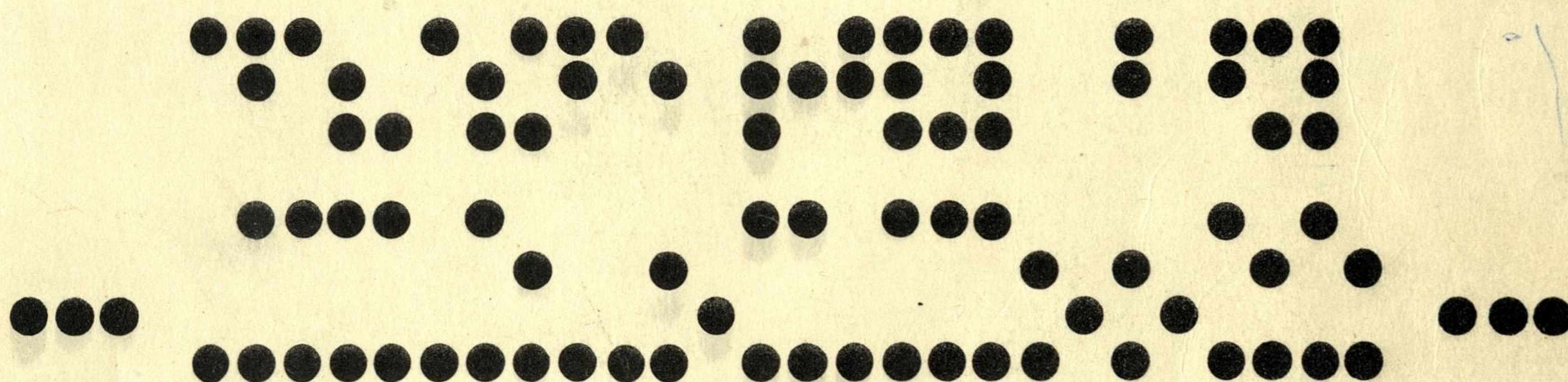


IKT



INTERNÁ PUBLIKÁCIA

BARICA MARFENTZÉ
POZARNIK



POUK S POMOCJO
RAČUNALNIKA



Handwritten text at the top left of the page.

Small handwritten marks or characters in the middle left area.

Handwritten text at the bottom left of the page.

Small handwritten marks or characters at the bottom right of the page.

Ballora

FILOZOFSKA FAKULTETA - PZE ZA PEDAGOGIKO

PREDGOVOR

V okviru raziskovalnega projekta POUK S POMOČJO RAČUNALNIKA in razvijanje izobraževanja (nosilec: Računalniški center za programsko opremo in njegova izobraževalna tehnologija pri FST, financirana: Republiška na skopnost Slovenije in Republiška izobraževalna skupnost) se je pokazala potreba po temeljitem in kritičnem pregledu raznih strategij pouka s pomočjo računalnika, prazen se odločimo za avtorje katere od teh strategij v naše usmerjeno izobraževanje.

DR. BARICA MARENTIČ POŽARNIK

POUK S POMOČJO RAČUNALNIKA

PEDAGOŠKO-PSIHOLOŠKA ANALIZA UČINKOVITOSTI IN UPORABNOSTI POSAMERNIH STRATEGIJ POUKA S POMOČJO RAČUNALNIKA

Analiza se osredotoča na pedagoško-psihološka vidika obravnavanega problema in se ob robu posega tudi za ekonomske in tehnične vidike. Nastala je v okviru projekta, da se za učinkovite in usotne uporabo vse večjih računalniških kapacitet v izobraževanje potrebuje interdisciplinarno sodelovanje in da se morajo na tem področju s tehničnimi strokovnjaki in učitelji posameznih predmetov osredotočiti strokovnjaki iz psihologije, ekonomije in na splošno psihologije in pedagogije ustvarjalno srečati.

LJUBLJANA, 1979



PHPSNSNS

GSII 743142

FEDERACIJA PRAVILNIKOV - PRAVNA POMOČ ZA PEDAGOŠKE

TRAVNIŠKA MARENTE POZARNIK

POSREDOVANJE V PROMETU S POMOČJO RAČUNALNIKA

POSREDOVANJE V PROMETU S POMOČJO RAČUNALNIKA

POSREDOVANJE V PROMETU S POMOČJO RAČUNALNIKA



LJUBLJANA 1979

202122947

PREDGOVOR

V okviru raziskovalnega projekta Pouk računalništva v usmerjenem izobraževanju (nosilec: Računalniški center za programirano učenje in izobraževalno tehnologijo pri FNT, finanserja: Raziskovalna skupnost Slovenije in Republiška izobraževalna skupnost) se je pokazala potreba po temeljitem in kritičnem pregledu raznih strategij pouka s pomočjo računalnika, preden se odločimo za uvajanje katere od teh strategij v naše usmerjeno izobraževanje.

V pričujočem sestavku gre za kritično analizo prednosti in slabosti pa tudi predpogojev uvajanje posameznih strategij CAI z vidika naših možnosti in vzgojno izobraževalnih smotrov. Sestavek je nastal na osnovi analize tuje in domače literature, predvsem tiste po letu 1970, ko je prišlo do precejšnjega preobrata v gledanju na možnosti uporabe računalnika v poučevanju, in na osnovi obiska vrste raziskovalnih ustanov in centrov s tega področja v ZR Nemčiji v letu 1974.

Analiza se osredotoča na pedagoško-psihološke vidike obravnavanega problema in le ob robu posega tudi na ekonomsko in tehnično področje. Nastala je v prepričanju, da je za učinkovito in smotorno uporabo vse večjih računalniških kapacitet v izobraževanju potrebno interdisciplinarno sodelovanje in da se morajo na tem področju s tehničnimi strokovnjaki in učitelji posameznih predmetov oziroma strok tudi sociologi, ekonomisti in ne nazadnje psihologi in pedagogi ustvarjalno srečati.

Analiza temelji na delovanju International Council of Educational Technology, London in projekta Datenverarbeitung im Bildungswesen, FeoLL, Paderborn). Od razpisatelja seveda ne moremo pričakovati, da bi rešil problema, ki so v osnovi družbeno-ekonomske narave.

Naše relativno zamudništvo na tem področju moramo obrniti v svojo prid tako, da iz obstoječe sodobne evropske literature izlučimo,

Yakovlev's design was chosen for the development of the MiG-15 fighter jet. The aircraft was developed in a very short period of time, and it was the only Soviet fighter jet to be developed during the Korean War. The MiG-15 was a swept-wing aircraft, which was a significant departure from the straight-wing aircraft that were common at the time. The MiG-15 was designed to be a high-altitude fighter, and it was capable of reaching altitudes of up to 50,000 feet. The aircraft was also capable of high-speed maneuvers, and it was able to outpace most of the other fighter jets of the time.

The MiG-15 was developed by the Mikoyan-Gurevich design bureau, which was one of the most prominent aircraft design bureaus in the Soviet Union. The bureau was headed by Artem Mikoyan and Gennadiy Gurevich, and it was known for its innovative designs. The MiG-15 was the first of a series of swept-wing fighter jets that were developed by the bureau, and it was a significant milestone in the history of Soviet aviation. The aircraft was also the first Soviet fighter jet to be used in combat, and it was a major factor in the Soviet victory in the Korean War.

The MiG-15 was a single-engine, high-altitude fighter jet. It was equipped with a single Mikulin AM-35 turbojet engine, which was a significant improvement over the piston engines that were used in most other fighter jets of the time. The aircraft was also equipped with a variety of armaments, including a 37mm cannon and two 30mm cannons. The MiG-15 was also capable of carrying a variety of missiles, and it was a highly maneuverable aircraft. The aircraft was also a very reliable aircraft, and it was able to operate in a wide range of conditions. The MiG-15 was a very successful fighter jet, and it was a major factor in the Soviet victory in the Korean War.

1.00 UVOD - PRIČAKOVANJA IN CILJI POUKA S POMOČJO RAČUNALNIKA

Velike možnosti, ki jih daje računalnik, predvsem glede skladiščenja in hitre ter pravilne obdelave skoraj neomejene količine podatkov in glede programiranja in usmerjanja kompliciranih procesov, so dokaj hitro pritegnile tudi pozornost strokovnjakov s področja izobraževanja, ki so v tem novem sredstvu zaslutili pot do rešitve nekaterih najbolj perečih problemov. Računalnik naj bi pomagal razrešiti krizo izobraževanja s tem, da bi premostil prepad med vse večjimi potrebami (nujnost, nuditi enake možnosti izobraževanja vse širšemu krogu prebivalstva, naraščajoče potrebe po permanentnem izobraževanju in prekvalificiranju) in omejenimi možnostmi (pomanjkanje usposobljenih učiteljev in primernih učnih pripomočkov zlasti za nekatere vrste izobraževanja). Predvsem pa naj bi bil računalnik tisto čudežno sredstvo, ki naj bi v pogojih množičnega pouka pomagalo prilagoditi učni proces individualnim razlikam med učenci v sposobnostih, interesih, predizobrazbi ipd., s čimer naj bi vsakdo dobil optimalne pogoje za svoj razvoj.

Po razcvetu tovrstnih projektov zlasti v šestdesetih letih v ZDA je na osnovi izkušenj okoli leta 1970 prišlo med resnejšimi znanstveniki do preobrata in streznitve. Vlogo računalnika so začeli proučevati na solidnejši osnovi, vzporedno z reševanjem drugih problemov v šolstvu in skladno z razvojem celotne izobraževalne tehnologije. Tak celovit pristop je v Evropi značilen predvsem za Veliko Britanijo in Zvezno republiko Nemčijo (delovanje National Council of Educational Technology, London in projekta Datenverarbeitung im Bildungswesen, FeoLL, Paderborn). Od računalnika seveda ne moremo pričakovati, da bi rešil probleme, ki so v osnovi družbeno-ekonomske narave.

Naše relativno zamudništvo na tem področju moramo obrniti v svoj prid tako, da iz obstoječe sodobne svetovne literature izluščimo,

kateri vidiki oziroma načini uporabe računalnika v izobraževanju se danes smatrajo za najbolj perspektivne in vredne nadaljnjega razvoja in kateri ne. Naša prizadevanja pa ne smejo biti le pasiven posnetek najbolj pozitivnih tujih izkušenj, ampak moramo kot osnovo upoštevati specifične smotre in tendence našega družbenega razvoja, marksistična idejna izhodišča in smotre razvoja vzgoje in izobraževanja.

Vprašati se moramo, koliko in kako bo uvajanje računalnika v izobraževanje prispevalo k uresničevanju naslednjih smotrov in načel:

- Vzgoja za samoupravljanje,
- vzgoja za delo in z delom,
- usposabljanje za permanentno izobraževanje,
- demokratizacija, dostopnost izobraževanja, uresničevanje načela enakih možnosti,
- večja učinkovitost, racionalnost in ekonomičnost izobraževanja,
- razvoj samoiniciativnosti in lastne aktivnosti učencev,
- enakopravnejši in humanejši odnosi v izobraževalnem procesu,
- razvoj ustvarjalnosti in višjih miselnih procesov,
- premoščanje prepada med ročnim in umskim delom,
- posodabljanje učnih vsebin in metod.

2.00 KLASIFIKACIJA UPORABE RAČUNALNIKA V ŠOLSTVU

Za izhodišče možnih načinov uporabe računalnika v šolstvu oziroma izobraževanju smo vzeli Mužičevo klasifikacijo (Mužič, 1973, str. 50), ki pa smo jo nekoliko modificirali in razširili. Eni od naštetih načinov uporabe so specifični za izobraževanje, druge pa najdemo v analogni obliki tudi na drugih področjih.

1. Računalnik kot učno sredstvo ali pripomoček, ki sodeluje v

vseh ali samo v nekaterih fazah učnega procesa. V mednarodnem okviru se je za to, najbolj specifično izobraževalno področje uporabe, uveljavil izraz "computer assisted instruction" ali na kratko CAI. Nekateri s CAI sicer označujejo celotno področje uporabe računalnika v šolstvu, v tem sestavku pa bomo CAI uporabljali v ožjem točnejšem pomenu. V literaturi pa srečujemo še druge izraze, npr. CAL (computer assisted learning), CBE (computer based education).

- a) Računalnik sodeluje v vseh fazah učnega procesa, posega v celokupen regulacijski tok poučevanja, vse od informiranja učenca (podajanja snovi) prek individualiziranega vrednotenja rezultatov in utrjevanja do odločanja o nadaljnjem poteku. Sem štejemo predvsem naslednje strategije (pod izrazom "strategija" mislimo na skupnost pravil, ki upravljajo interakcijo med učencem in računalnikom): Strategija poučevanja, iskanja informacij oziroma dialoga, simuliranja in iger ter reševanja problemov.
- b) Računalnik kot sredstvo je vključen le v posamezne faze učnega procesa, na primer:
- V utrjevanje snovi, ki je bila sicer posredovana na tradicionalen način v razredu (strategija vaje),
 - v vrednotenje in preverjanje, predvsem testno, rezultatov učnega procesa (computer assisted testing ali CAT),
 - v upravljanje pouka s pomočjo računalnika (computer managed instruction ali CMI).

V strategijah, navedenih pod b), računalnik ni več le učno sredstvo v ožjem smislu, ampak postaja "sredstvo organizacije celotnega pouka". Tu ni niti nujno, da je učenec v stalnem neposrednem stiku s terminalom (on-line).

2. Računalnik kot datoteka - sredstvo sistematičnega zbiranja, shranjevanja in klasificiranja informacij, pomembnih za razne odločitve v pedagoškem procesu v ožjem smislu (individualizacija pouka, pri čemer se približa strategiji CMI, šolsko in poklicno informiranje in svetovanje) in v širšem - šolska administracija, planiranje šolske mreže, sestavljanje urnikov, finansiranje in računovodski posli.

Take datoteke so se v svetu doslej najbolj uveljavile v visokem šolstvu, kjer so bile računalniške kapacitete nabavljene prvenstveno za pedagoško in raziskovalno delo, danes pa po nekaterih podatkih, (prim. Haefner, 1975) že blizu polovico teh kapacitet zasedajo administrativno-računovodski podatki in postopki.

Za področje izobraževanja so pomembni npr. naslednji podatki:

- o učencih (družinsko, socialno-ekonomsko stanje, doseganje šolanje in doseženi uspehi globalno in po posameznih predmetih, rezultati testov znanja in sposobnosti, posebni dosežki, nagrade in priznanja, poklicni in študijski interesi, štipendiranje, zdravstveno stanje...),
- o pedagoškem osebju (smer in stopnja doseganje izobrazbe, dopolnilno usposabljanje, specializacije, staž, publiciranje...),
- o učnih sredstvih in opremi (kompjuterizacija knjižničnega fonda pa tudi dokumentacije o avdiovizuelnih sredstvih - filmih, diafilmih, prosojnicah, magnetofonskih in video-posnetkih), ki so na voljo po posameznih učnih temah, da je učiteljem in tudi učencem samim olajšan dostop do informacij,
- o šolskih prostorih, zgradbah, njihovih funkcijah, zasedenosti (pomembno pri sestavljanju urnikov za velike šolske centre), dalje o demografskih nihanjih in drugih podatkih,

pomembnih za šolsko načrtovanje, o financiranju ipd.

3. Računalnik kot "skladišče izobraževalnih vsebin" - primerno klasificiranih informacij z raznih strokovnih in znanstvenih področij. Te informacije so bodisi sestavni del ali dopolnitev rednega izobraževanja, zlasti pa so pomembne za razne oblike permanentnega izobraževanja. Uporabnikom morajo biti dostopne na primeren način (prim. eksperimente s hišnimi telefonskimi priključki na velike informacijske centre v Veliki Britaniji in ZDA).
4. Računalnik kot pripomoček pri raziskovanju pedagoškega procesa in to ne le pri statistični obdelavi podatkov tradicionalnih eksperimentalnih in drugih raziskav, ampak tudi pri dolgotrajnejšem spremljanju in ugotavljanju kompleksnih odnosov med različnimi ukrepi in učinki v tem procesu. Dana je možnost večletnega kopičenja in smiselnega povezovanja najrazličnejših variabel o učencih, pouku, učnih rezultatih, dalje možnost simuliranja teoretičnih modelov pouka, skratka - gre za vrsto raziskav, ki brez računalnika sploh ne bi bile izvedljive.

Seveda je treba takoj poudariti, da za kvalitetne raziskave na tem področju ne zadostujejo le kopice podatkov, ampak je treba izhajati tudi iz primernih teoretičnih modelov učenja in pouka. Tako na nekaterih univerzitetnih računalniških centrih (npr. floridski center v ZDA) že leta kopičijo vse mogoče podatke o učencih in pouku, ne da bi jih uspeli vsaj približno izkoristiti.

5. Računalnik kot učna vsebina se pojavlja povsod tam, kjer želimo učence kot bodoče uporabnike seznaniti z delovanjem in uporabo računalnikov ali pa jih tudi na raznih nivojih usposobiti za delo na računalnikih. Tako lahko računalništvo na-

stopa kot element splošne izobrazbe (na primer kot poseben obvezen ali fakultativen predmet v srednjih šolah ali sestavni del predmetov matematika ali fizika) ali kot sestavni del poklicne oziroma strokovne usposobljenosti (usposabljanje programerjev raznih nivojev, sestavni del študija matematike, elektrotehnike pa tudi ekonomije, uprave, organizacije dela ipd.).

Ti vidiki uporabe se med seboj prepletajo, saj na primer tudi, ko uporabljamo računalnik kot učno sredstvo (CAI, CMI, CAT...), zbiramo ustrezne datoteke o učencih ali se naslanjamo na skladišče informacij iz danega predmeta (glej skico v Mužiću, 1978, str.143). Tudi poučevanje računalništva oziroma informatike naj bi bilo tesno povezano z eno od strategij CAI (reševanje problemov).

V tem prispevku nameravamo kritično analizirati in primerjati predvsem načine uporabe, navedene pod točko 1.a), delno pa še pod 1.b), računalnik nas bo torej zanimal predvsem kot učno sredstvo.

3.00 KRITIČNA ANALIZA STRATEGIJ POUKA S POMOČJO RAČUNALNIKA

V literaturi zasledimo vsaj deset različnih klasifikacij posameznih strategij pouka s pomočjo računalnika (CAI). Strategije se med seboj razlikujejo po načinu upravljanja interakcije med učencem in računalnikom, po odločanju, kako razne lastnosti enega ali več prejšnjih učenčevih odgovorov določajo prikaz naslednje snovi, problema, pomoči učencu ipd. Razlikujejo se po globini vključevanja računalnika v to odločanje in po kompleksnosti pravil odločanja.

Suppes na primer (glej Block, 1971) razlikuje med strategijami

- vaje in utrjevanja (drill-and-practice CAI),
- poučevanja (tutorial CAI),
- razgovora (dialogue CAI),

Zinn navaja naslednje strategije, iz katerih izhaja v svojem delu tudi Šoljan (Šoljan, 1972):

- Vaja in utrjevanje,
- poučevanje,
- dialog,
- iskanje informacij,
- simuliranje,
- igre,
- reševanje problemov.

