanja in računalništva v procesih dela in življenja

Ta tema je nova in še ni zajeta v učbeniku. Pokazalo se je, da brez podpore učbenika učitelji zanj niso mogli najti primerne vsebine in metode. To tudi razloži še slabo poznanje, zato bi morali prikazati realne primere po posameznih navedenih področjih, vendar jim le-ti očitno manjkajo, zato so tudi namenili temi le 1.5 ure, kar je manj, kot je bilo predvideno (2 uri). Temu ustrezno so tudi težave učencev. Krivdo pripisujejo pomanjkanju gradiv in pripomočkov (ocena 3.6), ki bi jim pomagali temo ustrezno uresničiti. Nujno potrebujejo realne, kvalitetne primere. Analiza tudi v tem primeru jasno kaže, da učitelji le malo samostojno sledijo razvoju računalništva ter se predvsem zanašajo na učbenik. Gotovo pa je temu krivo tudi dejstvo, da imamo v domačih jezikih le malo literature, ki bi jim lahko učinkovito pomagala pri samoizobraževanju.

3.5. Pojem informacije

Ta uvodna tema za sklop naslednjih štirih zajema osnovne pojme iz teorije informacij. Po oceni iz primerjalne analize je ta tema pre malo konkretna. To se negativno odraža v operacionalizaciji ciljev, saj učitelj nima realnih situacij, na katere bi gradil uporabo definicij. Predlog je, da bi temo močnejše povezali z naslednjo, ki daje take možnosti. Za ločeno temo so učitelji dali oceno vsega 1.5 in jo omejili na čas 1 ure.

3.6. Predstavitev informacij

Kot je omenjeno zgoraj, je tema nadaljevanje prejšnje ter obravnava vrste predstavitev in načine zapisa informacije. Njen pomen presega okvire predmeta računalništvo. Ocena je 2.25. Zanimivo je, da pri tej temi ni opaziti večjih težav ne pri učiteljih, ne pri učencih, verjetno zato, ker je dobro strukturirana. Predlagani čas je 1 ura.

3.7. Analogni in digitalni računalniki

Tema opisuje analogne in digitalne računalnike in zlasti poudarja skupne značilnosti in razlike. Gre predvsem za informacije o računalnikih, torej za vsebinske pristope. Zato je tema tudi dobila nizko oceno 1.75. Opozoriti kaže, da bi ob ustreznih predelavi tema lahko služila za doseganje višjih kognitivnih kategorij, zlasti na ravni komparativne analize. Potrebni čas je 1 ura.

3.8. Binarna predstavitev informacij

Tema zajema predstavitev informacij v binarnem sistemu in predstavlja uvod v naslednjo temo. Nizka ocena 1.75 kaže na težave, ki verjetno znova izvirajo iz dejstva, da je premalo razumljivih praktičnih primerov, čeprav je nekaj podanih. V tem smislu lahko razumemo tudi predlog, da je treba temi posvetiti 2 uri.

3.9. Zapis števil in alfanumeričnih znakov v računalniku

Ta sklop obravnava predstavitev numerične in zatem nenumerične informacije v računalniku in je ključna tema za razumevanje delovanja raču-

nalnika kot stroja za avtomatsko obdelavo podatkov, ne pa le kot računski stroja. Dobljena ocena 2.0 kaže, da tema še ni ustrezno izvajana. Gre zlasti za to, da učenci to snov tebe razumejo, kar je razumljivo, saj gre za večjo stopnjo abstrakcije. Predvsem je nujno usvojeno znanje tudi razumeti, sicer učenci tega ne bodo mogli uporabljati, kar je zahteva naslednjih tem. Težave učencev pa so seveda pojačane s težavami učiteljev, ki jim manjka metodika za operacionalizacijo ciljev, zlasti takrat, kadar gre za premik snovi od konkretne proti abstraktni. Predlagani čas je 1.5 ure.