V naslednjem bomo vsako od glavnih strategij CAI na kratko opisali, navedli njene osnovne značilnosti, cilje, ki jih zasleduje, nekaj tipičnih projektov, predpostavke za njeno učinkovitost in kritičen pregled dosedanjih izkušenj. Podrobneje se bomo ustavili ob strategiji poučevanja (tutorial) in ob njeni teoretični in idejni osnovi v smislu programiranega pouka.

V zadnjih 5 letih so postala področja uporabe računalnika kot učnega sredstva tako heterogena, da nekateri odklanjajo vsakršno delitev na strategije in raje izhajajo iz ciljev posameznih postopkov (primer. izčrpen prikaz uporabe računalnika v kemijskem izobraževanju, Kornhauser, 1975).

3.10 Strategija vaje in utrjevanja (drill-and-practice CAI)

Tu se računalnik uporablja za vajo in utrjevanje spretnosti in pojmov, ki jih je učenec pridobil v tradicionalnem pouku. Vse druge faze pouka - motiviranje učencev, prikaz nove snovi, njena povezava s sorodnimi poglavji ipd., ostanejo v rokah učitelja in se izvajajo s tradicionalnimi učnimi sredstvi.

3.11 Cilji strategije

S to strategijo se namerava doseči troje:

- Individualizirati vajo in utrjevanje tako, da se učencu (običajno preko teleprinterskega terminala, s pomočjo katerega učenec tipka odgovore) postopno prikazuje naloge, ki so prilagojene nivoju njegovih zmožnosti in predhodnih dosežkov,
- dati vsakemu učencu takojšnjo povratno informacijo o pravilnosti rešitve,
- sprostiti učitelja rutinskih, zamudnih, često neprijetnih opravil v zvezi s popraviljanjem nešteti zvezkov z odgovori, da bi mu ostalo več časa za ustvarjalnejše delo z učenci.

3.12 Primeri projektov

Od spodaj navedenih projektov bomo podrobneje opisali le prvega, ki je doslej prešel tudi že v najširšo uporabo (cit. po Eyferth, 1974):

- Arithmetic Drill and Practice Program, (Suppes, Stanford, ZDA, glej tudi Suppes, 1970). V novi verziji iz leta 1970 je namenjen učencem prvih osmih razredov osnovne šole in jim nudi "pomeri" ukrojeno vajo v osnovnih računskih operacijah, saj so v ZDA s testiranjem ugotovili, da po osnovni šoli kar 75% učencev ne obvlada dovolj dobro teh osnovnih spretnosti. To je obenem/^{eden}najstarejših projektov CAI sploh, saj segajo začetki v leto 1963.

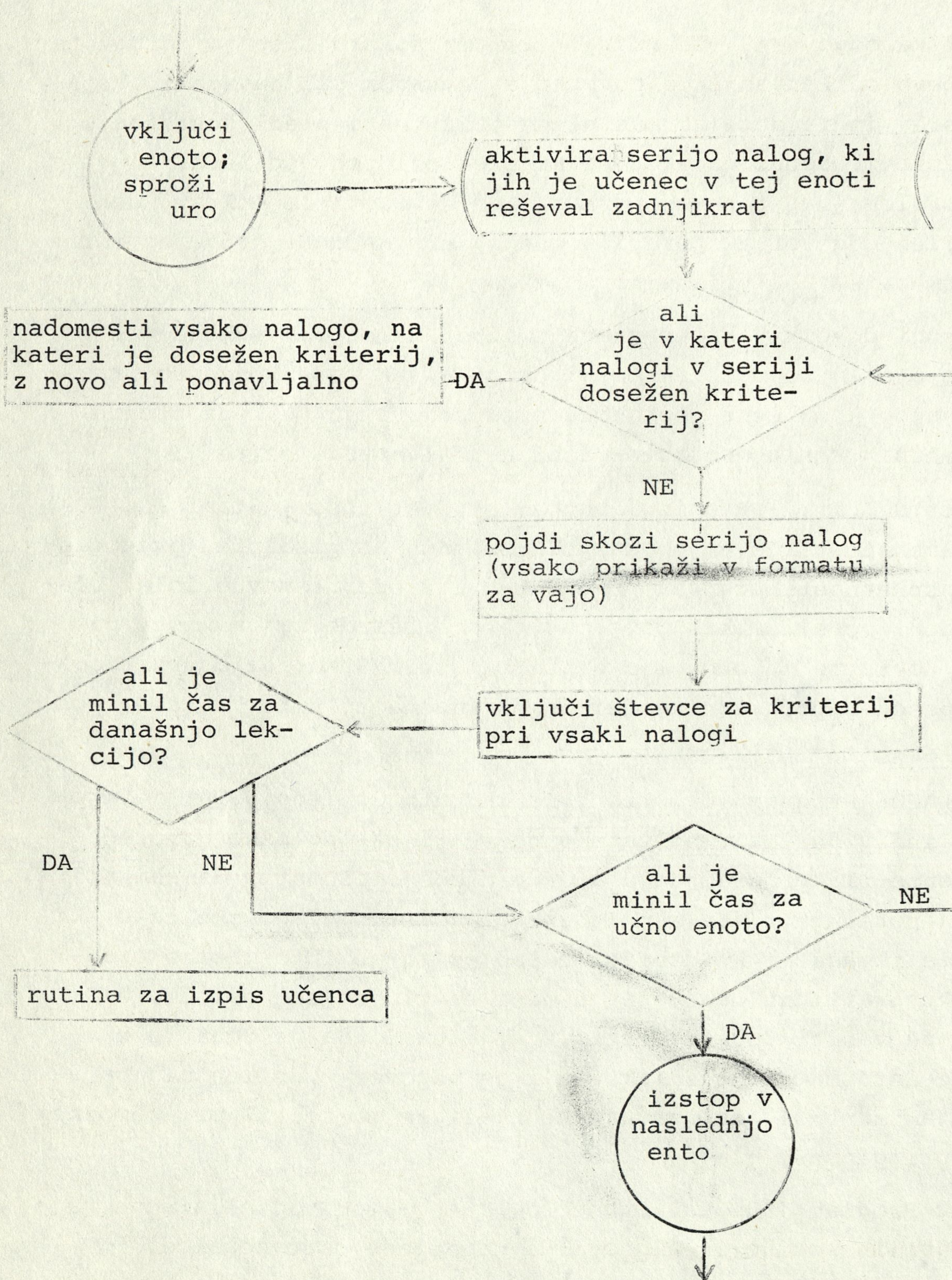
Program je razdeljen na 14 večjih učnih enot ("strands"), kot so pojem števila, seštevanje in odštevanje, pretvarjanje mer, množenje in deljenje, ulomki, decimalna števila, negativna števila. Znotraj vsake enote je vrsta "težavnostnih razredov", v njih pa so nizi med seboj po težavnosti enakih nalog, ki jih generira računalnik.

Vaja traja za posameznega učenca dnevno 5-10 minut. Vaje za vsakega učenca se izbirajo po dveh kriterijih; eden je učni

načrt za odgovarjajoči razred oziroma šolsko stopnjo, drugi pa učenčevo odklanjanje od povprečja (navzgor ali navzdol). Vaja je torej individualizirana glede težavnosti predloženih nalog. Če napravi učenec napako, se mu predloži ponovno ista naloga z opozorilom, naj ponovno poskusi. Če se zmoti še enkrat, dobi pravilen odgovor. Če pravilno odgovori, ne dobi druge povratne informacije, kot prikaz nove naloge.

Prejšnji dosežki, ki uravnavajo izbor nalog za vsakega učenca, se po precej kompliciranem algoritmu vsak teden ponovno preračunavajo, kompletne protokole o napredovanju vsakega učenca v posameznih učnih enotah pa dobi na željo tudi učitelj.

- Stanford Initial Reading Program (R.C. Atkinson, Stanford, ZDA) je namenjen utrjevanju osnovnih bralnih in pisalnih (pravopisnih) spretnosti učencev prvih treh razredov osnovne šole. Učenec dobi po slušalkah povelja, katero besedo naj napiše, pa tudi povratno informacijo o pravilnosti. Strategija prikazovanja besed v posamezni enoti je prikazana na skici 1 (cit. po Eyferth, 1974, str. 321).
- CUM LAUDE Program (U. Urion, Dartmouth College, ZDA) je program individualizirane vaje v nemščini za angleško govoreče študente. Ta program daje učencu precej možnosti, da sam vpliva na potek vaje (da sam izbere glagole in glagolske čase, ki jih želi vaditi; ko dobi globalno povratno informacijo o odstotku pravilnih odgovorov v dani enoti, se sam odloči, ali želi še vaditi ipd.). Pozitivno je tudi, da ne dobi le povratne informacije v smislu, ali je odgovor pravilen ali napačen, ampak tudi analizo napake - ali se je zmotil pri pomožnem ali pri glavnem glagolu ipd.
- Logic Program (Suppes, Stanford, ZDA) - individualizirana vaja v pravilih logike in algebre za nadarjene osnovnošolce.



Skica 1: Tekoči diagram za prikaz učne enote pri strategiji vaje v branju besed (povzeto po Eyferthu, 1974, str. 321).

3.13 Variante strategije

Čeprav so vsi programi te strategije usmerjeni v individualizirano vajo in utrjevanje pridobljenih spretnosti, so med njimi precejšnje razlike predvsem v naslednjih vidikih:

- Ali učencu le povedo, da je nekaj napravil napačno ali pa napačno tudi analizirajo in nudijo konkretno pomoč, da bi jo popravil;
- Ali prekrivajo večletno obdobje vsakodnevne vaje (npr. celoten osnovnošolski program, kot je to pri utrjevanju osnovnih računskih spretnosti) ali pa obsegajo le krajše izseke snovi (npr. nemški glagol). V prvem primeru je algoritem odločanja o zaporedju prikazovanja naloge vsakemu posameznemu učencu izredno kompliciran, v drugem primeru pa lahko učitelj ali celo učenec sam odloča, koliko in kakšne vaje si želi;
- koliko lahko učenec sam vpliva na potek vaje (kot smo to videli v CUM LAUDE programu). V ta namen mora imeti pregled nad strukturo celotne snovi in tudi nad svojo uspešnostjo ne le v posameznih nalogah, ampak na celotnih področjih. V novejšem času se uspešno uveljavljajo poskusi, da učitelj ali celo učenec sam za svoje součence sestavlja primerne naloge za vajo, na primer v jeziku COURSEWRITER.

3.14 Ovrednotenje strategije, kritične pripombe

Obsežnejše izkušnje z uporabo te strategije imajo doslej predvsem v ZDA, kjer so že celotne velemestne šolske okoliše (npr. v New Yorku in Chicagu) po sistemu time-sharing priključili na računalniško utrjevanje pravopisa in osnovnih računskih operacij. Izvedli so tudi že nekaj eksperimentov, v katerih so primerjali napredek učencev, ki so bili deležni vaje z računalnikom, s kontrolno skupino tistih, ki so obiskovali le tradicionalen pouk. Po pol leta so imeli učenci eksperimentalnih oddelkov približno dodatnega pol leta "naskoka" v znanju pred učenci kontrolnih oddelkov, in to predvsem učenci iz nižjih socialno-ekonomskih plasti (cit. po

Eyferth, 1974). Šlo je tudi za prvo leto uvajanja računalnika, ko je deloval še "čar novosti".

Ali imajo učenci tako vajo radi? Anketiranje po enem letu takega dela je dalo pozitivne odgovore pri približno 80% zajetih učencev, stališča pa bi morali spremljati še dalj časa, ko bi postalo delo ob računalniku sestavni del šolskega vsakdanjika. Učencem je predvsem všeč, da ob napakah niso grajani, ampak da jim računalnik potrpežljivo predloži vedno nova pojasnila in naloge.

Ali uspemo s to strategijo vajo res individualizirati? V večini primerov je upoštevana le dimenzija "težavnosti naloge" in če učenec danega nivoja ne obvlada, se mu predložijo lažje naloge. Dolej pa je bilo vse premalo poskusov, da bi analizirali, katere miselne operacije terja posamezna naloga in kjer je izvor konkretne napake.

Od take analize zavisi tudi vrednost povratne informacije. Znano je, da večina programov deluje pod predpostavko, da je za učenje najboljša takojšnja in po možnosti pozitivna povratna informacija (v 70-90% primerov). O tem problemu bomo podrobneje spregovorili v poglavju o strategiji poučevanja in programiranem pouku. Tu se le vprašajmo, ali ne postane takšno urjenje sčasoma dolgočasno za bolj bistre in motivirane učence? Če se negativna povratna informacija omejuje na ugotovitev "napravil si napako", ima pozitivna povratna informacija za učenca res večjo informacijsko vrednost. Toda treba bi bilo razvijati programe v katerih bi se učenčeve napake kvalitativno analizirale in bi se mu razložil vzrok napake (kar je seveda zahtevnejše).

Ali je individualizirana vaja kaj vplivala na siceršnje delo učiteljev v razredu? Pokazalo se je, da zelo malo. Učiteljev niti niso posebno zanimali protokoli z izpisanimi podatki o napredovanju vsakega učenca, da bi na primer na tej osnovi oblikovali skupine v razredu, niti niso zaradi vaje z računalnikom kaj manj va-

dili v razredu. Delno je bil temu vzrok, ker niso bili za takšno integriranje dovolj usposobljeni, delno pa za to niso bili motivirani, ker je šlo za tim. "teacher proof" programe, ki so nastali v raziskovalnih inštitucijah mimo sodelovanja z učitelji.

Nekateri zato predlagajo, da bi take velike programe raje nadomestili z "banko vaj", iz katere bi učitelji in tudi učenci izbrali tiste vaje, ki bi se jim zdele potrebne. S tem bi eni kot drugi odigrali aktivnejšo vlogo. K boljšemu razumevanju smisla že izdelanih programov bi pripomoglo tudi, če bi usposabljali učitelje in celo učence, da sami pišejo krajše, nerazvejane programe za vajo.

Nasploh je ta strategija bolj uporabna v tistih šolah, kjer so tudi sicer že poskušali pouk individualizirati ali ga izvajati v manjših skupinah. Dalje se obnese pri pouku posebnih skupin, na primer gluhtonemih otrok ali učencev, ki ne obvladajo jezika dežele, v kateri se šolajo, in za vajo v novih poklicnih spretnostih (industrija, banke, promet...), za katere še ni dovolj učiteljev.

Zaključimo torej lahko, da se je pokazala določena, čeprav razmeroma omejena uporabnost te strategije, ki pomaga k doseganju ciljev, stoječih razmeroma nizko v hierarhiji. V perspektivi je potrebno predvsem razvijati programe, ki nudijo analizo napak in inteligentno pomoč pri reševanju, ter take programe, ki sami generirajo naloge (v smislu generatorja slučajnih števil) in ki dajejo učitelju in učencem bolj aktivno vlogo in večjo možnost vplivanja na potek vaje.

3.20 Programirani pouk in strategija poučevanja (tutorial CAI)

Značilno za strategijo poučevanja (tutorial CAI) je, da računalnik tu prevzema celotno podajanje, vrednotenje in utrjevanje snovi - znanj, pojmov in povezav med njimi. Včasih je te programe težko razlikovati od prej opisane strategije utrjevanja, ker vsebujejo tudi precej gradiva za vajo, pomembno pa je, da skušajo

tudi podati celotno snov in na tak način posnemati oziroma nadomestiti učitelja.

Ob začetkih uvajanja računalnika kot učnega sredstva so bili prav s to strategijo povezani največji upi in pričakovanja. Smatralo se je, da bo računalnik milijonom šolarjev po vsem svetu odigral (simuliral) vlogo idealnega domačega učitelja, ki bo vsakomur nudil individualizirane usluge v podajanju najsodobnejšega znanja, in to v skladu z zmožnostmi, potrebami in željami vsakega posebej. Prvotna pričakovanja najbolje ponazarja izrek P. Suppesa, matematika in psihologa, že omenjenega začetnika velikih CAI projektov na stanfordski univerzi, iz leta 1966: "V nekaj letih bodo uživali milijoni učencev to, kar je Aleksander, sin Filipa Makedonskega, užival kot kraljevski privilegij: osebne usluge domačega učitelja, ki je takó obvladal znanje svoje dobe in bil tako pripravljen odgovarjati na vprašanja, kot Aristotel." Že leta 1970 pa so Suppesova pričakovanja mnogo skromnejša (prim. Suppes, 1970) in to leto pomeni hkrati preobrat v gledanju na perspektivnost te strategije ter postopen upad finančne pomoči v ZDA za giantske tovrstne projekte. V nadaljnjem si bomo na kratko ogledali teoretične osnove in izhodišča za ta proces.

3.21 Programirani pouk

Ker se je strategija poučevanja razvila v tesni povezavi z gibanjem programiranega pouka, predvsem Skinnerjevega tipa, ki je prvič v večjem merilu dokazal, da je mogoče poučevanje avtomatizirati, bomo najprej opisali najpomembnejše značilnosti programiranega pouka, a le na kratko, ker imamo o tej problematiki v jugoslovanskih jezikih že bogato informativno literaturo (prim. Strmčnik, 1978, Lysaught-Williams, 1966; Mužić, 1968; Bakovljev, 1969, 1972; Mihajlović i.dr., 1970; Šoljan, 1969).

Glavni postulati programiranega učenja, ki se je začelo razvijati v petdesetih letih v ZDA skoraj izključno na osnovi Skinnerjeve behavioristično usmerjene teorije operativnega pogojevanja, so

naslednji:

- Stalna učenčeva aktivnost. Učno gradivo je pripravljeno tako, da sproti izziva razne oblike na zunaj vidne učenčeve aktivnosti (behavior) - največkrat pisanje odgovorov na vprašanja ali tudi izvajanje preprostih eksperimentov, ker se da samo zunanja aktivnost podkrepiti in s tem "oblikovati" (shaping). Ta zahteva predstavlja/^{reakcijo}na znano slabost tradicionalnega pouka, pri katerem so učenci velikokrat le pasivni sprejemniki znanja in niso pri tem niti koncentrirani. Je pa pretirana, saj enači zunanjo in miselno aktivnost oziroma zanemarja slednjo.
- Vsaki učenčevi reakciji mora takoj slediti podkrepitev, največkrat v obliki povratne informacije o pravilnosti odgovora.
- V skladu s Skinnerjevo teorijo je za učenje pomembna predvsem pozitivna podkrepitev, kar pomeni, da je treba preprečiti, da bi učenec med učenjem delal napake. To dosežemo takó z razčlenitvijo snovi na najbolj elementarne delce (v vsakem členku je vsebovana le minimalna količina novih informacij) kot tudi z empirično verifikacijo (validacijo) programiranega gradiva na večjem vzorcu učencev, preden ga širše uporabimo. Pri tem so po Skinnerju potrebni revizije, običajno v smislu poenostavitve, že členki, ki izkazujejo več kot 5-10% napak.
- Učenje s programiranim gradivom je individualizirano, in to predvsem v tempu predelave, le delno tudi v vsebini in načinu učenja.

K individualizaciji kot bistveni karakteristiki programiranega učenja je poleg Skinnerjevega "linearnega programiranja" (vsi učenci preidejo vse členke v enakem vrstnem redu, možno je le občasno preskakovanje ali vračanje, zastavljena vprašanja pa so praviloma odprta - zahtevajo, da učenec konstruira odgovor) pripomogel zlasti Crowder z uvedbo t.im. intrinzičnega ali razvejane programiranja, pri katerem je prikaz naslednjega dela snovi odvisen od pravilnosti zadnjega učenčevega odgovora in celo od tipa napake. V ta namen so učencu v členkih predložena največ-

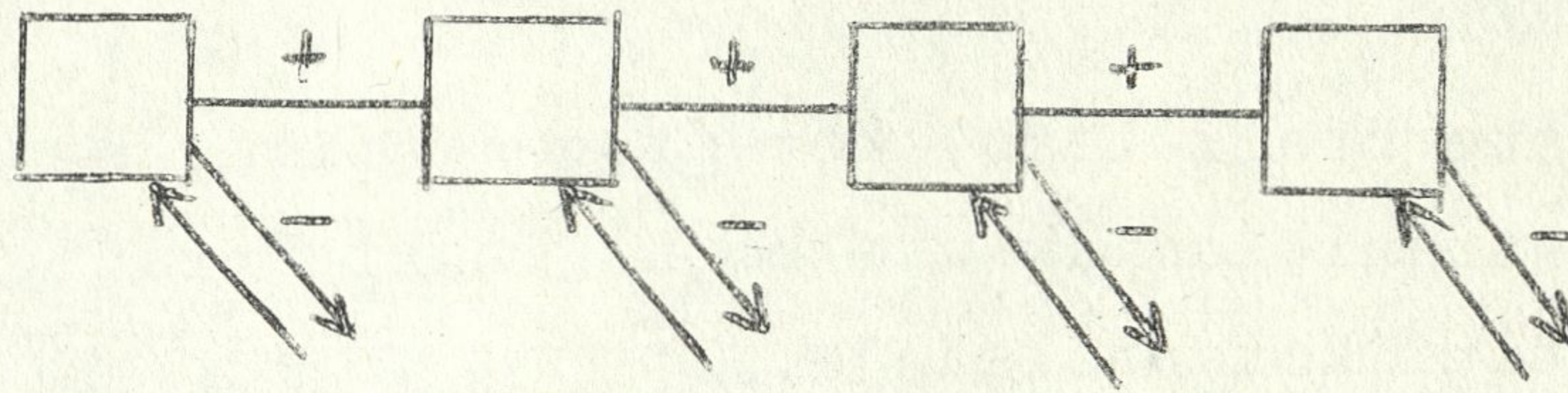
krat vprašanja izbirnega tipa, v katerih izbor vsake (pravilne ali napačne) možnosti v t.im. kriterijskem členu zahteva drugačno obravnavanje v nadaljnjem programu (glej skico 2 in prilogo 1!).

Že pri prikazovanju programiranih sekvenc Skinnerjevega tipa se je pokazala pomanjkljivost običajnih programiranih učbenikov, saj je bilo težko prepričati učencem, zlasti če niso bili motivirani, da ne bi gledali vnaprej pravilne rešitve. Uveljavili so se mehanični učni stroji, pri katerih je bilo možno preiti na naslednji členek šele potem, ko je učenec že napisal svoj odgovor in ga premaknil "pod steklo". Pri linearnem programiranju te vrste je seveda povratna informacija nujno povsem stereotipna, enaka za vse učence.

Crowderjev in podobni načini programiranja pa zahtevajo neprestano preskakovanje, kar so poskusili rešiti z učbeniki tipa "scrambled books", v katerih učenec po navodilih lista naprej in nazaj. Nastajali pa so tudi kompliciranejši mehanski in elektro-mehanski učni stroji, zmožni delnega prilagajanja učencu, npr. EDUCATOR in BACCALAUREUS v Nemčiji, AUTOTUTOR na Češkem. Ti preko tastature sprejemajo proste, največkrat pa izbirne učenčeve odgovore in v skladu z njimi izberejo prikaz naslednje informacije oziroma vprašanja. Izbor znakov, ki jih učenec lahko uporablja, pa je razmeroma omejen in tudi stroji so razmeroma togi, primerne le za tisti tip programa, za katerega so bili konstruirani. Uporaba takih učnih strojev danes v svetu odločno upada, čeprav jih na sejnih učne tehnike producenti še radi reklamirajo.

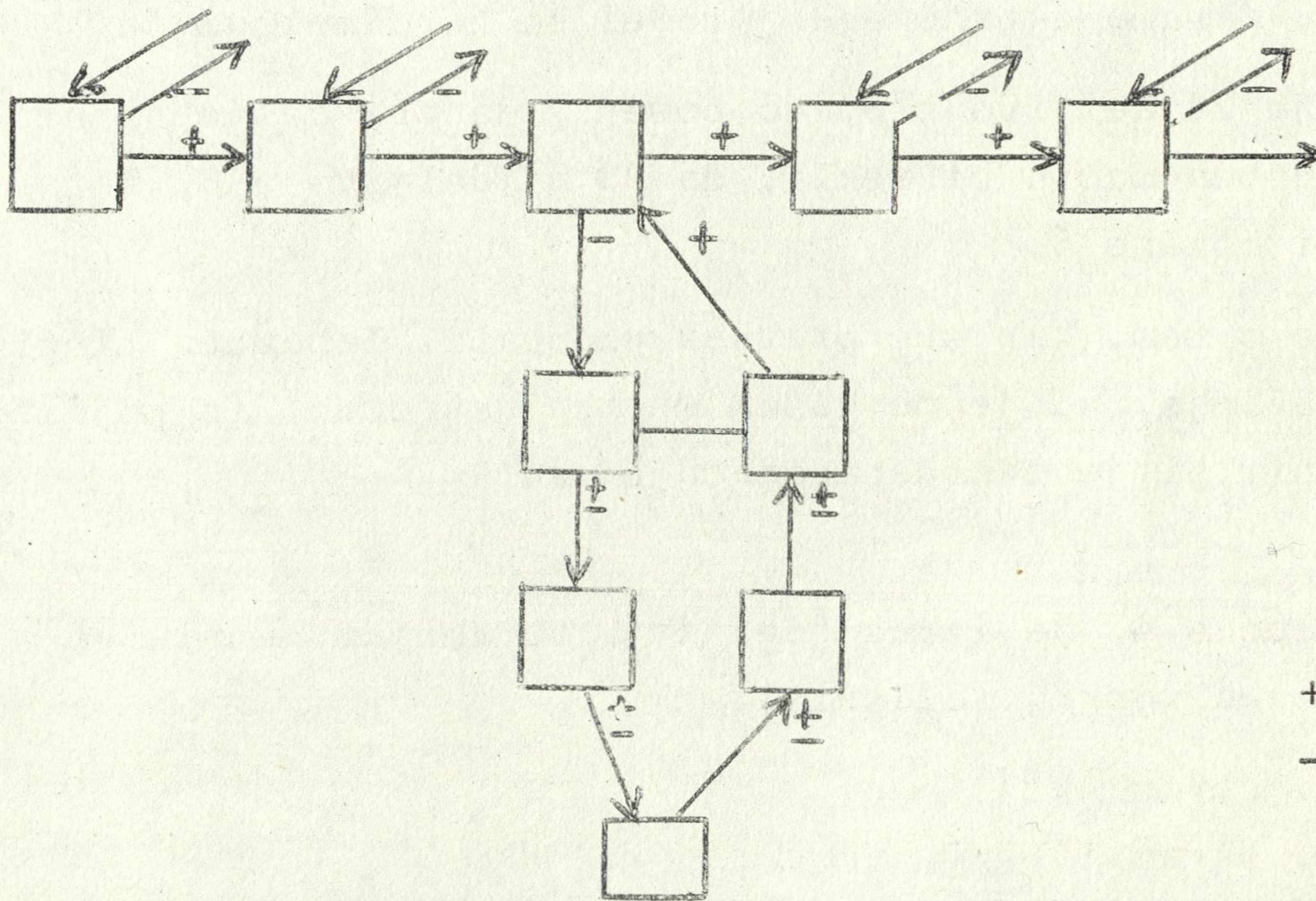
Pri iskanju boljše rešitve je bil gibanju programiranega pouka zelo dobrodošel prav računalnik, ki združuje možnosti večine klasičnih učnih sredstev (tako tiskanih kot avdiovizuelnih virov znanja, zlasti če ima poleg teleprinterskih tudi grafične terminale s katodno cevjo ali s plazma-zaslonom, z možnostjo prikazovanja skic in krivulj ter projiciranja mikrofilmov (Kornhauser,

a) linearno programiranje (po Skinnerju)



itd.

b) razvejano programiranje (po Crowderju)



itd.

+ pravilen odgovor
- napačen odgovor

Skica 2: Shematičen prikaz linearne in razvejane strategije programiranega pouka (po Mužiču, 1968, 99-)

Odlomek iz (intrinzično) razvejanega programa - uvodni del sekvence o deljivosti števil, adaptiral N.A. Crowder (Fry, 1963)*

Stran 1:

Tega besedila ne boste brali tako, kot druge knjige, da boste listali od strani do strani, ampak vam bo na vsaki strani rečeno, katere se morate lotiti kot naslednje.

Sedaj ste na strani 1, odprite knjigo na strani 5!

Stran 5:

Prikazali vam bomo zanimiv teorem o deljivosti nekaterih števil. Preden začnemo, moramo natančneje opredeliti terminologijo.

Če rečemo, da je 24 deljivo s 6, to pomeni, da pri deljenju ni ostanka. Na podoben način bi rekli, da 29 ni deljivo z 8, ker pri tej delitvi ostane 5.

Sledi vprašanje o tem, kar ste pravkar prebrali. Izberite tisti odgovor na vprašanje, ki je po vašem mnenju ustrezen, in pojdite naprej do strani, ki je označena ob odgovoru!

Vprašanje:

Ali je 11 deljivo s 4, če izraz "deljiv" uporabljamo v tistem smislu, kot smo ga zgoraj razložili!

DA stran 9

NE stran 15

Stran 9:

Vaš odgovor: 11 je deljivo s 4.

Izraz "deljiv" smo uporabili v smislu "deljiv brez ostanka". Če delimo 11 s 4, dobimo ostanek 3 ali z drugimi besedami, 4 v 11 gre dvakrat, ostane 3. Zato rečemo, da 11 ni deljivo s 4.

Sedaj se vrnite na stran 5 in ponovno poskusite rešiti problem!

* Strani bomo prikazali v vrstnem redu urnega poteka, medtem ko si v učbeniku sledijo seveda po vrsti in je treba po njem listati, v smislu "scrambled book sequence".

Stran 15:

Vaš odgovor: 11 ni deljivo s 4.

Prav imate - 4 "gre" v 11 dvakrat, ostanek je 3. Ker smo dobili ostanek, pravimo, da 11 ni deljivo s 4.

V naši demonstraciji želimo tudi poudariti, da so nekatera števila cela števila in ne ulomki. Serija celih števil vsebuje cela pozitivna in negativna števila ter 0.

Katero od spodaj navedenih števil je celo število?

- 3,96 stran 3
- 1/3 stran 7
- 37 stran 11

Stran 3:

Vaš odgovor: 3,96 je celo število.

Ne, 3,96 je decimalno število; 0,96 pomeni 96/100. Ulomek ni celo število. 27 je celo število, 27/8 pa ne.

Sedaj se vrnite na stran 15 in ponovno poskusite!

Stran 7:

Vaš odgovor: 1/3 je celo število.

Zmotili ste se, ulomki niso cela števila. Na primer: 27 je celo število, 27/8 pa ne.

Sedaj obrnite liste do strani 15 in še enkrat poskusite!

Stran 11:

Vaš odgovor: 37 je celo število.

Prav imate, 37 je celo število. Druga predložena števila so bila ulomki, torej niso bila cela števila.

Dobro. Teorem, ki ga želimo dokazati, je: če je n neparno število, bo število $(n^2 - 1)$ deljivo z 8.

Na primer: Če je $n = 3$, potem bo $(n^2 - 1) = 3 \times 3 - 1 = 9 - 1 = 8$, kar je deljivo z 8.

Če je $n = 7$, potem je $(n^2 - 1) = 7 \times 7 - 1 = 49 - 1 = 48$, kar je spet deljivo z 8.

Ali naš teorem pomeni, da je $(n^2 - 1)$ deljivo z 8, če je $n = 6$?

DA stran 17

NE stran 21 itd.

1975). Obenem pa predstavlja računalnik idealni učni stroj s teoretično neomejenimi možnostmi adaptacije. V nekem smislu lahko združi Skinnerjevo in Crowderjevo koncepcijo na višjem nivoju, tako da tudi v razvejanem programu dopušča prosto oblikovane učenčeve odgovore. To je pomembno, ker so vprašanja izbirnega tipa praviloma manj zahtevna in lahko učenec ugane pravilni odgovor tudi po kakšnih zunanjih, nebistvenih značilnostih. Velikokrat je bolj angažirano njegovo pomnjenje kot samostojno razmišljanje. Poleg tega lahko računalnik, vsaj teoretično, pri razvejanju upošteva še druge, trajnejše učenčeve značilnosti, na primer predhodno znanje in sposobnosti.

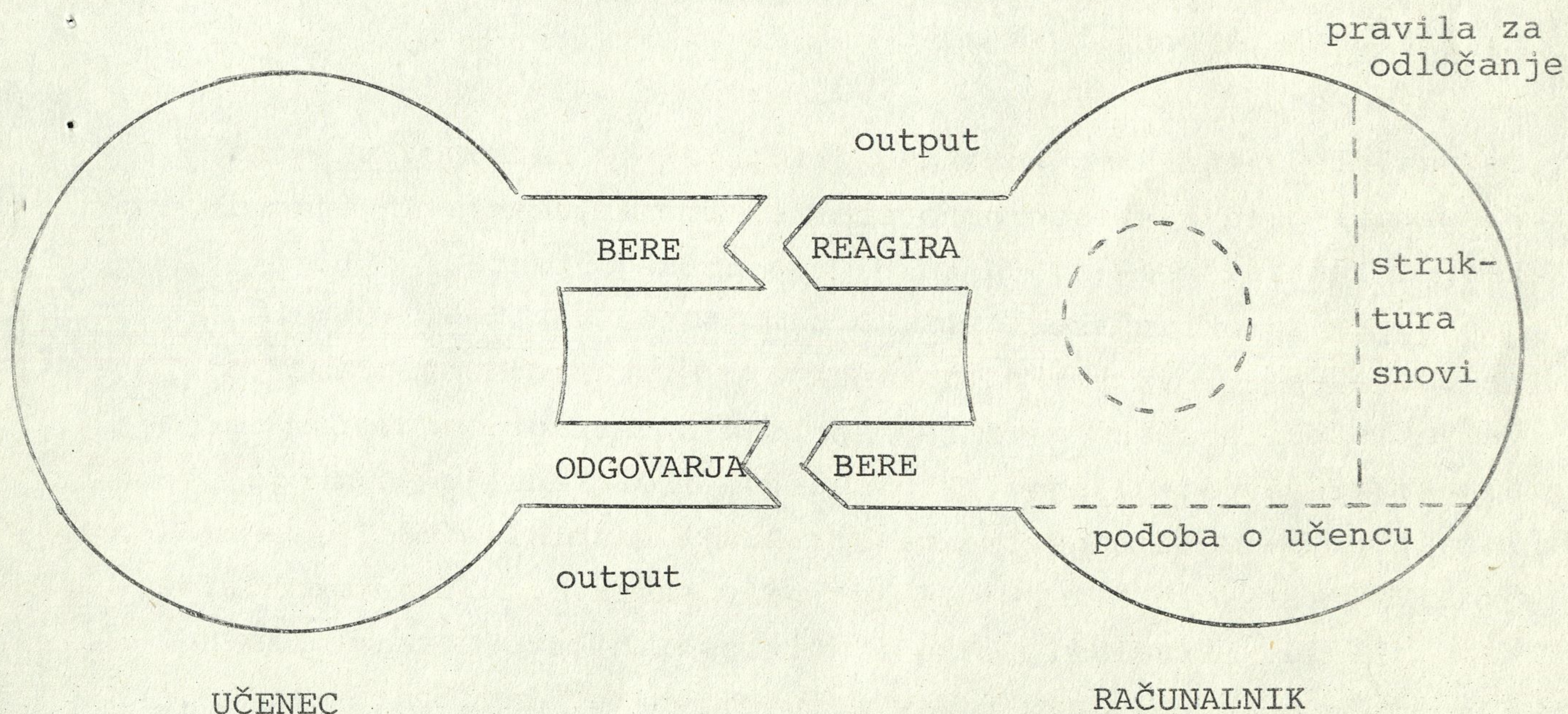
Glede na možnosti individualizacije lahko torej pri programiranem učenju razlikujemo tri nivoje (Šoljan, 1972):

1. Linearno logiko, po kateri napredujejo v programu vsi učenci po isti poti, individualiziran je le tempo napredovanja. Program/^{je} "neobčutljiv za odgovore" ("response insensitive" Block, 1971), predložimo pa ga lahko s programiranim učbenikom ali s preprostim mehaničnim učnim strojem.
2. Intrinsična logika Crowderjevega tipa, po kateri vplivajo na potek učenja oziroma oblikovanja učne poti razne značilnosti učenčevega dela s programom. Pri programiranem učbeniku je to običajno le tip napake na "kriterijskem členku", računalnik pa pomaga uresničiti tudi zahtevnejše vidike intrinzične logike, v smislu upoštevanja daljše zgodovine učenčevega dela s programom (proporc napačnih odgovorov, razne kombinacije napak), latence (reakcijskega časa) pri posameznih odgovorih ipd.
3. Adaptivna logika ali ekstrinzično programiranje pa dopušča upoštevanje tudi drugih informacij o učencu, ki niso v neposredni zvezi z delom na programu. To so na primer: učenčevo dosedanje šolanje in doseženi uspehi, rezultati na predtestih pa

- tudi trajnejše lastnosti - posebne in splošne sposobnosti, kognitivni stil (način miselne predelave informacij), nivo motiviranosti, koncentracije ipd. Razvejanje je poleg tega na določenih točkah možno prepustiti tudi učencu samemu (learner-control mode). Adaptivno logiko lahko uresničimo le ob uporabi računalnika.

3.22 Pogoji in predpostavke strategije poučevanja

Strategija poučevanja je torej povzela teoretična in aplikativna izhodišča programiranega pouka, kar ji je na začetku dalo velik zagon in popularnost, kasneje pa je postalo cokla nadaljnjega razvoja. Kateri so osnovni pogoji in predpostavke za uspešno izvedbo te strategije in do kolike mere so lahko izpolnjeni na današnji stopnji razvoja?



Skica 3: Shema sistema učenec - računalnik v strategiji poučevanja (Computerunterstützter Unterricht in der allgemeinbildender Schule, 1973, str. 30).