3.10. Osnovne enote računalnika

To je dokaj obsežna tema, ki vključuje shematični prikaz zgradbe računalnika, splošne pojme o vhodnih in izhodnih enotah (elektronski pisalni stroj, tiskalnik, čitalnik in luknjalnik kartic, katodni zaslon in svetlobno pisalo, čitalnik in luknjalnik traku, risalnik, optični čitalnik), dalje različne izvedbe pomnilnika, aritmetično enoto in krmilno enoto. Kljub obsežnosti je ta tema za učence privlačna, predvsem zato, ker podaja pretežno dejstva in pojme in ne terjaja višjih kognitivnih dosežkov. Predvsem je konkretne narave in zato učenci nimajo težav z abstrakcijo. Ocena je 1.75 in čas 3.5 ure. Bistveno lahko prispevajo k večji kvaliteti zlasti oledni računalniških naprav ob njihovem delovanju ali pri vzdrževalnih delih.

3.11. Matematično-tehnične osnove računalnika

Ta tema vključuje pojem Boolove algebre, definicije konjunkcije, disjunkcije in negacije ter osnovnih pet aksiomov. Zatem preide na preklopno algebro in končno na logična vezja.

Komparativna analiza je pokazala, da učitelji na družboslovno-ekonomski usmeritvi to temo izpuščajo, kar kaže obžalovati, saj so zlasti logična vezja lahko tudi osnova strukturiranja znanja v družboslovnih in še posebej v ekonomskih disciplinah. Ugotoviti pa je treba, da je tudi na naravoslovnem področju tema bolj površno obdelana, ocena 1.25. Le proizvodno-tehnična usmeritev ji posveča več pozornosti (ocena 2.75). Povprečna ocena je 2.25.

Tema je zlasti primerna za preverjanje, ali smo dosegli stopnjo razumevanja, omočoga pa tudi doseganje prej omenjenih višjih kognitivnih kategorij. Učitelji ugotavljajo zahtevnost snovi. Predlagani čas je za proizvodno-tehnično usmeritev 4 ure, za naravoslovno-matematično 1 ura, za družboslovno-ekonomsko pa nič. To kaže na potrebo po podrobni delu z učitelji, zlasti v smeri strukturiranja znanja.

3.12. Preprost model računalnika in zbirni jezik

Tema skuša prikazati, kako računalnik deluje in vzroke za tako delovanje. Obenem nudi primer programa v zbirnem jeziku. Tema je visoko ocenjena z 2.5. Ugotovljeno pa je, da je snov zahtevna tako za učitelja kot za učence. Pri tem gre posebej za težave z razumevanjem zapisa števil in alfanumeričnih znakov. Pogoj za uspeh pri tej tematiki je razumevanje snovi. Predlagani čas je 2 uri.

3.13. Odvijanje programa v računalniku

Tema obsega vnašanje programa v računalnik ter izvajanje programa v računalniku s shematskimi prikazi posameznih stopenj. Pri tem še posebej na stopnjo reševanja problemov, kar poveča zahtevnost obravnavane snovi. Ocena je 2.25. Po učnem načrtu je bila predvidena 1 ura, učitelji pa predlagajo 2 uri, saj sedaj porabijo za to najmanj uro in pol. Terjano povečanje časa ute-

meljujejo s potrebo po doseganju razumevanja in tudi višjih kognitivnih kategorij, vsaj stopnje analize. Celo za učitelje je po njihovem mnenju snov zelo zahtevna.

3.14. Osnovni pojmi o računalniških sistemih

Tema podaja pojem sistema in konfiguracije, kapacitete pomnilnika, možnost konfiguracij računalnika ter pojem računalniške mreže. Sledijo opisi načinov delovanja računalnika ter osnovne operacijskih sistemov. Tema zaključuje z obravnavo možnosti napak v računalniku s stališča zanesljivosti njegovega delovanja.

Povprečna ocena je 2.25, predlagani čas 1 ura ustreza. Učenci imajo le delne težave z razumevanjem snovi in to velja tudi za učitelje. Ugotavljamo visoko stopnjo motivacije, ki jo zlasti dosegamo s praktičnim delom na računalniških sistemih.