1. Računalnik sprejema in ovrednoti informacije s strani učenca (njegove odgovore, izjave, vprašanja, željo po pomoči ipd.) Učenec največkrat vlaga informacije preko tastature s tipkanjem, le pri redkejših in dražjih izvedbah z dotikom svetlobnega svinčnika na katodni ali plazma-zaslona. Možnost semantične analize govornih informacij je zaenkrat še zelo omejena, čeprav bi bila dobrodošla zlasti pri učenju majhnih otrok ali pri učenju tujih jezikov.

Programer mora predvideti pravilne, delno pravilne odgovore in tiste variante napačnih odgovorov, s katerimi želi povezati razvejanje. Računalnik "razume" učenčeve izjave običajno tako, da jih primerja z uskladiščenim seznamom "ključnih izrazov", ki naj pri učnih programih dopuščajo tudi variacije v smislu manjših pravopisnih napak (npr. v odgovoru na vprašanje "Kdo je odkril Ameriko" je ključni izraz "Kolumb" ali "Colombo", "Krištof" ni bistveno).

Če naj bi učni dialog potekal kolikortoliko naravno, bi moral programer predvideti ogromno število možnih učenčevih odgovorov, a izkazalo se je, da tako delo presega fantazijo tudi največjih strokovnjakov. Prav v tem je eno ozkih grl strategije poučevanja. Pri tem niti zamudno preizkušanje programov na večjem številu učencev in registriranje variant odgovorov ter napak, ki se pojavljajo, ne pomaga veliko. Nadalje je mnogo lažje, predvideti odgovore na vprašanja v smislu "kdo?" "kdaj?" "koliko?" ali "kje?" kot na vprašanja, kot "utemelji, kako deluje!" "razloži, zakaj!" "izlušči bistvo". Mnogi programerji se iz opisanih težav rešujejo tako, da učencu že predložijo možne odgovore, s čimer pa zdrknejo spet na nivo "scrambled book" Crowderjevega tipa. Računalnik degradirajo na zelo dragega "obračalca listov", simulacija učnega razgovora pa je s tem precej osiromašena.

Poleg razumevanja je potrebno tudi ovrednotenje učenčevega od-

govora. V preprostejši varianti gre za alternativo pravičen - napačen odgovor (prim. možnosti jezika COURSEWRITER), kar je še dokaj ustrezno za strategijo vaje in utrjevanja, medtem ko bi bilo pri strategiji poučevanja potrebno prepoznati tudi delno pravilne odgovore in navezati nanje nadaljnji dialog. Podobni poskusi pa so največkrat propadli, ker je vnaprej "konzervirani" dialog odpovedal, čim je učenec uporabil kakšen nepredvideni sinonim ali ne povsem točen izraz (tu so zastavljeni predvsem učenci s šibkejšim verbalnim faktorjem). Tudi tu torej zadeva strategija ob zaenkrat še zelo omejene možnosti računalnika pri razumevanju kompleksnih besednih sporočil.

2. Odločanje o učnem poteku. Po učenčevem odgovoru se mora računalnik "odločiti", katero informacijo oziroma nalogo bo predložil kot naslednjo. Če pri tem upošteva samo določeno značilnost zadnjega odgovora (pravilen, delno pravilen, napačen), spet deluje le na nivoju "obračalca listov" programiranega učbenika. Pričakujemo, da bo obdelal in vključil novo in prejšnje (programu interne in eksterne) informacije o učencu. Pri tem je problematično že, da posamezne učenčeve izjave (odgovori itd.) v učnem dialogu nimajo diagnostične teže, da ne morejo pokazati nivo njegovega znanja enko točno, kot bi to pokazal dober (kriterijski) test znanja. Pa tudi trajnejše učenčeve karakteristike (sposobnosti, motiviranost...) so še izredno odvisne od merskega instrumenta, ki ga uporabljamo.

Tudi če bi imeli o trenutnih in trajnejših učenčevih značilnostih veljavne in zanesljive podatke, nam za učinkovito odločanje manjka primeren model učnih algoritmov, kakršnega pedagoška in psihološka teorija še nista uspeli razviti. Ali vemo, kakšen prikaz informacij bi bil optimalen za učence z nižjimi sposobnostmi, manjšimi interesi ali motnjami koncentracije? In če učenec zelo dolgo ne odgovori na zastavljeno vprašanje, kako naj računalnik "ve", ali ne zna odgovoriti ali ni koncen-

triran ali pa ga je kdo pri delu zmotil?

Le pri razmeroma preprosti strategiji vaje je uspelo raziskovalcem do neke mere zadovoljivo izdelati kriterije optimiranja učnega poteka, pri strategiji poučevanja pa se morajo še vedno v veliki meri naslanjati na lastno intuicijo. Poskus temeljitejše individualizacije naleti kmalu tudi na čisto praktično oviro - že pri dveh možnostih v določeni variabli (npr. visoke - nizke sposobnosti) naraste število možnih učnih poti po 10 členkih na 2^{10} . Tolikšne nepreglednosti pa ne more noben avtor drugače obvladati, kot da občasno spet vse učence združi na isti učni poti, saj predstavlja sočasno spremljanje 5-10 učnih poti gornjo mejo programerjevih zmogljivosti.

Izredne možnosti računalnika, da nakopiči veliko število podatkov o vsakem učencu in jih vključuje v odločanje o optimalnem poteku učenja, doslej še v nobenem projektu niso bile niti približno izkoriščene, podobno, kot niso bile še izkoriščene možnosti, ki jih nudijo posebej za strategijo poučevanja razviti avtorski jeziki (kot je COURSEWRITER I in II).

3. Dajanje informacij učencu. Tudi povratne informacije učencu morajo biti v tej strategiji vnaprej predvidene, "konzervirane" (le včasih vsebujejo tudi sproti generirane številke ali izraze, medtem ko večjih semantičnih enot še ni mogoče poljubno generirati). Da bi se izognili stereotipnosti in brezosebnosti dialoga, avtorji programov variirajo tako pozitivne kot tudi negativne povratne informacije (varianete pozitivnih: Dobro! Sijajno! Le tako naprej! ipd.). Kljub temu je tak dialog še zelo daleč od naravnega in ga nekateri označujejo kot "psevdodialog".

Nekatere od teoretičnih in praktičnih problemov strategije poučevanja bomo še podrobneje obdelali.

3.23 Problem teoretično-psiholoških osnov strategije poučevanja

Edina, doslej na tem področju širše uveljavljena teorija učenja, Skinnerjevo operativno pogojevanje, je doživela kritiko praktično vseh temeljnih predpostavk (pri tem je zanimivo, da se je Skinner sam zelo omalovažujoče izrazil o možni vlogi računalnika v učnem procesu, prim. Eyferth, 1974, str.208).

Ali je na primer nujno, da med programiranim učenjem neprestano izzivamo zunanje učenčeve reakcije? Vrsta eksperimentov je pokazala, da ni bistveno za uspeh učenja iz programiranih materialov, če učenci sproti pišejo odgovore ali si jih le zamišljajo (prim. Stolurow, 1964, Strmčnik, 1978).

Kako nujna je za uspešno učenje podkrepitev? Polemika o tem vprašanju, ki ima med teoretiki učenja že polstoletno zgodovino, je pridobila s programiranim učenjem in uporabo računalnika v pouku novo aktualnost. Skinner je v prvotnih eksperimentih dajal otrokom sladkorčke in druge nagrade, pri čemer sta bili pomešani tako motivacijska kot tudi informacijska funkcija podkrepitve ("če dobim nagrado, je bila moja reakcija pravilna") (prim. Strmčnik, 1973). Kasneje se je uveljavila zahteva, da je treba obe funkciji ločiti (prim. Estes, 1972) in pri programiranem učenju se je uveljavila povratna informacija o pravilnosti odgovora. Te pa ne moremo smatrati več le za avtomatično podkrepitev reakcije, ampak gre tu predvsem za informacijo, ki jo posameznik v sebi predela in mu kot taka usmerja nadaljnje učenje.

Pri tem opozarja npr. Kulič (1970, 1971), da ekstrinzična informacija o rezultatu ni vedno niti nujen niti zadosten pogoj za uspešno učenje. Opazovanja kažejo, da mnogi učenci, zlasti bistrejši, pri programiranem učenju često sploh preskočijo povratno informacijo in se zanesejo predvsem na svoje prepričanje o pravilnosti rezultata (SIR - "subjective identification of the activity result"), na kakršno je vezan učenec tudi v večini si-

tuacij samostojnega učenja. Zato tudi opuščanje sprotne zunanje povratne informacije ne vpliva vedno negativno na učne rezultate, če je le v sami dražljajski situaciji dovolj namigov za identifikacijo pravilnega odgovora. Zunanja povratna informacija pa je potrebna predvsem v začetnih fazah programa in pri težkih, problemsko zastavljenih nalogah ter pri učencih, ki imajo malo predhodnega znanja.

Tudi McKeachie (1974) poudarja, da bo poznavanje učnih rezultatov v programiranem učenju pozitivno vplivalo na dosežke le, če je to seznanjanje za učenca res informativno. Informativna vrednost povratne informacije pa ni posebno velika, če v skladu s Skinnerjevimi zahtevami zastavljamo le izredno lahka vprašanja, na katera pričakujemo 90% pravih odgovorov. V principu je pozitivna povratna informacija sicer bolj informativna kot negativna, če je slednja zreducirana le na izraz "napačno". Če pa je napaka obrazložena in učenec zve, kaj mora storiti, da bi jo popravil, potem se informativna vrednost take negativne podkrepitve zelo poveča. V nekaterih eksperimentih se je celo pokazalo, da so se več naučili tisti učenci, ki so med učenjem napravili več napak, če so jim bile te v povratni informaciji analizirane (Atkinson, 1972, cit. po Eyferth, 1974).

Učinek stalne pozitivne podkrepitve je vprašljiv tudi z vidika novejših, kognitivno usmerjenih pogledov na motivacijo. Pozitivni vpliv poznavanja rezultatov na nadaljnje učenje se pokaže sploh le v primeru, če je učenec za učenje motiviran. Med učenjem si učenec vnaprej ustvari določeno pričakovanje pravilnosti svojega odgovora in tudi oceni, kolikšna je možnost, da bo uspel. Povratna informacija ima največjo motivacijsko vrednost, če se zmerno odklanja od pričakovanja. Pri 90% uspešnosti pa takih odklonov skorajda ni, zato se motivacija zniža, programirano učenje pa postane dolgočasno za večino učencev. Posebno za visoko storilnostno motivirane učence, ki jih motivira predvsem težnja po uspehu, bi bilo koristneje, premakniti možnost uspeha v bli-

žino srednje vrednosti - 50% (Heckhausen, 1974).

Podobno kot težnja po stalni pozitivni podkrepitvi doživlja popravke tudi Skinnerjeva zahteva o takojšnjosti podkrepitve. Po Skinnerju lahko uspešnost učenja ogrozijo že manj kot minuto dolgi premori med odgovorom "organizma" in podkrepitvijo. Tako za programirane učbenike kot tudi za učne stroje z računalnikom vred je značilno, da žele ustreči tej zahtevi po takojšnji povratni informaciji. Pokazalo pa se je, da je ta res nujna predvsem pri psihomotoričnem in enostavnem besednem učenju (v smislu verižnega učenja po Gagnéju, glej Gagné, 1965). Pri učenju smiselnega besednega gradiva, ki tvori večino šolskega učenja, pa je že vrsta raziskav potrdila, da je učinkovitejša časovno nekoliko odmaknjena povratna informacija kot takojšnja. To velja predvsem za naloge, pri katerih so aktivirane višje miselne funkcije. Eksperimentalno je bilo na primer ugotovljeno (Kuhlhavy-Anderson, 1972), da je za zapomnitev bolje, če učence seznanijo s testnimi rezultati naslednjega kot istega dne. Za ta pojav, ki so ga poimenovali DRE (Delay Retention Effect), še niso našli enotne razlage. Verjetno lahko učenec v vmesnem času premisli in ponovno organizira naučeno snov ter jo vključi v svojo kognitivno strukturo.

Ti in podobni izsledki kažejo, da je Skinner iz eksperimentov na živalih prehitro posplošil določena spoznanja na celotno učenje, pri tem pa ni upošteval posebnosti višjega kognitivnega funkcioniranja, na katero se pod vplivom zlasti kognitivnih teorij učenja gleda vedno bolj kot na posebno notranje strukturiranje zunanjega sveta. Tehnologi pa so, zlasti v prvi fazi programiranega učenja in potem učenja z računalniki, prehitro in nekritično prevzeli celoten Skinnerjev nauk.

Od drugačnih teoretičnih izhodišč, ki pa so na učenje z računalnikom doslej vplivala le v manjši meri, lahko omenimo predvsem v

nemško govorečih deželah določen vpliv celostno usmerjene gestalt-psihologije (prim. Correll, 1969), ki se kaže v težnji po obsežnejših členkih, po bolj problemsko zastavljenih vprašanjih učencem in po tem, da dopuščajo med programiranim učenjem napake, ki jih ustrezno interpretirajo. Učenci včasih tudi med programiranim učenjem po navodilih postopno izpolnjujejo diagram strukture in medsebojnih odnosov obravnavanih pojmov, da ne bi izgubili izpred oči celote.

V Sovjetski zvezi sta se v zvezi s programiranim poukom uveljavili predvsem Landina koncepcija algoritmizacije poučevanja in Galjperinova teorija "postopnega oblikovanja miselnih dejavnosti" (Landa, 1966; Bakovljevič, 1971; Strmčnik, 1972, 1978). Landa teži za tem, da bi v skladu s kibernetičnim pojmovanjem pouk razčlenil v serijo algoritmov - preciznih napotkov za zaporedje operacij, ki jih mora učenec opraviti, da pride do rešitve (matematičnega, jezikovega) problema. Galjperin pa, naslonjen na zgodnje delo Vigotskega in kasneje Leontjeva, meni, da je glavna naloga programiranega pouka, oblikovati učenčeve miselne operacije in ne le reakcije na dane dražljaje. Te operacije se oblikujejo po določenih fazah (1. oblikovanje osnovne orientacije, 2. praktično reševanje nalog, 3. reševanje nalog z glasnim govorom, 4. reševanje z "notranjim" govorom, 5. nastanek avtomatizirane mentalne operacije).

V novejšem času se tudi pozornost ameriških raziskovalcev usmerja na čim podrobnejšo analizo učenčevih miselnih procesov, potrebnih za reševanje točno opredeljenih in hierarhično po težavnosti razvrščenih nalog, predvsem v matematiki, branju in tujih jezikih (prim. Gagné, 1965). V to skupino spadajo tudi raziskave Learning Research and Development Center iz Pittsburga (Glaser s sodelavci), ki proučujejo psihološke predpostavke in posledice uvajanja računalnika v pouk (npr. modele tvorbe pojmov, koncentracijo, razvoj kompleksnih kognitivnih funkcij, pomnjenje, psiholingvistiko, analizo učiteljevega vedenja, hierarhično analizo učnih nalog).

Teoretično oporo računalniškega pouka iščejo danes tudi v spoznanjih Piageta in sodelavcev o razvoju spoznavnega funkcioniranja, Hunta o formalizaciji procesa tvorbe pojmov, Newella in Simona o psihologiji hevrističnega iskanja pri človekovem reševanju problemov (prim. Pečjak, 1975) in še v nekaterih. Vse to pa že daleč presega okvir strategije poučevanja in terja elastičnejše in mnogovrstnejše načine uporabe računalnika v poučevanju.

V celoti gledano ne moremo uspešnih modelov in strategij poučevanja z računalnikom izpeljati samo in neposredno iz izsledkov psiholoških teorij učenja, ker je učna situacija v šoli (organizacijski, socialni vidiki itd.) mnogo preveč kompleksna, da bi jo lahko zreducirali na nekaj splošnoveljavnih zakonitosti učenja.

3.24 Cilji strategije poučevanja

Sestavljalci računalniških programov za strategijo poučevanja se strogo držijo zahteve po vnaprejšnji operacionalizaciji učnih ciljev, ki jih izrazijo v smislu na zunaj vidnih in eksaktno merljivih učenčevih aktivnosti. S tem pa se izpostavljajo nevarnosti, da se preveč omejujejo na doseganje preprostejših, nižjih smotrov, ki jih je lažje operacionalizirati, meriti pa tudi prevesti v razvejane učne programe. Po Bloomovi hierarhični taksonomiji smotrov - 1. znanje, 2. razumevanje, 3. uporaba, 4. analiza, 5. sinteza in 6. vrednotenje (glej Marentič-Požarnik, 1976) bi bili to predvsem smotri iz spodnjih treh kategorij. Res je še leta 1969 Lekan naštel med obstoječimi 809 CAI programi kar 507 takih, ki so spadali v strategijo vaje in poučevanja in so segali kvečjemu do stopnje "uporabe". (Simon, 1974).

Pri tem sploh ne bi smelo biti izhodiščno vprašanje, ali se da z računalnikom nekoliko hitreje in bolje utrditi faktografsko znanje kot z drugimi učnimi sredstvi, temveč, ali se da ob izko-

riščanju specifičnih možnosti računalnika zadovoljivo dosega smotre na stopnji (kritične) analize ali (ustvarjalne) sinteze znanj, torej tiste višje smotre, ki jih je brez računalnika težko doseči. Strategija poučevanja, temelječa na klasičnem programiranem pouku, pa se tudi v ta namen ni izkazala za najbolj primerno.

Pri tem ne smejo biti zanemarjeni tudi vzgojni smotri v ožjem smislu, na primer vzgoja učencev k samostojnosti, kritičnosti, samoiniciativnosti in medsebojnemu sodelovanju.

3.25 Učenčeva samostojnost in iniciativnost, "learner control"

Dejstvo, da se učenec ob stroju uči sam, brez neposredne učiteljeve kontrole, še ne pomeni nujno, da se ob tem navaja na samostojnost. Če ne more vplivati na potek učenja in če mora nekritično sprejeti dejstvo, da "ima računalnik vedno prav" in da je vseveden, ne pridobi kritičnega odnosa do informacij in se miselno ne osamosvaja (kar pa so pomembni elementi vzgoje za samoupravljanje!). Računalnik bi se v tej strategiji lahko zlorabil tudi kot sredstvo indoktrinacije in manipulacije z učenci.

Da bi se temu izognili, uvajajo tudi za nas zanimive eksperimente s t.im. učenčevim usmerjanjem ("learner control"). Tu ima učenec možnost, da z vgrajenimi povelji do neke mere usmerja potek dialoga z računalnikom (odloči se, ali želi kakšno enoto ali vajo preskočiti, kje želi vstopiti ali izstopiti iz programa, iz katerega področja želi ilustracije za določeno zakonitost, ali so mu ljubše informacije po vidni ali po slušni poti ipd.). To pomeni, da nekaj vnaprej programiranih pravil razvejavanja nadomestimo z učenčevimi odločitvami.