3.15. Pojem jezika

Tema najprej opredeli naravne jezike, sintakso in semantiko. Žatem preide na umetne jezike in poudari zlasti programske. Ker gre predvsem za definicije, je to spominsko zahtevna tema, ki pa večini ne predstavlja večjih težav - najbrž zato, ker se veže na znanje iz slovenskega in tujih jezikov. Predlagani čas je 1 ura, povprečna ocena pa 2.0.

3.16. Pomen, vloga in vrste programskih jezikov

V tem sklopu obravnavamo vlogo programskega jezika in odnosa: programski jeziki in človek ter programski jeziki in računalnik. Obdela hierarhijo jezikov. Ocena je 2.25, predlagani čas je 1 ura. To spet kaže, da tema - morda prav zaradi poznavanja naravnih jezikov - ne predstavlja večjih težav.

3.17. Prevajanje programskih jezikov

Tema pokaže zaenkrat še omejene možnosti računalnika pri komuniciranju s človekom in opredeli prevajalni program kot prevajalnik ali kompilator. Žatem to podkrepi s primerom prehoda od programa v višjem programskem jeziku preko strojnega jezika do terjanih rezultatov.

Pomembnost teme je ocenjena sorazmerno nizko z 1.5. Po mnenju učiteljev 1 ura v ta namen ustreza, vendar ugotavljajo veliko zahtevnost snovi. Ta ugotovitev pa se manj odraža pri učencih, ki imajo le delne težave z razumevanjem.

3.18. Sistematični pristop k reševanju problema

Tema skuša razložiti, kako poteka reševanje problemov z računalnikom in postavi šest stopenj v tem reševanju: 1. definicijo problema, 2. grobo zamisel ustreznega algoritma, 3. podrobno izdelavo algoritma, 4. pisanje programa, 5. testiranje programa in 6. končno izvršitev programa. Tema se nadaljuje v naslednjih štirih sklopih.

Ta tema je bistvenega pomena in je dobila oceno 2.75. Kaže pa, da je zelo trd oreh za učence in učitelje. Namesto planirane 1 ure predlagajo učitelji 2.5 ure, že sedaj pa uporabijo zanjo najmanj 2 uri. To kaže, da učitelji niso vajeni metode reševanja problemov pri svojem delu oziroma, da je ta v šolah le malo v rabi. Težko je dobro definirati probleme, kaj šele nadaljevati delo po naslednjih stopnjah. Pri definiciji je treba ugotoviti, v čem je bistvo problema in nato začrtati njegovo reševanje tako, da bi lahko načrtno zbirali in urejali podatke. Naslednja težava

je postavljanje hipotez o medsebojnih odvisnostih urejenih podatkov, ki bi jih zatem skušali preverjati.

Kljub takemu stanju je na temi treba vztrajati, saj morajo učitelji računalništva tu popravljati ne le, kar je bilo pri drugih predmetih zanemarjenega, temveč tudi svoje lastno izobraževanje, ki je očitno redko temeljilo na metodi reševanja problemov - ne glede na to, da vsak delavec v praksi mora reševati probleme.

Preverjanje hipotez kot zadnja, a ključna faza metode reševanja problemov pa je mnogokrat kar izpuščeno. Tako učenci kot učitelji se preveč radi zadovoljijo s hipotezo kot končnim rezultatom, kar je seveda v nasprotju s potrebami usmerjenega izobraževanja za realne razmere dela in vsakdanjega življenja. Ta tema potrebuje vsaj 2.5 ure. Sicer pa mora kot metoda prepletati vse naslednje teme.

3.19. Razvoj in zapis algoritma za reševanje problema z računalnikom

Temo sestavljajo primeri računalniško usmerjenih algoritmov. Predstavljeni so splošni pojmi računalniških algoritmov, spremenljivka, vhod-izhod, kretnica, zanka, modul itd. Primerjalno so podani tudi načini zapisa algoritma v procesu razvoja algoritma: naravni jezik, diagram poteka, programski jezik.

Ocena teme je 2.75. Učitelji ugotavljajo, da so tako operacionalizacija ciljev kot vsebina in metoda zelo zahtevne, učenci imajo težave z razumevanjem, uporabo znanja in doseganjem višjih kognitivnih kategorij.

Vse te težave izvirajo predvsem iz dejstva, da je - kot je bilo že ugotovljeno v prejšnji temi - metoda reševanja problemov v naših šolah redkost in učenci niso vajeni svojega znanja logično strukturirati. Podobno velja seveda tudi za učitelje, ki so bili tudi učenci takih šol na vseh stopnjah.

3.20. Programski jezik

Učitelji lahko izbirajo med fortranom in pascalom. Obsežna tema zajema razvoj enega od jezikov, vlogo prevajalnika, programske ukaze, aritmetične izraze, vhodno izhodne stavke, krmilne stavke, polja spremenljivk in podprograme. Struktura je podobna za oba jezika.

Tema je dobila visoko oceno 3. Predvidenih 25 ur žele učitelji povečati na 29 ur. Učitelji ugotavljajo težave pri operacionalizaciji ciljev, tj. ne vedo natančno, kako v tej temi dosežati navedene cilje. Snov in metoda se jim zdita zelo zahtevni. Dokaj znanja terjajo tudi ostali trije - terminologija, učila in evaluacija.

Za učence pa ugotavljajo, da le stežka dosega-jo višje kognitivne kategorije od stopnje uporabe znanja dalje. Celo več: že samo spoznavanje in razumevanje snovi jim delata težave. Te pa še povečajo nižji programski jeziki (na primer assemblerji) in manj udobni računalniški sistemi (na primer mikroročunalniki). Težave predstavlja najprej aparaturna oprema, ki ni vselej na razpolago ali celo ni dosegljiva. Tem pa takoj sledijo problemi diferenciacije programov po posameznih usmeritvah, ki zavise zlasti od učiteljeve usposobljenosti in učnih pripomočkov.

Ugotoviti moramo, da je tema, ki predstavlja ne le preverjanje dosežkov celotnega pouka računalništva, temveč tudi sintezo pridobljenega znanja, bistvena, zato kaže o njej še nose-

bej razmišljati, pri nadaljnjem delu in ji zagotoviti potrebno vsebino, ustrezno metodo in primerni čas.

3.21. Zgledi uporabe

Povsem razumljivo je, da je ta tema dobila največjo oceno po pomembnosti, tj. 4.5, saj gre za doseganje vseh vzgojnoizobraževalnih smotrov. Učitelji terjajo namesto predvidene 1 ure povečanje na 3 ure. Poudariti pa je treba, da gre pri tej enoti v bistvu le za zaključno utrjevanje snovi, saj so primeri uporabe sestavni del vsake učne enote. Pri tem je pomembna specifičnost posameznih usmeritev.

3.22. Mesto in vloga računalniškega znanja v poklicih

To naj bi bila informativna tema za poklicno usmerjanje učencev. Velika težava pri tem je pomanjkanje znanja, saj učitelj ne more biti strokovnjak za vsa področja. Tema je ocenjena z 1.75, torej manj, kot bi zaslužila. To je verjetno zato, ker jo je moč realizirati le z vabilnimi strokovnjaki z različnih področij dejavnosti, v katerih ima računalnik pomembno vlogo. Še najboljše bi bilo, če bi le-to učenci spoznavali kar neposredno v njihovi delovni organizaciji. Potreben čas je vsaj dve uri.