V nekaterih eksperimentih so primerjali učinkovitost učenčevega in vnaprej programiranega usmerjanja pouka. Tako je na primer Judd s sodelavci (Judd 1970, cit. po Eyferth, 1974) primerjal

štiri različice učenčevega usmerjanja pri programiranem učenju srednješolske aritmetike (logaritmi, potence, spreminjanje mer). Prva skupina je bila vodena skozi programe linearno, na naslednjo enoto so smeli učenci preiti le, če so v prejšnji dosegli vsaj 85% pravih odgovorov; učenci druge in tretje skupine so se lahko sami odločili, ali se želijo lotiti nove enote, potem ko so bili seznanjeni z rezultati predtesta, medtem ko je bilo učencem četrte skupine v celoti prepuščeno, da odločajo, katere enote ali področja bodo obdelali in v kakšnem vrstnem redu.

V rezultatih na končnem testu so se prve tri skupine le malo razlikovale med seboj (relativno boljša je bila tretja, v kateri so se učenci sami odločali ne le za vstop, ampak tudi za izstop iz dane enote, imeli so torej več kontrole v svojih rokah), četrta pa je dosegla nekoliko slabše rezultate. Nekateri učenci se namreč sploh niso odločali za področja, o katerih niso imeli od prej nobenega pojma, npr. logaritmiranje. Potrebno je, da dobijo učenci vnaprej vsaj osnoven pregled nad vsemi področji, preden se lahko sami smiselno odločajo. To je pomembno zlasti za področja, ki imajo jasno logično strukturo, s katero moramo učence najprej seznaniti (podajanje shematičnih preglednic na začetku). Žal so se v podobnih raziskavah omejevali na merjenje učnih učinkov, niso pa bili pozorni na stopnjo motiviranosti in interesa učencev. Če "učenčevo usmerjanje" ne daje pomembno slabših rezultatov, bi ga morali obdržati že zaradi motivacijsko-vzgojnih učinkov.

Če naj bo torej učenčevo usmerjanje interakcije uspešno, morajo biti izpolnjeni določeni pogoji. Je pa to pomembna smer nadaljnjega razvoja učenja z računalnikom. Toda mnogo bolj dosledno, kot v strategiji poučevanja z njenim vnaprej konzerviranim "psevdialogom", je mogoče ta princip uveljaviti v strategijah iskanja informacij, reševanja problemov, simuliranja in iger, v katerih učenec s svojimi poskusi, vprašanji in odgovori zares bistveno vpliva na potek interakcije učenja z računalnikom in s

tem postaja subjekt učnega procesa.

3.26 Strategija poučevanja in individualizacija pouka

Eden glavnih argumentov za uvajanje strategije poučevanja je bil, da lahko na tak način pouk maksimalno individualiziramo, ga prilagodimo individualnim razlikam med učenci. Doslej so bile najpogosteje upoštevane razlike v tempu učenja, najprej v klasičnem programiranem učenju in nato tudi v strategiji poučevanja (tutorial CAI). Če dopustimo, da učenci sami uravnavajo tempo učenja, se že po krajšem času pokažejo presenetljivo velike razlike, tja do 1:3, 1:5 in celo 1:10 med najhitrejšimi in najpočasnejšimi učenci v skupini. Te razlike se sčasoma še povečujejo, ker počasnejši učenci zahtevajo dodatno razlago in pomoč ter naloge za vajo, hitrejši pa preskakujejo posamezne sekvence. Take razlike se potem težko upoštevajo pri običajnem učnem delu v razredu in begajo učitelje, saj učencev ne morejo več smiselno grupirati pri ostalem pouku.

Drugo, boljše teoretično vprašanje, je, koliko so te razlike stabilne - ali se pri posameznem učencu dosledno kažejo ob različnih vrstah snovi - in koliko so povezane z drugimi stalnejšimi karakteristikami učenca, na primer z umskimi sposobnostmi. O tem imamo še malo raziskovalnih rezultatov. Pittsburški IPI-sistem, doslej najbolj razširjen sistem dosledne individualizacije pouka, ki vključuje tudi računalnik, poroča o nizki stabilnosti razlik v tempu učenja, ki pri posameznem učencu variira tudi od enega do drugega učnega področja.

Običajno se pokažejo pomembno visoke negativne korelacije med tempom napredovanja in splošno inteligentnostjo (t.j., da se sposobnejši učenci učijo bistveno hitreje) le pri težji, neznani snovi ali pri težjem programu. Tako so se v nekem eksperimentu (sistem XENOGRAD, cit. po Eyferth, 1974, str. 216) pokazale tovrstne korelacije pri induktivni obdelavi programa (kjer so morali učen-

ci iz prikazanih primerov sami izpeljati pravilo), pri deduktivni (kjer so jim bila pravila dana in so jih le utrjevali z dani mi primeri) pa ne. S programiranim poukom so sploh prvotno želeli doseči, da bi učenci vseh nivojev sposobnosti dosegli zastavljene cilje, le v različnem tempu.

Pouk pa naj ne bi bil individualiziran le v tempu, ampak tudi v načinu učenja in delno v snovi oziroma ciljnih. Doslej skoraj ne najdemo raziskave, ki bi poročala o pomembnih interakcijah med stabilnejšimi učenčevimi karakteristikami, kot so: splošne in posebne sposobnosti, kognitivni stil (vidni-slušni tip, refleksivni-impulzivni ipd.), zmožnost koncentracije, anksioznost, interes (torej med "tipi učencev") in med načini posredovanja snovi. S tem, za teoretično utemeljitev resnične individualizacije pouka z računalnikom izredno pomembnim področjem, se ukvarjajo raziskave tipa ATI - Aptitude-Treatment-Interaction (pri čemer se pod "aptitude" smatra katerakoli učenčeva značilnost, ki poveča ali poslabša njegovo možnost uspešnega učenja z dano metodo).

Idealno bi bilo, če bi pri oblikovanju učnih programov za računalniški pouk lahko izhajali iz številnih preverjenih trditev tipa: "Deduktivni pouk je primernejši za starejše in inteligentnejše učence, medtem ko je za šibkeše boljši induktivni način" ali pod. Redke tovrstne interakcije ki so jih doslej ugotovili, niso mogli posplošiti na druga področja znanja ali na druge skupine učencev.

Zato danes še zdaleč niso izkoriščene možnosti, ki jih računalnik teoretično daje za oblikovanje črne poti skozi program vsakemu učencu individualno in optimalno glede na njegove trajnejše značilnosti. Resni raziskovalci se danes omejujejo bolj na razlike v koncentraciji, v novejšem času pa upoštevajo zlasti še razlike v predhodni seznanjenosti z določenim področjem (pred-

znanje, kognitivna struktura). Namesto Aptitude Treatment Interaction se uveljavlja Achievement Treatment Interaction. Kot so pokazali eksperimenti, vpliva s predtesti ugotovljeni nivo predhodnega znanja na nadaljnje učenje z računalnikom predvsem tako, da rabi učenec z nizkim predznanjem doslednejše, bolj linearno vodenje skozi program, več sprotnega preverjanja s kontrolnimi vprašanji in aktivnega odgovarjanja ter sprotno povratno informacijo; medtem ko se tisti, ki je s področjem že dobro seznanjen, veliko nauči že z branjem običajnega (neprogramiranega) teksta.

3.27 Učiteljeva vloga in medsebojni odnosi v razredu

Prav zato, ker prevzema strategija poučevanja celoten ciklus posredovanja in preverjanja snovi, terja tudi drugačno pojmovanje učiteljeve vloge. Učitelji pa se običajno težko ločijo od svoje, v stoletjih utrjene vloge, skoraj edinega posredovalca informacij, in to je tudi eden od vzrokov, da sprejemajo poučevanje z računalnikom z mešanimi in celo odklonilnimi občutki, kljub dobrohotnim nameram, da bi "vključevanje računalnika razbremenilo učitelja rutinskih funkcij in mu pustilo več časa za opravljanje bolj ustvarjalnih dejavnosti njegove vloge" (kot so: spremljanje in usmerjanje samostojnega učenja učencev, vplivanje na njihova stališča in na osebnostno-socialni razvoj, pri čemer pa gre za ne povsem utemeljeno ločevanje izobraževalne in vzgojne funkcije). Učitelji večinoma tudi ne znajo izkoristiti informacij o napredovanju vsakega učenca, ki jim jih nudi računalnik, kot smo to že prikazali pri strategiji vaje.

Učitelje bi bilo treba bolj sistematično usposobiti za tako delo in za integracijo računalniškega in običajnega pouka, obenem pa bi jih bilo treba vključiti kot aktivne sodelavce v nastajanje programov, kar pa je pri zahtevnejših projektih strategije poučevanja praktično neizvedljivo.

Za učence pomeni brezosebnost takega pouka na eni strani olajšanje, saj odpadejo izbruh i učiteljeve slabe volje zaradi storje-

nih napak ali javno smešenje učenca pred tablo (neka deklica, vzradoščena ob neizmerni potrpežljivosti računalnika, je izjavila: "Mene poučuje srečen računalnik"), a sčasoma začno učenci pogrešati osebno povratno informacijo, pohvalo in spodbudo s strani učitelja. To se najhitreje zgodi pri mlajših učencih, pri deklicah in pri učencih iz nižjih socialnih slojev.

Ob pretežno individualnem učenju se zanemarja socialna faza učenja, ki z diskusijami, medsebojno pomočjo in izmenjavo izkušenj bistveno bogati pouk in socializacijo učencev. Zato osamljenost ob računalniku danes v mnogih projektih nadomeščajo z učenjem v parih ali v manjših skupinah (prim. Simon, 1974), pri čemer vključujejo tudi teoretična spoznanja in izkušnje teorije komunikacij in skupinske dinamike. V ZR Nemčiji npr. smatrajo (prim. Haefner, 1975), da je mogoče na tak način hkrati znižati stroške poučevanja in doseči boljše izobraževalne in vzgojne rezultate. Boljši učenec v paru lahko pomaga slabšemu, delo je bolj zanimivo, ob reševanju problemov se pojavlja in preizkuša več idej. Spet pa se skupinsko delo manj prilega strategiji poučevanja kot nekaterim drugim strategijam (igranje vlog, reševanje problemov).

3.28 Nekateri pomembnejši projekti

Omenili smo že, da so bili začetki strategije poučevanja spremljani z velikimi upi in pričakovanji. S tem (in s splošnim pozitivnim odnosom do izobraževalnega področja) je bila povezana tudi izdatna finančna pomoč gigantskim tovrstnim projektom v ZDA v 60-ih letih. V tem desetletju pa lahko zasledimo poleg upadanja finančne pomoči tudi preusmeritev od klasične strategije poučevanja ("tutorial mode") v iskanje bolj fleksibilnih in raznolikih načinov uporabe računalnika v poučevanju, ki jih je že težko uvrstiti v znane strategije.

- PLATO projekt, CERL, Urbana, Illinois je najširše zastavljeni projekt z najdaljšo tradicijo. (PLATO = akronim za Programmed

Logic for Automatic Teaching Operations).

PLATO I se je začel l. 1960 kot sploh prva CAI aktivnost, l. 1961 je iz njega izšel PLATO II na 2 terminalih, l. 1963 PLATO III na 20 terminalih in na računalniku CDC 1604. Od leta 1967 dalje uporabljajo jezik TUTOR, ki je kombinacija avtorskega jezika in jezika za grafično prikazovanje ter omogoča tudi programersko manj izkušenim avtorjem pisanje kompliciranih programiranih sekvenc. Takó sestavljanje programov kot tudi ovrednotenje učenčevih odgovorov je možno v on-line sistemu ("on-line editing"). Nastalo je čez 1000 programiranih enot predvsem strategije poučevanja pa tudi drugih strategij, ker sistem ni togo omejen na eno strategijo ali koncepcijo. Učenec lahko vpliva na potek pouka - dobi pomoč, se vrne ipd. (TUTOR omogoča elemente "learner control", če jih le programer izkoristi). Sistem je odprt vsem zainteresiranim zunanjim sodelavcem.

Sistem PLATO IV, ki se je začel razvijati paralelno l. 1968, omogoča priključek več 100 in celo več 1000 terminalov (tja do 4096). Posebnost je plazma terminal, ki omogoča grafični prikaz raznih uskladiščenih informacij kot tudi generiranje novih informacij ter projiciranje diapozitivov. Na vse terminale je možno posredovati tudi avditivne informacije.

- Projekti stanfordske univerze (IMSSS - Institut for Mathematical Studies in the Social Sciences). Ta ustanova je, kot smo že navedli, najprej zaslovela po programih vaje in utrjevanja (Suppes, Atkinson in drugi), zasnovali pa so tudi vrsto programov poučevanja (iz ruskega jezika, za učenje programskih jezikov AID in BASIC, za pouk matematike in logike).

V zadnjem času eksperimentirajo z bolj fleksibilnimi programi, kot je na primer program za pouk osnov matematične logike, ki deluje na poljubni osnovi aksiomov in logičnih pravil. Učenec si lahko sam postavlja probleme in celo svoj sistem aksiomov ter ga dalje razvija. Podobno si tudi v programu za učenje diferencialov in integralov učenec sam zastavlja probleme in tudi sam

predlaga metode reševanja. Nasploh so programi te ustanove bolj eksperimentalni in laboratorijski in v projekte raziskovanja manj vključujejo učitelje in kompleksno razredno situacijo. Uporabljajo v povezavi sistema PDP 8 in PDP 10.

- Projekti Centra za raziskovanje pouka in učenja v Pittsburgu (Learning Research and Development Center) so izšli iz preizkušanja sistema individualiziranega pouka (IPI - Individually Prescribed Instruction) najprej brez računalnika. Ob uvajanju računalnika (uporabljajo sistem PDP 15) delno v smislu strategije poučevanja, delno pa za racionalizacijo obsežnega testiranja znanj (CAT - computer-assisted testing) ter za izbiranje primer-
nih učnih enot na tej osnovi (CMI - computer managed instruction), imajo za končni cilj, uvajanje računalnika čimbolj približati kompleksni šolski realnosti. Računalnik naj bi bil najvažnejši vir informacij za učitelje, šolske laborante (teacher aids), učence in raziskovalce ter pomočnik privseh vprašanjih pouka, učenja, razvijanja novih učnih programov in pripomočkov.

Računalniške programe sestavljajo za otroke vse od predšolske stopnje dalje in ob tem proučujejo vrsto psiholoških in organizacijskih vprašanj. V ilustracijo naj omenimo računalniški program, ki uči osnovnošolce reševanja besedno formuliranih aritmetičnih problemov ("uporabnih nalog"). Računalnik ob tem generira postopno miselno vse težje probleme, na osnovi hierarhične tri-dimenzionalne analize (npr. problemi z eno - z več računskimi operacijami, problemi z odvečnimi podatki...) (prim. Laudato, Roman, 1975).

3.29 Zaključno mnenje o strategiji poučevanja

Iz vsega povedanega jasno sledi, da strategija poučevanja, ki temelji predvsem na klasičnem programiranem pouku, ne pomeni najbolj perspektivnega načina uporabe računalnika v poučevanju. Širšemu uvajanju te strategije nasprotujejo poleg teoretičnih pomi-

slekov tudi visoki stroški računalniške opreme (vsak učenec potrebuje svoj terminal) ter sestavljanja, preverjanja in modificiranja programiranih sekvenc ("courseware"). Stroški same opreme se sicer postopno nižajo (ob zelo množičnih programih, kakršni so možni na sistemu PLATO IV z več 1000 terminali, obljublja-jo padec stroškov pod 1 dolar na uro in učenca), a za eno uro pouka z računalnikom v smislu strategije poučevanja je treba, glede na kompleksnost snovi in strategije, vložiti med 100 in 1000 ur visoko strokovnega dela, ki je v veliki meri izgubljeno, čim učni programi zastarijo (Simon, 1974).

Ob tem se vedno nujneje zastavlja vprašanje, ali uporaba računalnika pretežno v smislu strategije poučevanja res ustrezno izkorišča edinstvene možnosti tega dragega medija, ali pa z njim le "bolj učinkovito delamo stvari, ki jih v pouku sploh ne bi smeli več delati". Podobno velja za strategijo vaje.

Omenjene kritične pripombe in dosedanje pretežno negativne izkušnje v rednem osnovnošolskem in srednješolskem pouku seveda ne jemljejo vrednosti omenjenima strategijama v celoti. Koristni sta zlasti, če sta vključeni kot natančno definiran sestavni del v multimedijški izobraževalni sistem v specialnem, industrijsko-poklicnem, dopolnilnem strokovnem izobraževanju ali v visokem šolstvu (množični uvodni kurzi, izenačevanje predznanja). Računalnik lahko uspešno prevzame tudi nekatere faze v usposabljanju samih računalniških strokovnjakov (prim. sistem COGEL, Langenbartels, 1974).

Obetajoči so tudi poskusi, povečati obseg učenčevega usmerjanja in kontrole nad potekom pouka (learner control), ali vključiti računalnik kot usmerjevalca učenja z običajnimi učnimi teksti ali laboratorijskimi materiali (nem. "Leitprogramme", Haefner, 1975).

Pomembno je tudi, da so tovrstni projekti tesno povezani s šol-

skim poukom in da nimajo za cilj, nadomestiti učitelja. Učitelje je treba, kolikor se da, vključevati v projekte ali jih vsaj usposablјati, da znajo aktivno vplivati na pouk z računalnikom.

3.30 Strategija dialoga in iskanja informacij (dialogue CAI, inquiry mode, fact-retrieval systems).

V tej skupini strategij sta, v primerjavi s strategijo poučevanja, do neke mere zamenjani vlogi učenca in računalnika, medtem ko je v prejšnjem primeru računalnik zastavljal vprašanja, ovrednotil informacije ter na tej osnovi izbiral nadaljnjo snov, je tu učenec tisti, ki zastavlja vprašanja, daje računalniku navodila in ovrednoti dobljene informacije ter se odloči, ali potrebuje dodatne informacije bodisi pri reševanju danega problema ali da bi si pridobil pregled nad širšim ali ožjim področjem znanja.

3.31 Cilji strategije

Z uvajanjem te strategije je treba težiti k pomembnim ciljem, da usposobimo učence za najdenje v množici vedno novih informacij in za njihovo inteligentno uporabljanje. Računalnik omogoča kontakt s primarnimi viri informacij, ki niso bili sestavljeni v posebni, poenostavljeni in "prebavljeni" obliki posebej za pouk, kot so to razni sekundarni in terciarni viri (enciklopedije, priročniki ipd.).

Možnosti, ki jih nudi računalnik za pregledno skladiščenje velike množice informacij, naj bi pripomogle tudi k spremenjenemu gledanju na vlogo izobraževanja, v katerem se učencu ne bi bilo treba več tolikih, tudi nepomembnih podatkov, učiti "na zalogo" ali za vsak slučaj, če jih bo kdaj potreboval, ampak bi lahko človekov spomin razbremenili za sprejemanje najosnovnejših podatkov in izkušenj in za pridobivanje metod, strategij dela s podatki, ki jih črpa iz vzpostavljenih informacijskih sistemov.