4. SINTEZA REZULTATOV

Iz zgornje analize vprašalnika, poročil učiteljev na šolah in razgovorov z učitelji računalništva sledijo zlasti naslednji zaključki:

4.1. Učni načrt

- Teme sorazmerno enakomerno pokrivajo učno-vzgojne smotre. Izjemi sta le smotra uvodni seznanjanje z osnovami in zaključni smoter z vlogo računalniških znanj v poklicih.
- Glede na pomembnost za doseganje smotrov predmeta močno izstopa tema 21, sledijo pa ji teme 20, 12, 18 in 19. Glede na to kaže prestrukturirati vsebino predmeta tako, da bi omenjene teme z ustrezno sekvenco zglede, primerov in vaj predstavljale hrbtenico učnega načrta, ki bi ga na ustreznih mestih dopolnili z znanji ostalih tem.
- Dodane smotre (F1, F2, F3) je moč zajeti v osnovnih smotrih, če bi jih jasneje opredelili.
- Časovno kaže okrepiti temo 21. Glede na težave s fondom ur in različno pomembnostjo tem je treba izdelati predlog minimalnega učnega načrta oz. ključnih znanj, ki naj jih dosežemo v okviru tega predmeta.
- Predmet ne zahteva od učencev preveč spominskega znanja. Razumevanje pa je sorazmerno zahtevno in predstavlja oviro za uporabo znanja in doseganje višjih spoznavnih kategorij, ki so vselej zasnovane na razumevanju. Skok od poznavanja do kategorije razumevanja je pri marsikateri temi višji kot od razumevanja do uporabe znanja.
- Predmet je usmerjen k reševanju problema z računalnikom, kar je velika obveza in spodbuda tako učencem kot učiteljem. Računalnik spodbuja, obenem pa podpira postopno doseganje višjih kategorij znanja. Zato je treba učencem in učiteljem pomagati z ustrezno opremo, učili in drugimi učnimi pripomočki.

4.2. Zasnova didaktičnega kompleta

- Sedanji učbenik (Bratko, I., Rajkovič, V. 1980) v glavnem pokriva navedene teme. Iz-

jeme so le teme 3,4 in 22. Ta problem vsaj deloma rešuje učbenik "Osnove tehnike in proizvodnje" s prilagam "Informatika in računalništvo" (Bratko, I., Rajkovič, V. 1980). Ob tem pa nas to poglavje razbremeni nekaterih uvodnih tem, tako da se bo novi učbenik za predmet računalništvo lažje posvetil že omejenim ključnim temam za razvijanje sposobnosti reševanja problemov.

- Zbirka nalog (Benkovič, J., Cokan, A., Martinec, M., Rejnharšt, R., Roblek, B. 1980) je v pomoč tako učencem kot učiteljem, zlasti pri naporih za doseganje višjih kategorij znanja v poglavjih 18, 19 in 20, ki izstopajo s svojo zahtevnostjo.
- Priročnik za učitelje (v pripravi) je glede na sorazmerno zahtevno snov, operacionalizacijo ciljev ter evaluacijo znanja nujno pripraviti v najkrajšem času. Pri pripravi je seveda treba upoštevati rezultate te analize.
- Komplet prosojnic (v pripravi). Večina učiteljev je pri obravnavi učil in učnih pripomočkov omenila potrebo po slikovnem gradivu v obliki kompleta prosojnic. Ustrezne prosojnice učitelji le težko pripravijo (npr. za temo 2), pomemben pa je tudi enoten komplet za teme 12, 13 in 21.

4.3. Zasnova modela izobraževanja učiteljev

- Zahtevnost ključnih tem (glede na smotre) za učence in učitelje priča, da smo s tečaji za učitelje lahko pokrili le najnujnejše potrebe (Roblek, B. 1972). Čimprej je treba pričeti izvajati ustrezni pedagoški modul v okviru visokošolskega študija, ki ga zaenkrat kot dodiplomski študij načrtujejo v sodelovanju FNT - matematika, Fakulteta za elektrotehniko in za metodološki sklop FNT - RCPU (Računalniški center za programirano učenje).
- Seminarji za učitelje (dvo do tridnevni), ki so že postali redna praksa, so ne le pomemben način dopolnilnega izobraževanja, ampak predstavljajo permanenten stik med učitelji in sodelavci projekta ter seminarjev. V bodočih temah seminarjev bo treba več pozornosti posvetiti metodičnim problemom v zvezi z reševanjem problemov in evaluacijo znanja, kajti dejstvo je, da tistega, česar učitelj sam ni bil deležen, ne more posredovati drugim.

4.4. Izdelava navodil za učitelje za izvajanje pouka računalništva

- Po mnenju učiteljev so sedanja navodila (Rajkovič, V. 1977) pripomogla k boljšemu doseganju zahtevnosti programa predvsem v okviru metod podajanja računalniških konceptov in reševanja problemov z računalnikom.
- Navodila je potrebno dopolniti glede na teme 4 in 9 ter v odviru tem 18, 19 in 20 izveči programske in algorimične koncepte ter jih povezati s sekvenco primerov in vaj.

4.5. Učni pripomočki

- Osnovni učni pripomoček je računalnik z visokim programskim jezikom (pascal, fortran). Zaželen je čimbolj neposreden stik z računalnikom, ki ga omogoča interaktivno delo.
- Pri poglavjih 12 in 13 nekateri učitelji uporabljajo tudi programiran kalkulator.
- Uporaba grafoskopa je pogosta, vendar je vezana na ustrezno pripravljene prosojnice, s čimer imajo učitelji vsaj pri nekaterih poglavjih (2, 10, 12, 13, 14) precej težav. To narekuje čimprejšnjo pripravo kompleta prosojnic.

5. ZAKLJUČEK

Komparativna analiza realizacije vzgojnoizobraževalnega programa računalništva v srednjih šolah je pokazala zlasti:

1. Težave so v zvezi z operacionalizacijo ciljev. Te ne izvirajo le iz vrzeli v metodah in premajhnega števila primerov v okviru posameznih učnih enot, temveč zlasti iz dejstva, da so učitelji vajeni razmišljati predvsem o vsebinskih ciljeh pouka in bistveno manj o procesnih. Tako stanje pogojuje njihovo lastno izobraževanje, saj je hiba naše celotne vzgojnoizobraževalne prakse, da terja predvsem poznavanje podatkov o dejstvih in pojmi, bistveno manj pa njihovo globlje razumevanje in sposobnost uporabe. Prav tako vse prepogosto napišemo cilje za začetek učnovzgojnega programa, ker to pač terjajo navodila, pri obravnavi tem pa jih uspešno ignoriramo.
- Rešitev bi bila zahteva, da celotni sistem evaluacije pridobljenega znanja postavimo na preverjanje doseganja deklariranih smotrov. V tem smislu bi bilo treba evaluirati ne le učenceve dosežke, temveč tudi delo in pogoje za delo učitelja in šole ter ne nazadnje sam vzgojnoizobraževalni program.
2. Dokaj visoka stopnja abstraktnosti v učni snovi predmeta računalništvo je seveda zahteva, ki jo težko premoščamo, saj je ugotovljeno, da je prehod iz konkretne v abstraktno sfero težak. Zato je treba sposobnost abstrakcije načrtno gojiti v sodelovanju z vsemi drugimi predmeti.
3. Metoda reševanja problemov kot ključna metoda s pomenom za znanost in prakso je še pravi pastorek v vzgojnoizobraževalni praksi. Vzrok za to pa ni le v nevajenosti učiteljev v uporabi te metode, temveč tudi v pomanjkanju vrste dobrih primerov reševanja realnih problemov ob istočasni ohranitvi potrebne sistematike in logične hrbtenice predmeta. Zato bo treba terjati, da postane metoda reševanja problemov neogibni pogoj gradnje učnih enot.
4. Za interdisciplinarno povezovanje bi kazalo iskati primere, ki bi pomagali učiteljem računalništva, da svoje delo povezujejo z delom učiteljev drugih strok na šoli.
5. Povezava s prakso je nujna ne le pri zagotavljanju aparaturne opreme, temveč tudi za usmerjanje. Več bo treba storiti na šolah, da bi bila ta povezava tesnejša. Še zlasti pa je treba učencem in učiteljem odpreti vrata delovnih organizacij in jim nuditi proste kapacitete ter strokovno pomoč, sicer šole svojega programa ne bodo mogle uresničiti, kar se bo otepalu praksi. Že sedaj je nekaj svetlih zgledov takega sodelovanja, ki jih je treba poudariti kot primer za druge.
6. Projekt pouka računalništva v usmerjenem izobraževanju mora stalno dopolnjevati učbenik, graditi priročnik za učitelje, pripraviti komplet prosojnic, teste, razmišljati o drugih avdiovizualnih pripomočkih in učilih. Na učitelje lahko prenesemo odgovornost za individualizacijo pouka, ne pa tudi za celotno gradnjo programa. Ta mora biti skupinsko delo najboljših strokovnjakov, ki ga ocenijo ustrezni strokovni in družbenopolitični organi, da bi bilo zatem lahko osnova delu na šolah.
7. Sistem izobraževanja učiteljev nasploh in posebej učiteljev računalništva mora biti tesno vezan na naloge njihovega dela. Vsa