Ti sistemi naj torej ne bi bili tukaj zato, da bi se učenec učinkoviteje učil danih informacij, ampak da bi informacije uspešneje uporabljal pri reševanju konkretnih problemov. Ta nova delitev dela v sistemu človek - stroj (da računalnik skladišči in delno obdeluje veliko količino informacij, človek pa opravlja bolj kompleksne obdelave, ko ustvarjalno kombinira in uporablja te informacije) je potrebna ne le zaradi vedno hitrejšega naraščanja količine informacij, ampak tudi, ker nekatere informacije hitro zastarevajo, pojavljanje novih pa pomeni večkrat pojmovno "prestrukturiranje" celotnega področja.

Tudi cilj večje dostopnosti informacij čim širšemu krogu ljudi, kar je pomembno za samoupravno odločanje, je uresničljiv le ob uporabi računalniških informacijskih sistemov.

3.32 Pogoji in predpostavke strategije

Dialog med učencem in računalnikom naj bi potekal čimbolj naravno, kar pa je ob današnjih možnostih računalnika, smiselno reagirati na prosto oblikovane izjave ali vprašanja, še v eksperimentalni fazi in ni v polni meri uresničljivo še v nobenem obstoječem računalniškem sistemu.

Tovrstni programi bi morali analizirati sprejeta vprašanja ali povelja, priklicati ustrezne odgovore iz spominskih skladišč ali jih (pri bolj izpopolnjenih sistemih) samostojno generirati ter končno dati odgovor v smislu zaželjene informacije ali navodila, kako mora sprejemnik vprašanje precizirati, da bo dobil ustrezno informacijo. Glavna omejenost teh informacijskih sistemov (na primer sistema ELIZA) je, da ne analizirajo sporočila po vsebini, ampak predstavljajo le nekoliko izboljšano verzijo ovrednotenja po primerjavi s "ključnimi izrazi". V mnogih sistemih, na primer v kompjuteriziranih informacijsko-dokumentacijskih sistemih velikih bibliotek (od katerih je eden najbolj znanih MEDLARS sistem nacionalne medicinske biblioteke v Austinu, Texas, ZDA), je

uporabnik omejen na dokaj formaliziran kod manjšega števila vprašanj oziroma povelj.

Pomemben predpogoj je tudi dovolj popolna banka podatkov (informacij) iz danega področja, v kateri morajo biti vsa pomembna gesla bodisi hierarhično urejena v smislu semantične mreže ali pa navedena po deskriptorjih. To področje razvijajo zaenkrat bolj za potrebe informacijsko-dokumentacijskih sistemov kot neposredno za didaktične potrebe, čeprav se v ameriški literaturi močno poudarja nujnost po vzpostavljanju "learner-oriented information systems". Taki sistemi se, predvsem za naravoslovna področja, vzpostavljajo že mednarodnem merilu (prim. Haefner, 1975), uporabni pa so bolj v visokošolskem pouku (Kornhauser, 1975).

Najboljšo perspektivo imajo sistemi, ki omogočajo dinamičen dialog, v katerem uporabnik postopno vse bolj specificira svoje želje po informacijah, in pa tisti, ki nekatere podatke sami generirajo, izpeljujejo preproste sklepe na osnovi danih informacij (na primer izračunajo razmerja med velikostjo držav) in s tem razbremenjujejo spominsko kapaciteto računalnika.

3.33 Primeri projektov

Eden didaktično najbolj zanimivih projektov s tega področja je kanadski Wexlerjev projekt (Wexler, 1970, cit. po Eyferth, 1974, str. 233), ki smatra informacijski sistem za jedro generativnega CAI-sistema. Informacijski sistem, na primer s področja geografije Kanade, sestoji iz množice smiselno grupiranih informacij (mesta, rudniki, število prebivalcev...), ki so potem znotraj manjših geografskih enot (provinc) med seboj logično povezane.

Učenec lahko poišče poljubno specificirano skupino informacij, na primer o vseh mestih nad 100.000 prebivalcev, katerih populacija je v zadnjem desetletju narasla nad 10%. S preprosto spremembo programa (vstavljanje vprašajev) lahko učitelj dajanje in-

formacij spremeni v vprašanja, na katera morajo učenci odgovarjati in dobivajo pri nepopolnih odgovorih tudi dodatna navodila. Torej gre za kombinacijo dajanja informacij, preverjanja in nudenja pomoči. Podobne sisteme razvijajo za biologijo in fiziko. Seveda je uporaba omejena na področja znanja z jasno in v sebi relativno zaključeno logično strukturo snovi.

Znane so tudi uporabe s področja učenja zastavljanja medicinskih diagnoz ali simuliranja psihoterapevtskih razgovorov. V širšem smislu lahko štejemo sem tudi programe poklicnega informiranja in usmerjanja, v katerih dobi učenec na svojo željo postopno vse točnejše informacije o poklicnih področjih in možnostih šolanja, osvetljene tudi z vidika njegovih dosedanjih šolskih uspehov. Na tak način pride dosti bolje pripravljen na poglobljen intervju s poklicnim svetovalcem.

V celoti je to perspektivna strategija, čeprav eksaktni podatki o njeni didaktični vrednosti še manjkajo. Ko prehajajo biblioteke in dokumentacijski sistemi na računalniško obdelavo (pri nas - vzpostavljanje INDOK služb), bi morali misliti tudi na specifične potrebe učnega procesa in to ne le na visokošolski, ampak tudi na srednješolski stopnji.

3.40 Strategiji simuliranja in iger (simulation and games)

Te strategije so se razvile najprej ob uporabi računalnika v tehnično-konstruktivske in vojaške namene, v zadnjem času pa je vse več poskusov, uporabiti ta pristop tudi v učenju in poučevanju.

3.41 Opis strategij in tipičnih projektov

Pri obeh tipih strategij gre za vzpostavitev poenostavljenih modelov realnosti ali tudi hipotetičnih povezav med variablami. Programerju ni treba v celoti predvideti interakcije med učencem in programom, kot mora to storiti v strategiji poučevanja, ampak učencu le razloži osnovna pravila. Nato učenec, sam ali v skupini, v skladu s svojim predznanjem in težnjami, poljubno spremeni variable, vnaša parametre, preverja razne hipoteze in tudi neposredno vidi učinek svojih akcij na celoten model.

Pri simulaciji gre za vzpostavitev modela neke funkcionalne povezave, procesa ali zakonitosti v realnosti ali v hipotetični resničnosti. Model je lahko v didaktičen namen bolj ali manj poenostavljen. Učenec s podatki, ki jih zaporedno vstavi, dobiva pregled nad modelom, nad stanjem in tudi nad možnimi spremembami. Tako na primer pri modelu Mendelovih genetskih zakonov učenec vnaprej določi, katere (dominantne in recesivne) gene želi proučevati, kakšno kombinacijo teh genov pri starših jemlje kot izhodišče in kolikšno število potomcev v posameznih generacijah bo proučeval (GEN 1, HUNTINGTON Project, 1971 cit. po Eyferth, 1974). Iz dobljenih rezultatov spoznava, kako se pokažejo splošne zakonitosti v čistejši obliki šele pri večjem številu primerkov.

Podobno lahko proučuje populacijsko dinamiko v raznih resničnih ali izmišljenih deželah (časovni razvoj populacije v odvisnosti od umrljivosti raznih starostnih skupin oziroma od povprečne življenjske dobe) pa tudi posledice te dinamike v smislu potreb

po hrani, po številu delovnih mest ipd. Simulacijski program PLANET pomaga učencu globlje razumeti delovanje Keplerjevih zakonov, tako da sam lansira z Zemlje satelite z različno začetno hitrostjo in pod različnimi koti in sproti dobi grafični prikaz projekcije njihove poti okoli Zemlje ali že izven Zemljine težnosti. Uči se tudi "pristajati na Luni". Vsi trije opisani programi so del PLATO projekta, Illinois, Urbana.

HUNTINGTON projekt vsebuje tudi simulacijske programe iz kvantne mehanike in iz kemije (identifikacija neznanih organskih snovi, simulacija laboratorijskih eksperimentov, ki bi bili predragi, prenevarni ali predolgotrajni), znani pa so tudi programi iz ekologije (dinamika in posledice onesnaženja z nekaterimi snovmi), iz medicine (simuliranje pacientovih simptomov in laboratorijskih izvidov), iz pedagogike (diagnosticiranje težav učencev v posebni šoli na osnovi njihovih simptomov in socialno-anamnestičnih podatkov), in iz pedagoške in psihološke statistike (simuliranje eksperimentalnih podatkov, preverjanje hipotez na različnih vzorcih in z različnimi statističnimi postopki - Simon, 1974).

V igrah pa je poleg tega v simulirani model vključen še element tekmovalnosti, saj posamezniki ali skupine tekmujejo v tem, da bi spravili model v zanje najugodnejše - optimalno stanje. Rezultat, ki ga kdo doseže, je torej odvisen tudi od potez nasprotnih igralcev z drugačnimi interesi. Nekateri avtorji imenujejo to "igranje vlog" (Rollenspiel) za razliko od običajnih igrice, ki jih igra posamezen učenec z računalnikom (npr. "potapljanje ladjic", "uganjevanje števil", "obešanje" ob uganjevanju črk v zamišljenih besedah) in ki imajo le majhno didaktično vrednost. Njihov namen je bolj zbuditev začetnega zanimanja za delo z računalnikom ali pa zgolj razvedrilo. V tem tekstu bomo pod izrazom "igre" razumeli vedno didaktično pomembnejše "igre z vlogami".

Medtem ko so simulacije razširjene bolj na naravoslovnem področju,

se igre uveljavljajo na družboslovnih področjih - politika, sociologija, ekonomija ipd. Vzemimo za primer igro s področja politike POLICY (HUNTINGTON projekt 1972, cit. po Eyferth, 1974, str. 55). Šest soigralcev, od katerih dobi vsak določeno število točk za vplivanje na zakonske odločitve, prevzame vloge različnih interesnih skupin v državi, kot so sindikati, vojska, lastniki podjetij, nacionalisti, internacionalisti. Med igro lahko, z vlaganjem točk, bolj ali manj podprejo ali tudi zavrejo uveljavljanje posameznih ukrepov, kot so znižanje davka na dohodek ali zviševanje izdatkov za oborožitev. Program v zelo poenostavljeni obliki simulira usklajanje interesov v ameriški družbi in tudi posledice sprejemanja raznih odločitev na 19 področjih (rast cen, gibanje nezaposlenosti, rast nacionalnega dohodka itd.).

Že iz tega skopega orisa je razvidno, da je programe s področja simulacij lažje presajati v naše razmere, medtem ko so igre vezane na dane družbene-ekonomske odnose (večstrankarski sistem, volilni boj, tržno gospodarstvo). Če bi želeli učence uvesti v globlje razumevanje zakonitosti delovanja naše družbe, bi morali igre zasnovati povsem na novo. Pri tem pa je sporno, ali sploh lahko na družboslovnem področju dosežemo zaželjene učne smotre s tako zelo poenostavljenimi modeli in uveljavimo marksistični pogled na družbene procese ob zanemarjanju dialektične povezanosti vrste pomembnih faktorjev (na primer političnih in ekonomskih faktorjev na populacijska gibanja). Izjemo bi predstavljalo morda uvajanje simuliranja in iger pri seznanjanju s kompleksnimi ekonomskimi modeli (zveza med rastjo proizvodnje, povpraševanjem, inflacijskimi gibanji, uvozom-izvozom, predvidenimi učinki raznih ukrepov ipd.). Nekateri projekti, npr. angleški SIMULATE, sploh izključujejo iz takega dela vsakršne družboslovne teme.

Največje zbirke programov za didaktične simulacije in igre so do- slej razvili projekti PLATO in HUNTINGTON, ZDA ter SIMULATE v Ve- liki Britaniji (cit. po Eyferth, 1974). Spremni materiali obsegajo

priročnike s pojasnili o vsebini programov, priročnike za učitelje z navodili za vključitev v pouk in končno tudi delovne zvezke za učence, v katerih so poleg navodil učencem tudi razpredelnice za vpisovanje poteka, tekočih rezultatov in interpretacije.

Didaktične igre so manj razširjene. Horn (1970, cit. po Eyfert, 1974) navaja 129 programskih paketov, od katerih jih le 9 zahteva tudi uporabo računalnika. Simulacij pa je mnogo več. HUNTINGTON projekt je že 1.1972 poročal o uporabi svojih programov na 52 ameriških srednjih šolah z nad 10.000 učenci in na prav toliko šolah v Kanadi, Veliki Britaniji in Avstraliji. Tudi iz tabele o razširjenosti raznih strategij CAI (tab. 1) je razvidno, da se v 10,6% primerov računalnik na srednjih šolah v ZDA uporablja tudi za simulacije in igre.

3.42 Cilji strategij simuliranja in iger

Pomembno izhodiščno vprašanje je, katere pomembne cilje lahko v pouku dosežemo s tovrstnimi strategijami, pri čemer moramo razlikovati med domnevami in željami glede dosegljivih ciljev in med raziskovalno potrjenimi rezultati, ki jih je zaenkrat še zelo malo.

Strokovnjaki na tem področju se strinjajo, da tovrstne strategije niso primerne za posredovanje dejstev in podatkov, ampak bolj za spoznavanje funkcionalnih povezav in potekov v raznih kompleksnih pojavih. Učenci torej pridobivajo kompleksnejše pojme in zakonitosti, se uvajajo v metode raziskovalnega dela in v razne strategije reševanja problemov. Ko učenec "vidi" neposredne posledice spreminjanja raznih variabel, ne da bi se mu bilo treba izgubljati v kompliciranih izračunih, dobi bolj poglobljeno, dinamično znanje, boljši "občutek" za dialektično povezanost med vzroki in učinki, med posebnim in splošnim, med deli in celoto. Pri tem so zaenkrat še preslabo raziskani transferni učinki, koliko zna namreč učenec te vpogleda prenašati v druge, podobne

situacije. Ugotovili so povečano zmožnost interpretacije podobnih, filmsko prikazanih situacij, ni pa znano, kolikšen bi bil transfer v realne situacije.

Poleg tega naj bi se s simulacijami in igrami dosegali tudi pomembni afektivni - vzgojni cilji, predvsem motivacijski. Kjerkoli so uvedli ti strategiji, so učenci pokazali izreden interes, ki ga je delno pripisati "čaru novosti", delno pa tudi dejstvu, da so bili sami aktivni in so lahko neposredno videli učinek svojih akcij. Resničnost so doživeli kot nekaj, na kar se da aktivno vplivati. Mnogi so s tem dobili ugodnejša stališča do predmetnih področij, ki so jih doslej odklanjali (matematika, fizika). Povečala se je notranja - intrinzična motivacija, težnja po ukvarjanju s področjem zaradi njegove zanimivosti in ne zaradi ocen ali siljenja.

Tudi v igrah z družboslovnega področja, če so dobro zastavljene, lahko učenec poglobi razumevanje aktivne vloge posameznika v družbenih dogajanjih. Ob tem si razvija samozavest in obenem tudi samokritičnost. Nauči se skupinskega sodelovanja, obvladovanja skupinsko-dinamičnih procesov, pri čemer je treba paziti, da ne pride do preveč tekmovalne atmosfere, do težnje, dosežati boljše rezultate od drugih za vsako ceno.

3.43 Didaktična integracija simuliranja in iger

Da bi bile te strategije koristne, ni dovolj, da so programersko dobro sestavljene, ampak je potrebno tudi, da jih zna učitelj smiselno integrirati z ostalim poukom. Tako odigra simulacija svojo vlogo le, če so učenci že vnaprej dobro seznanjeni tako z obravnavanimi zakonitostmi kot tudi s pravili interakcije z računalnikom. Na koncu pa mora slediti še temeljita diskusija o poteku in integracija tako pridobljenih spoznanj v sistem znanja. Simulacije imajo torej v pouku običajno vlogo "srednjega člana" pri obravnavi nove snovi. Učitelj mora biti temeljito se-

znanjen z bistvom te strategije, še bolje je, če zna sam (ali celo skupaj z učenci) sprogramirati del simulacije.

Simulacije lahko, predvsem na naravoslovnem področju, razširijo obseg izvedljivih eksperimentov na nova področja, predvsem kjer gre za eksperimente, ki zahtevajo zelo drage aparature, izredno spretnost pri izvajanju, preveč kompliciranega izračunavanja, dalje za take, ki so prenevarni za šolsko situacijo (zdravju nevarne bakterije, jedrski poskusi; pri simuliranju si lahko učenec privošči tudi nesmiselne hipoteze ali "eksplozije", kar je včasih didaktično pomembno). Včasih potekajo pojavi prepočasi za eksperimentiranje v razredu (genetski eksperimenti) ali so preobsežni (gibanje planetov, satelitov) ali gre za področja, kjer je eksperimentiranje neizvedljivo (bolniki, ekonomske zakonitosti). Ni pa na primer smiselno, simulirati Ohmov zakon ali lom svetlobe. Računalniško simulirani eksperimenti niso zato tukaj, da bi izpodrinili eksperimentiranje v naravi oziroma v laboratoriju, sicer bi "fiziko s tablo in kredo" le zamenjali z mnogo dražjo "fiziko z računalnikom".

Učitelj lahko na računalniku eksperiment bodisi demonstrira celemu razredu ali pa ga skupine učencev (2-5 učencev) izvajajo neposredno ob terminalih in ob koncu izmenjajo izkušnje. Ker ni realistično pričakovati, da bi srednja šola imela več kot 1-2 terminala, gre lahko tu predvsem za "obogatitvene eksperimente" v času izven rednega pouka.

Medtem ko simulacije najbolje vključimo v pouk kot "srednji člen", se igre z vlogami obnesejo predvsem v uvodnem delu obravnave novega poglavja, da učence "senzibilizirajo" za določeno področje in jim zbudijo interes za nadaljnji študij. Tudi tu rabijo učenci uvodna pojasnila o ciljih in pravilih igre, zelo pomemben sestavni del pa je diskusija, ki sledi, in v kateri morajo, pod učiteljevim vodstvom, pretehtati, do kolike mere gre v simulaciji za poenostavljen model, ki ne odraža vse kompleksnosti in di-

namičnosti družbeno-ekonomske ali politične stvarnosti.

3.44 Predpogoji za uspešno izvedbo

Praviloma te strategije niso izvedljive v off-line sistemu (izjema so nekatere variante iger, pri katerih vložijo skupine po temeljiti razpravi svoje podatke in povelja le enkrat v vsaki etapi), ampak morajo imeti učenci dostop do terminala. Ker so izstopni podatki velikokrat tudi grafični (krivulje, diagrami), je zelo zaželen poleg preprostejšega teleprinterskega terminala tudi grafični, ki omogoča prikaz dinamičnega nastajanja krivulj, prekrivanja krivulj in druge grafične manipulacije (plotter), kar pa je za srednje šole zaenkrat predrago. Za demonstriranje simulacij večji skupini je zaželjena tudi tehnična možnost neposrednega televizijskega prenosa podatkov s terminala.

Od problemskih jezikov je najprimernejši BASIC, ki ga uporabljajo tudi v HUNTINGTON projektu in ki je tako preprost, da se ga nauče poleg učitelja v nekaj urah tudi učenci in lahko sami delno programirajo ali variirajo dane simulacije.

Pisanje obsežnejših simulacij in iger za pouk pa zahteva od programerja posebno usposobljenost. Najprej je potrebno precizirati model in razmisliti o njegovi didaktični funkciji. Vnaprej je potrebno določiti kompleksnost modela, ki mora biti primerno "transparenten". Nekateri poročajo o izkušnjah, da učenci težko variirajo in spremljajo več kot 3 variable naenkrat, pri bolj nepreglednih modelih pa se pojavi naveličanost. Poleg programa je potrebno sestaviti tudi vse druge spremljajoče materiale (priročnike za učitelje in učence).

Tudi učitelje je treba posebej usposobiti tako za smiselno vključevanje teh strategij kot (po možnosti) tudi za samostojno spreminjanje in sestavljanje programov.

3.50 Strategija reševanja problemov (problem solving mode, computer assisted problem solving, computational mode)*

Ta strategija se je začela širiti že kmalu po letu 1960 in je danes med vsemi najbolj razširjena (glej tabelo 1) ter po mnenju strokovnjakov tudi najbolj perspektivna. Na voljo je že veliko materialov in literature od predšolske starosti do univerze.

Bistveno za to strategijo je, da uporablja učenec računalnik kot sredstvo ali orodje za reševanje problemov, podobno kot drugi uporabniki. V računalnik vlaga povelja za izvajanje operacij, potrebnih za rešitev danega problema. Pri tem stopa v resničen in ne vnaprej pripravljen dialog (kot je to bilo pri nekaterih prej opisanih strategijah) in se res sam odloča o vsakem nadaljnjem koraku, zlasti, ko skuša delovanje računalnika ob iskanju napak (debugging) spet spraviti na pravo pot.

3.51 Reševanje problemov in pouk računalništva - cilji

Ker se ta strategija uporablja pretežno znotraj pouka računalništva oziroma informatike, ne moremo ciljev obravnavati ločeno. Gre v glavnem za tri skupine ciljev:

1. S programiranjem problemov za računalniško reševanje naj bi se učenec seznanil z delovanjem računalnika in z njegovimi možnostmi, saj bo prišel z računalnikom v stik, vsaj kot uporabnik, na večini poklicnih in življenjskih področij.

* V nemški literaturi se je za to strategijo udomačil izraz "interaktives Programmieren". Ker pa pri nas z izrazom "interaktivno delo" označujemo vsakršen neposredni kontakt uporabnika z računalnikom (tudi v smislu strategije vaje, poučevanja ali katere druge), medtem ko se reševanje problemov lahko v nekaterih primerih odvija tudi v "off-line" sistemu, bo manj nespo- razumov, če se pri nas odločimo za poimenovanje te strategije "reševanje problemov".

Pri tem strokovnjaki opozarjajo, naj se kurz računalništva oziroma informatike ne osredotoči preveč na opis tehničnih podrobnosti in sestavin računalnika, ki so podvržene hitremu zastarevanju (flip-flop tehnika itd.) niti na seznanjanje učencev z assemblerskimi jeziki. Učencem je treba posredovati osnovna spoznanja in načine mišljenja, potrebne za uporabo računalnika ter jih usposobiti za preprosto programiranje v katerem od problemskih jezikov.

Obenem je pomembno učence seznaniti s sedanjimi in pričakovanimi vplivi uporabe računalnika na celotno družbo in njen razvoj, pri nas zlasti s specifičnim prispevkom računalniške obdelave informacij pri samoupravnem načrtovanju in odločanju. Učenec naj se zave posledic tesne povezave človekove in strojne inteligentnosti, pri čemer ne sme videti "elektronskih možganov" kot neke sile nad običajnim človekom, ampak kot mogočno sredstvo, ki ga je mogoče s pridom uporabljati pa tudi zlorabljati (problemi monopolizacije informacij, tehnokratskega odločanja, varovanja zaupnosti...).

2. Ob tem, ko učenec spoznava delovanje računalnika in se usposablja za nekatere preproste operacije, je pomembno, da usvoji tudi tiste vidike formalne izobrazbe, ki jih tako delo zahteva, predvsem algoritmično ali postopkovno mišljenje, zmožnost, izraziti vrsto procesov in struktur na različnih področjih s preprostimi algoritmi. Tako mišljenje postaja po mnenju mnogih "osnovna kulturna tehnika", ki je za današnji čas enako pomembna kot branje in pisanje, in bi se moralo razširiti v didaktični princip, ki ni vezan le na pouk informatike.
3. Ker (algoritmično) reševanje problemov ne poteka v zraku, ampak na konkretnih področjih, učenec s tem tudi poglobi znanje o zakonitostih in povezavah z različnimi področji stvarnosti. Zaenkrat je tudi v tujih projektih še na prvem mestu matematika,

zlasti ker so učitelji matematike najboljše seznanjeni z možnostmi računalnika. Močna pa so prizadevanja, uvajati učence v računalniško reševanje problemov tudi npr. v fiziki, kemiji, materinščini, tujih jezikih, družboslovju. Zaenkrat je glavna ovira pomanjkanje interesa in usposobljenosti med odgovarjajočimi skupinami učiteljev.

Ta strategija torej ni prvenstveno usmerjena v poučevanje nove snovi - dejstev, podatkov (npr. o računalniku) na star način, ampak pomaga uresničiti zahtevo po učenju s samostojno aktivnostjo, z lastnim odkrivanjem novega (tudi pri koncipiranju novih programov in metod pouka računalništva v usmerjenem izobraževanju ne bi smela prevladovati priprava na neposredno poklicno delo z računalnikom ali seznanjanje s konkretnim računalniškim jezikom. Več prostora bi morali oddeliti reševanju raznolikih problemov s strani učencev - prim. dosedanje izkušnje - Bratko i. dr., 1975).

3.52 Potek reševanja problemov in tipični projekti

Pravkar naštete cilje najuspešneje dosežemo, če učence usmerjamo, da sami izberejo problem, ki ga nameravajo rešiti, da sami odločajo o metodi reševanja in da dobivajo od računalnika tudi sprotno povratno informacijo, kam vodijo njihovi poskusi. Tu se uveljavlja izrek, da "če se hočeš neko stvar dobro naučiti, jo poučuj, in če se je hočeš naučiti res temeljito, jo skušaj razložiti računalniku". Računalnik predstavlja tu ne preveč bistro osebo, ki ne prenese nobenega slabega poučevanja, nobene vrzeli ali malomarnosti v razlagi. Učenec se mora naučiti, da problem operacionalizira, ga razstavi na delne probleme in odnose med njimi, ga spremeni v algoritme, predvidi možne rešitve, razvije računalniški program za rešitev, ga preizkusi, poišče morebitne napake, interpretira dobljene rezultate ter izboljšuje program (tako da obdrži nekatere prejšnje komponente in dodaja nove), dokler ni zadovoljiv.

V tem okviru se učenci naučijo tudi ponazarjati problem v smislu tekočih diagramov, kar priporočajo (še brez uporabe računalnika) vse od prvih razredov osnovne šole dalje, najprej na primerih iz vsakodnevnega življenja, kot so klicanje po telefonu, kuhanje kave, kupovanje sladoleda, vožnja z avtomobilom. (glej sliko 1).

Ta proces je tudi vzgojen, saj v običajnem pouku vse prevečkrat terjamo od učenca, da čimhitreje "izstrelji" pravilen odgovor, vsako napako pa jemljemo kot majhno katastrofo. Tu pa učenec (podobno, kot odrasel programer) izkusi, da so napake sestavni del iskanja, da jih je treba le analizirati in spremeniti v pozitivno učno izkušnjo. Zelo pomembno za učenčev odnos do sebe in za njegovo nadaljnjo motivacijo je, da napak ne pripisuje le lastni nesposobnosti. Postane naj dovolj samozavesten, obenem pa primerno kritičen do svojih izdelkov in izdelkov sošolcev.

Cilj razvijanja algoritmičnega mišljenja ni v nasprotju z razvijanjem ustvarjalnosti, kot menijo nekateri, saj je samostojna sestava algoritma ustvarjalen akt ali vsaj njegov sestavni del (razlika med algoritmičnim in hevrističnim reševanjem problema ni absolutna). Vsak učenec se lahko reševanja istega problema loti po svoji, originalni poti.

Za to strategijo so razvili preproste problemske jezike, ki omogočajo učencu v skoraj naravnem jeziku komunicirati z računalnikom in ki se jih lahko nauči v nekaj urah. BASIC omogoča bolj obravnavo kvantitativnih podatkov, LOGO pa nekvantitativnih procesov. Primeren je tudi PLANIT in še nekateri.

Od obstoječih projektov je imel velik odmev Papertov LOGO-projekt (MIT, Harvard, ZDA). Ta se je povsem odvrnil od Skinnerjeve behavioristične teoretične osnove in se v veliki meri opira na Piageta in na njegovo mnenje, da ni velike koristi, če otrok pri reševanju problemov slepo posnema strategije reševanja, ki mu jih sugerirajo odrasli, ampak da se največ nauči s tem, da je "aktiven

in razmišlja o svoji aktivnosti". Skupine 6-12 letnih otrok uvajajo na primer, da s pomočjo tu razvitega jezika LOGO dajejo povelja mehanični "želvi", da riše vse kompleksnejše geometrične vzorce, dalje pišejo programe za spreganje francoskih glagolov, za nastajanje melodij na mehaničnih orglah ali za premikanje marionet. Pri tem jim ni treba praktično nič vedeti o samem delovanju računalnika. Čeprav projekt še ni prešel iz laboratorijske faze v razrede, posvečajo v mednarodnem merilu precejšnjo pozornost predvsem principom, na katerih temelji.

Na stopnjo srednje šole sega Darhmouth Secondary School Project (Hanover, New Hampshire, ZDA), v katerem učenci rešujejo probleme iz matematike in s skoraj vseh drugih področij s pomočjo jezika BASIC (ki so ga tu razvili z namenom, da bi učenci in nematematiki brez prevelikega truda uporabljali računalnik). Računalnik tu ni učni stroj, ampak pripomoček pri reševanju problemov, pri spodbujanju ustvarjalnega mišljenja učencev. Učenci so sami v BASICU doslej napisali na stotine programov pa še na desetine skic za programe (topic outlines) in, skupaj z učitelji, 8 knjig s predlogi in spodbudami.

CAMP projekt, University of Minnesota, ZDA je imel za glavni namen, proučiti uporabo te strategije pri pouku matematike od 7. - 12. razreda. Zbrali so primerne teme, jih preizkusili in tudi izdali v več knjigah. Izkazalo se je, da so nekatere teme za tako delo zelo primerne (npr. proučevanje deljivosti), druge pa manj (npr. nekatera področja trigonometrije).

Med projekti pouka informatike, ki upoštevajo v veliki meri poučevanje v algoritmičnem reševanju problemov, je potrebno omeniti nizozemski IOWO projekt ali nemški projekt na tehnični univerzi v Berlinu (Bosler, 1973).



3.53 Didaktična vključitev, odprti problemi

Reševanje problemov s pomočjo računalnika doseže svoj namen v celoti le, če učenec sam ali v majhni skupini načrtuje, išče in popravlja napake ipd. Po možnosti naj bi si tudi sam našel problemsko področje. Zato pravilom te strategije ni mogoče izvajati frontalno, s celim razredom hkrati, kar bi zahtevalo tudi preveč terminalov.

Dosedanje tehnične in organizacijske rešitve so različne; učenci so često razdeljeni v majhne skupine (do 5), pri čemer je priporočljivo, da se namesto tekmovanja uveljavlja skupinsko sodelovanje (tudi pravi računalniški programi so največkrat plod timskega sodelovanja). Bolj ekonomično je, če poskuse rešitev luknjajo na trakove, torej off-line, le četrtno časa pa prebijejo v neposrednem on-line stiku s terminalom. Nekateri projekti (npr. IOWO) preizkušajo še cenejše rešitve v smislu batch-processing. Učenci rešitve s svinčnikom kodirajo na posebne kartice, ki se pošiljajo v računalniški center. Povratno informacijo dobijo z določeno zamudo (po mnenju strokovnjakov časovni presledek ne sme preseči enega tedna), s čimer se seveda izgubi zanimivost in napetost, povezana z neposrednimi reakcijami računalnika.

Skelton (1972, cit. po Eyferth, 1974) je primerjal dve skupini študentov, ki sta se učili FORTRAN, ena v time-sharing sistemu s povprečnim presledkom 19 sekund do povratne informacije, druga v batch-processing s povprečnim presledkom 1,2 uri. V doseženih znanjih med obema skupinama ni ugotovil pomembnih razlik. Na začetku kurza je celo prva skupina delala več napak, ker študentje niso vnaprej dobro premislili svojih potez in so program popravljali tako, da so ga večkrat pustili teči. Ob koncu kurza, ko je bila snov težja, pa je bila druga skupina na slabšem in je napravila več logičnih napak.

Na srednjih šolah se najbolj obnese, če je čas za neposredno re-

Tabela 1: V kakšne namene uporabljajo računalnike na ameriških srednjih šolah (AIR Report, Darby s sodel., cit. po Eyferthu, 1974)

Šole uporabljajo računalnik za:	% šol	% dejav.
- pouk računalništva	69,7%	29,0%
- strategijo reševanja problemov	65,9%	27,4%
- vodenje in svetovanje s pomočjo računalnika	37,9%	15,8%
- simulacije in igre	25,5%	10,6%
- strategijo poučevanja, strategijo vaje	20,1%	8,4%
- CMI (upravljanje pouka s pomočjo računal.)	14,7%	6,1%
- drugo	6,6%	2,7%

Opomba:

Rezultati so bili zbrani na 666 srednjih šolah v ZDA v letu 1970. Tedaj je imelo računalniške terminale približno 35% srednjih šol; 10-15% jih je uporabljalo v pedagoške, 25-30% v administrativne namene. Do leta 1973 je uporaba v pedagoške namene narasla na približno 20%.

ševanje problemov ob terminalu učencem dodeljen po dogovorjenem razporedu zunaj rednih učnih ur, na primer v popoldanskem ali večernem času (v nekem projektu je 92% učencev prihajalo k terminalom pogosteje, kot je bilo določeno, ker jih je pritegnilo delo na lastnih projektih).

Poleg računalniške opreme, ki je za povprečno srednjo šolo še predraga (večje možnosti bodo imeli večji šolski centri), in zbirke primernih problemov in idej z raznih področij, je pomemben predpogoj tudi usposobljenost in zagretost učiteljev, ne le matematikov, tako da usmerjajo in spodbujajo aktivnost učencev in jim nudijo pomoč le, kadar jim je potrebna.

3.60 Računalnik kot pomoč pri preverjanju in organiziranju pouka - CAT in CMI

Druge načine uporabe računalnika v poučevanju bomo omenili le obrobno.

V vrednotenju znanja se računalnik uveljavlja predvsem pri testih znanja (computer assisted testing ali na kratko CAT). Prvi poskusi so bili omejeni na avtomatizacijo točkovanja in obdelave rezultatov (analiza nalog, statistične obdelave po učencih). Tovrstni poskusi so se uveljavili tudi pri nas (npr. KOLOK sistem na fakulteti za strojništvo).

Danes se uporablja računalnik že za generiranje novih nalog in konstruiranje testov po vnaprej določenih parametrih (prim. Tancig, 1975), za individualizirano testiranje, za kriterijsko testiranje po vnaprej preciziranih skupinah smotrov ipd. Funkcija takih testov ni več le kontrolna, ampak so rezultati prvenstveno povratna informacija učencem in učitelju za izboljšanje in nadaljnje usmerjanje učnega procesa (prim. Kališnik, 1973, Mužič, 1973). S tem postaja CAT sestavni del strategije "računalniško uravnavanega pouka" ali CMI (computer managed instruction).

V strategiji CMI računalnik pomaga pri krmarjenju kompleksnega odločanja v individualiziranem učnem procesu ali pa to odločanje v celoti prevzame. Predpogoji za razvoj tega sistema so naslednji:

- Zmožnost identificiranja in merjenja za nadaljnje učenje posameznih učenčevih značilnosti (predhodno šolanje, predznanje itd.),
- zmožnost razvijanja diagnostičnih testov za konkretne učne enote,
- razpolaganje s številnimi in raznolikimi učnimi materiali iz posameznih učnih enot, ki so po možnosti prirejeni za samostojno učenje (multimedijski sistem),
- zmožnost odločanja, katere kombinacije učenčevih karakteristik in razpoložljivih učnih materialov so v dani situaciji najboljše. (Podrobneje o CMI - glej Marentič-Požarnik, 1973).

Doslej največja projekta te vrste sta že omenjeni IPI sistem (Individually Prescribed Instruction, Pittsburg) in PLAN (Planned Learning According to Needs), American Institutes for Research, ZDA, ki pa jima očitajo, da sta šla predaleč v tem, da skušata z računalnikom povsem nadomestiti učiteljevo (sicer intuitivno) odločanje o tem, katera učna enota, na kakšnem nivoju težavnosti, je v danem trenutku najprimernejša za vsakega posameznega učenca, glede na dosežene vmesne rezultate. Britanski Ridgewaye School CMI sistem je glede tega bolj realističen, je pa šele v eksperimentalni fazi (cit. po Eyferth, 1974, str. 90-).

Če želimo pouk dosledneje individualizirati, je brez računalnika težko ali skoraj nemogoče, ohraniti pregled nad več sto modularnimi enotami in individualnim napredovanjem posameznih učencev ter manjših skupin. Vendar ne smemo učitelja iz te usmerjevalne vloge povsem izključiti, računalnik naj bo le njegov pripomoček.