praksa kaže, da "česar se učitelj ni učil, tudi sam ne zna učiti drugih". Če je bil vzgajan k poslušanju predavanj, bo tudi sam predaval. Če ni srečal metode reševanja problemov in povezovanja teorije s prakso v svojem študiju, tega tudi v šoli ne bo delal.

6. LITERATURA

Benkovič, J., Korbar, R., Rajkovič, V., Roblek, B., Sirknik, I., Kritična ocena stanja računalništva na srednjih šolah v SR Sloveniji, *Informatica* 77, 7 203.

Benkovič, J., Bratko, I., Kornhauser, A., Rajkovič, V., Roblek, B., Sirknik, I., *Introducing fundamentals of cybernetics with automatic control at secondary level*, IPAC Symposium Trends in Automatic Control Education, Barcelona, 1977.

Benkovič, J., Cokan, A., Martinec, M., Reinhardt, R., Roblek, B., *Računalništvo: Zbirka nalog 1*, Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1980.

Bloom, B. S., *Taksonomija ili klasifikacija obrazovnih i odgojnih ciljeva*, Jugoslovenski zavod za proučavanje školskih i prosvetnih pitanja, Beograd, 1970.

Bratko, I., Rajkovič, V., Roblek, B., *Some aspects of secondary school computer education*, Modern trends in cybernetics and systems, vol. 3, Springer-Verlag, Berlin, 1976, 35-40.

Bratko, I., Rajkovič, V., *Uvod v računalništvo*, Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1980 (ponatis).

Bratko, I., Rajkovič, V., *Informatika in računalništvo*, poglavje v učbeniku *Osnove tehnike in proizvodnje*, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1980.

Gagne, R. M., *The conditions of learning*, 2nd edition, Holt, Rinehart & Winston, New York, 1970.

Roblek, B. (urednik), *Računalništvo: Gradivo s tečaja za učitelje*, Zavod SRS za šolstvo, Ljubljana, 1972.

Rajkovič, V., *Metodični problemi pri pouku računalništva*, gradivo za učitelje računalništva, 1977.

Rajkovič, V., *On the role of computer science subjects at the secondary school level*, 3rd International Conference on Information Technology, Jerusalem, 1978.

Rajkovič, V., *Vrednotenje računalniške opreme za potrebe reformirane srednje šole*, simpozij *Informatica* 78, Bled, 7 107.

Reinhardt, R., Rajkovič, V., Lajovic, I., Vrečko, J., *Kriteriji za izbiro programskega jezika za pouk računalništva v srednji šoli*, simpozij *Informatica* 77, Bled, 7 107.

Reinhardt, R., *Republiška tekmovanja srednješolcev iz računalništva*, *Informatica*, 2(1), 1978, 59-83.

Benkovič, J., Kornhauser, A., Rajkovič, V., *Poročilo o delu, raziskovalni projekt Pouk računalništva v usmerjenem izobraževanju*, 1. faza 1978, 2. faza 1979, 3. faza 1980.

Kornhauser, A., *Uporaba računalnika v kemijskem izobraževanju*, *Vzgoja in izobraževanje*, 6(5), 1975, 3-24.