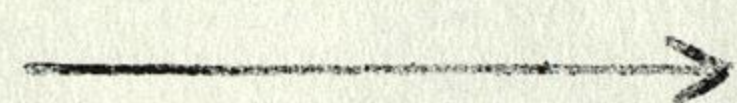
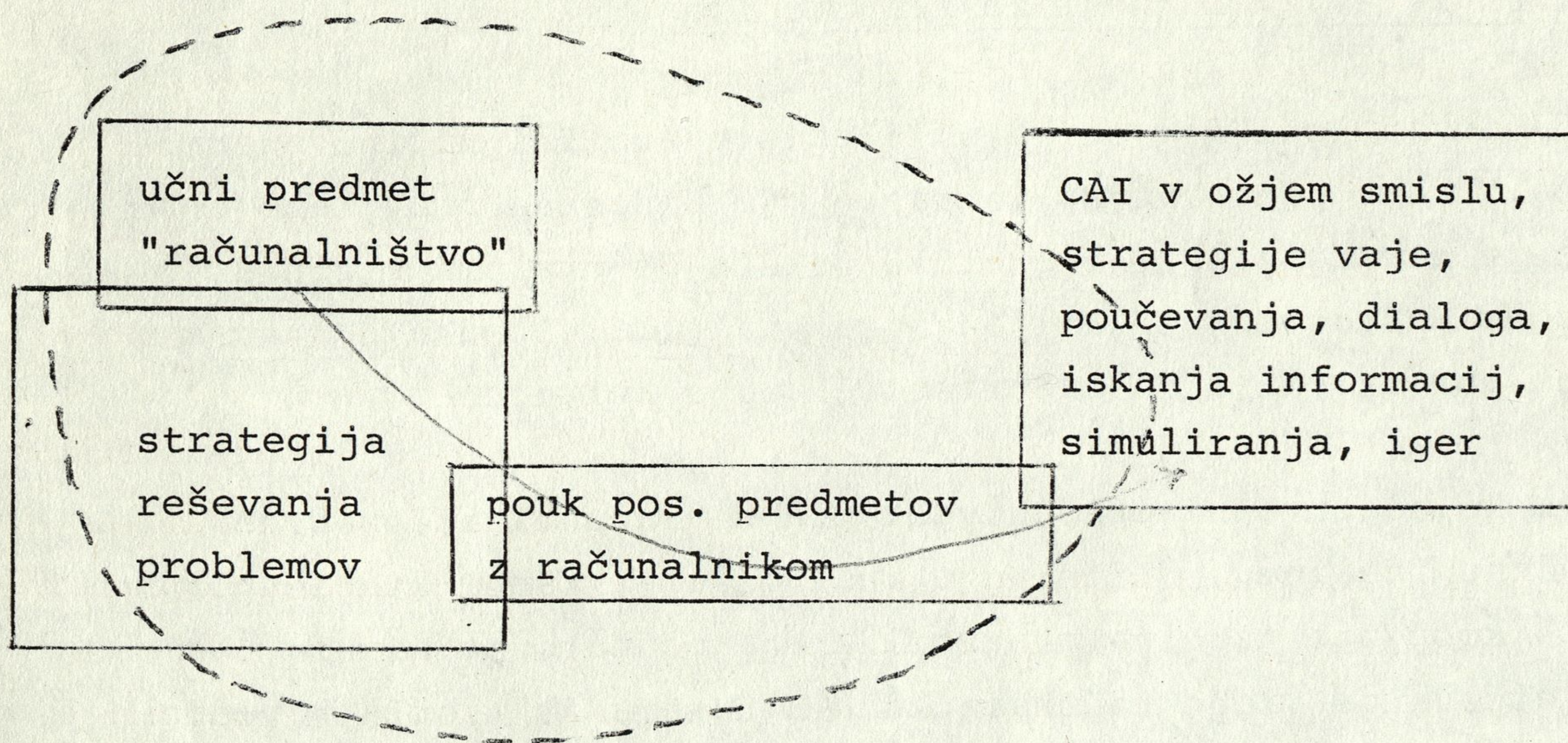
4.00 Povzetek, zaključki in priporočila

V zadnjih 15 letih so se razvili zelo raznoliki načini uporabe računalnika v poučevanju. Ta razvoj je danes še prav tako buren, le da je nekako z leti 1969-1970 prišlo do preloma v gledanju na težiščno področje uveljavljanja računalnika v pouku. Prvotna pretirana pričakovanja je nadomestila večja kritičnost.

Medtem ko so prvotno pričakovali, da bo računalnik predvsem prevzel vlogo idealnega učitelja v individualiziranem sistemu poučevanja (kompjuterizacija programiranega pouka), je danes v ospredju proučevanje vloge računalnika pri doseganju tistih pomembnih ciljev, ki bi jih bilo brez računalnika težko ali celo nemogoče doseči, kot so: najdenje v veliki množici podatkov, modeliranje kompleksnih procesov, reševanje problemov (zlasti tistih, ki vsebujejo komplicirane izračune), učenje v smislu iskanja in raziskovanja, globlje razumevanje zakonitosti, procesov in povezav med pojavi.

Danes sta v upadu strategija vaje in strategija poučevanja (razen za strogo omejene dele snovi ali posebne populacije učencev), medtem ko druge (iskanje informacij, simuliranje in igre, reševanje problemov) naraščajo. Tako je v Indeksu CAI iz leta 1970 znašal delež programov v smislu strategije poučevanja 62%, v Indeksu iz leta 1973 pa le še 47%, medtem ko so programi simuliranja narasli od 10% na 18% (kar pomeni v absolutnih številkah porast od 91 na 320) (cit. po Eyferth, 1975).

Gre torej za bistven premik od vprašanja: "Katere učiteljeve funkcije lahko objektiviramo in prenesemo na računalnik?" k vprašanju: "Katere učenčeve (miselne) operacije lahko objektiviramo in podpiramo njihov razvoj s pomočjo računalnika?" Zato računalnika ne uporabljajo več prvenstveno kot posredovalca vnaprej programiranih sekvenc ("konzervirani psevdodialog"), ampak kot



smer razvoja oziroma širšega uvajanja



Ta področja se bodo na šolah najprej širše uveljavila in bodo za seboj potegnili druge strategije CAI

Skica 4: Shematičen prikaz povezanosti raznih področij pouka s pomočjo računalnika (Klaus Haefner, predavanje Elektronische Datenverarbeitung in der Schule, Pädagogische Hochschule, Berlin, maj 1974)

neizčrpno in dinamično skladišče informacij, kot raziskovalno orodje, kot stimulatívno in odzivno okolje, s katerim učenec pri razreševanju raznih problemov stopa v interakcijo po svojih lastnih načrtih in odločitvah. Računalnik s tem ne prevzema več toliko funkcije poučevanja (simuliranje učitelja), ampak je predvsem pripomoček pri spodbujanju učenčevih višjih spoznavnih procesov.

S tem se tudi ustrezneje opredeli učiteljeva vloga. S prvotnimi poskusi uvajanja računalnika so skušali učitelja pri poučevanju delno nadomestiti, danes pa ga želijo le bistveno dopolniti. Zato je pomembno, da učitelj ni le posrednik že izdelanih programskih paketov, ampak partner v pripravi preprostih programov in v prilagajanju obstoječih. V ta namen pa mora biti, v okviru osnovnega in dopolnilnega izobraževanja, deležen ustreznega usposabljanja, v katerem se seznanjajo tudi z didaktičnimi možnostmi računalnika. Tako usposabljanje mora zajeti postopno učitelje vseh strok, ne le matematike.

Tudi učenec naj bi v pouku z računalnikom nastopal kot subjekt, ki lahko sam bistveno vpliva na potek interakcije z računalnikom, ki samostojno preizkuša rešitve raznih problemov, ki išče odgovore na vprašanja v informacijskih skladiščih (taka samostojna in aktivna vloga je spet v mnogo manj pristni obliki izvedljiva v strategiji poučevanja kot v drugih strategijah). Z vidika učenca je torej treba razvijati in podpirati tiste načine uporabe računalnika, v katerih si učenec krepi avtonomno motivacijo, samokritičnost in samozavest, ter se (v skupinskem sodelovanju) navaja na solidarno sodelovanje.

Strategije CAI naj se uvajajo v tesnem sodelovanju s šolami, predvsem v zvezi z uvajanjem pouka računalništva (informatike). Cilji tega pouka morajo biti dovolj široko zastavljeni, večji poudarek kot na seznanjanju s tehničnimi podrobnostmi računalnika ali s

kakšnim od obstoječih računalniških jezikov, mora biti na nava-
janju na algoritmično reševanje problemov na raznih področjih.

Vzporedno je treba razvijati in vključevati spoznanja raziskav o
umetni inteligenci, teoriji informacij, (psiho)lingvistiki, teo-
rijah učenja in didaktiki računalniškega pouka. Zato morajo biti
tovrstni projekti interdisciplinarni in interinstitucionalno za-
stavljani.

Gornji principi, vključno s principom racionalnosti in ekonomič-
nosti (gre za medij, ki je za širšo uporabo na šolah zelo drag)
bi šele pripomogli k uresničevanju večine naših specifičnih
vzgojnih smotrov, kot smo jih navedli na začetku. Zato bi jih
moralo pri uvajanju pouka s pomočjo računalnika v čim večji meri
upoštevati.

5.00 Uporabljena literatura

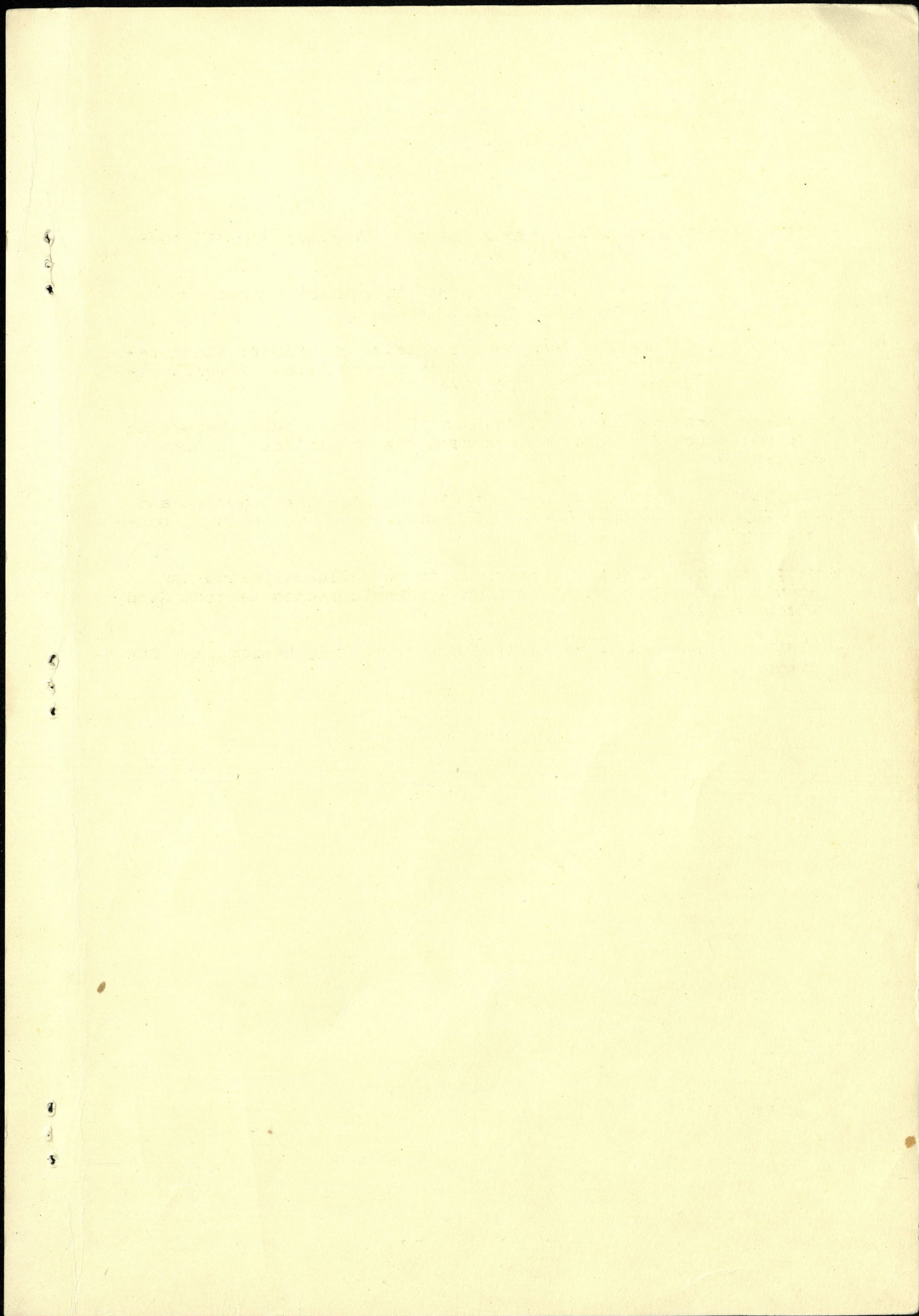
- Baker F.B.: Computer-based instructional management systems: a first look. Review of Educational Research, Febr. 1971, pp. 51-70
- Bakovljec M.: Teorijske osnove programirane nastave. NIP, Duga, Beograd 1972, 120 str.
- Block K.: Strategies in computer-assisted instruction: a selective overview. Pittsburg Learning Research and Development Center, N. 1/1971
- Bratko I., V. Rajkovič, B. Roblek: What should secondary school students know about computers: analysis of an experiment. O'Leary, R. Lewis, Eds., Computers in Education. IFIP, North Holland Publishing comp., 1975, pp. 841-846
- Bufon V. i.dr.: Computer managed achievement tests using the programme package KOLOK. Zbornik Informatica '74, IJS 1974
- Correll W.: Programmiertes Lernen und schöpferisches Denken. Ernst Reinhardt Verlag, München 1969
- Estes W.K., Learning. V: Dodwell P.C., Ed.,: New horizons in psychology. Penguin Education, London, 1972
- Eyferth K. u.a.: Computer im Unterricht. Formen, Erfolge und Grenzen einer Lerntechnologie in der Schule. Ernst Klett Verlag, Stuttgart, 1974
- Fry E.B.,: Teaching machines and programmed instruction. Mc Graw-Hill, New York, 1963
- Gagné R.M.: The conditions of learning. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1965
- Haefner K.: Vorschläge für die Förderung und Weiterentwicklung des Bereichs Datenverarbeitung im Bildungswesen als Konsequenz einer Bestandsaufnahme. FeoLL, Projektträger DV im Bildungswesen, Paderborn, Juni 1975
- Heckhausen H., Motivationsanalysen. Springer Vlg, Berlin 1974
- Kališnik M.: Nastava histoembriologije i savremeni reformni trendovi (s posebnim obzirom na upotrebu testova i kompjutora). Folia anat.iugosl., 4/1975, I, str. 133-145

- Kornhauser A.: Uporaba računalnika v kemijskem izobraževanju. Vzgoja in izobraževanje 5/1975, 3-24
- Kulič V.: The psychological interpretation of the concept of feedback in learning and problem solving. V: Bajpai A.C., F.F. Leedham, Eds., Aspects of Educational Technology. Vol IV, London 1970, pp. 125-132
- Kulič V.: Chyba a učení. Praha, 1971
- Kuhlhavy R.W., R.C. Anderson, Delay-retention effect with multiple-choice tests. Journal of Educational Psychol., Vol. 63, N.5/1972, pp. 505-512
- Landa L.N.: Algoritmizacija v obučení. Prosvešćenie, Moskva 1966
- Langenbartels R.: Ein computerunterstütztes Lehrsystem für den Unterricht in Programmiersprachen. RGU-Manuskript, Technische Universität Berlin, 1974
- Laudato N.C., R.A. Roman: Computer-assisted instruction in word problems: design and assessment. Pittsburg Learning Research and Development Center, N. 12/1975
- Leherissey McCombs B. a.o.: An adaptive model for utilizing learner characteristics in computer based instructional systems. Educational Technology, N. 4/1973, 47-51
- Lehnert U.: Die Förderung der Entwicklung geistiger Fähigkeiten durch den Einsatz von Rechnern im Unterricht. Zeitschrift für Erziehungswissenschaftliche Forschung - Sonderdruck
- Lysaught J.P, C.M. Williams: Uvod u programiranu nastavu. Školska knjiga, Zagreb 1966
- Marentič-Požarnik B.: Vloga računalniške tehnike v poučevanju. Naši razgledi XXI, 10/1972
- Marentič-Požarnik B.: Računalniško upravljani pouk kot pomembno področje uporabe računalniške tehnike v šolstvu. Zbornik Izobraževalna tehnologija, ZZŠ SRS, Ljubljana 1973
- Marentič-Požarnik B.: Možnosti uporabe računalnika v poučevanju. Vestnik inštituta za javno upravo, IX, 1-2/1974 (a)

- IFIP!
- Marentič-Požarnik B.: Can computer help us to improve instruction? Zbornik Informatica '74 Inštitut Jožef Štefan, Ljubljana 1974 (b)
 - Marentič-Požarnik B.: Pomen operativnega oblikovanja vzgojno-izobraževalnih smotrov za uspešnejši pouk. ZZŠ SRS Ljubljana 1976, str.7-99
 - McKeachie W.J.: The decline and fall of the laws of learning. Educational Researcher, Vol. III. 3/1974
 - Mihajlović V. i.dr.: Teorija i praksa programirane nastave. Vojnoizdavački zavod, Beograd 1970, 463 str.
 - Mužić V.: Programirana nastava. Školska knjiga, Zagreb 1968
 - Mužić V.: Nastava pomoću kompjutera te upravljanje - regulacija nastave uz sudjelovanje kompjutera - perspektive razvoja programirane nastave. Programirana nastava, Zbornik 4 Instituta za pedagoška istraživanja, Beograd 1972
 - Mužić V.: Kompjutor u suvremenoj nastavi. Školska knjiga, Zagreb 1973
 - Mužić V.: Kibernetička istraživanja u suvremenom odgoju i obrazovanju. PKZ Zagreb, 1978
 - Pečjak V.: Psihologija spoznavanja. DZS Ljubljana, 1975
 - Simon H.: Computer-unterstützter Unterricht als Problem der Unterrichtstechnologie und Unterrichtsforschung. V: Freibichler H., Hrsg., Einführung in den Computer-unterstützten Unterricht. Hermann Schroedel Verlag, Hannover 1974
 - Stolurow L.M., H.T. Lippert: Prompting, confirmation and overlearning in the automatic teaching of a sight vocabulary. V: DeCecco, Ed., Educational Technology. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1964
 - Strmčnik F.: Kibernetična smer programiranega pouka. Sodobna pedagogika, 7-8/1972
 - Strmčnik F.: Motivacijska funkcija podkrepitve. Zbornik Izobraževalna tehnologija, ZZŠ SRS, Ljubljana, 1973
 - Strmčnik F.: Sodobna šola v luči programiranega pouka. DDU Univerzum, Ljubljana 1978
 - Suppes P.: Computer-assisted instruction at Stanford. Stanford University 1970 (mimeographed)

- Šoljan N.: Osnove programirane nastave. Tehnički školski centar JNA, Zagreb 1969
- Šoljan N.: Nastava i učenje uz pomoć kompjutera. Pedagoško-književni zbor, Zagreb 1972
- Tancig P., S. Tancig: Uporaba računalnika pri konstrukciji testov znanja in pri obdelavi rezultatov. Zbornik Informatica '74, IJS 1974
- Berliner Arbeitsgruppe für Informatik in der Schule. Vorschlag zur Förderung des Informatikunterrichts in Berliner Schulen. Berlin, Dez. 1973
- Computer based learning systems: A programme for research and development. National Council for Educational Technology, London 1969
- Computer-unterstützter Unterricht in der allgemeinbildenden Schule. BTZ-Reihe, Bd. 3, Bildungstechnologisches Zentrum GmbH, Wiesbaden 1973
- FEoLL, Projektträger DV im Bildungswesen, Zwischenbericht. Paderborn, 1973





NARODNA IN UNIVERZITETNA KNJIŽNICA

GS

II 743 142



202122947

COBISS ©