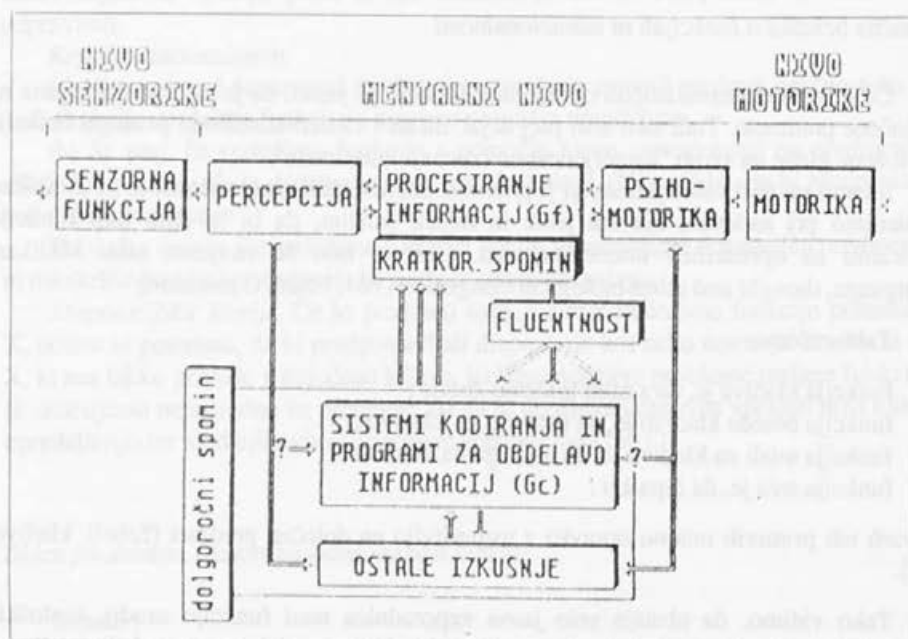


Kratkoročni spomin v psihometriji in v kognitivni psihologiji

VID POGAČNIK

PSIHOMETRIJA KRATKOROČNEGA SPOMINA

Če inteligentnost pojmuje kot od izkušenj neodvisno sposobnost obdelovanja informacij, potem ima široka sposobnost kratkoročnega spomina v njeni strukturi posebno mesto. Ostale sposobnosti intelekta so pregledno obdelane v publikaciji o inteligentnosti (9). Na tem mestu podajmo le splošno shemo intelekta, ki naj ilustrira mesto, ki ga v njem zavzemajo spominske sposobnosti (slika 1). S senzornim aparatom se informacije o zunanjem svetu prevedejo v elektro-kemična dogajanja v centralnem



Slika 1: Model intelekta

živčnem sistemu. Te informacije so primerjane z informacijami, shranjenimi v dolgoročnem spominu. Sledi prepoznavanje zaznanega gradiva, aktivno zadrževanje informacij v kratkoročnem spominu in eventuelno nadaljnje obdelovanje informacij. Interakcije med procesorjem in strukturami, shranjenimi v dolgoročnem spominu, se lahko v več zankah ponovijo.

V kratkoročnem spominu se hrani "aktivna", za procesiranje pripravljena informacija. Že na drugem mestu (8) smo postavili hipotezo, da pri kratkoročnem spominu ne gre za poseben pomnilnik, ampak za *kapaciteto procesorja, da ima hkrati odprtih več kanalov k dolgoročnemu spominu*. Tako so procesorju v danem trenutku dostopne informacije o diskretnih informacijah (simbolih ali pojmi) ali o asociacijah med njimi. Teorija fluidne in kristalizirane inteligentnosti (Cattell & Horn, 1963, 1966, 1971, Horn, 1980), pa tudi nekatere druge (npr. Jensen, 1973, 1974) gledajo na sposobnost kratkoročnega spomina kot na *nujen*, a sam po sebi še nezadosten pogoj za manifestiranje inteligentnosti. Že pred faktorsko analitičnim pristopom k proučevanju sposobnosti so psihologi opozarjali na razlike med spominom in inteligentnostjo. V Modernih faktorskih analizah so spominski testi sprva kazali na pripadnost k fluidni inteligentnosti (verjetno zaradi narave precedensa le-tej), kasneje pa je postajalo vse bolj očitno, da *primarne mentalne sposobnosti spomina tvorijo samostojen široki spominski faktor*, in sicer ne glede na to, ali je input informacij vizualen ali auditiven. Nadalje je za terminološko jasnost pomembno, da kratkoročni spomin zadeva le procese, odgovorne za *kodirano* (simbolično ali semantično) vsebino.

Široki faktor kratkoročnega spomina tvorijo tri primarne mentalne sposobnosti: *Obseg neposrednega pomnjenja (Ms)*, *Asociativni spomin (Ma)* in *Spomin za smiselno gradivo (Mm)*. Zlasti prvi dve sposobnosti sta bili v faktorsko analitičnih študijah večkrat lepo potrjeni.

Obseg neposrednega pomnjenja

Sposobnost se izraža s številom kodiranih informacij, ki so v nekem trenutku procesorju lahko hkrati dostopne. V zavesti lahko ljudje hkrati držijo v povprečju le nekaj števil, črk, pojmov itd. Enota informacije je seveda koda, reprezentirana v dolgoročnem spominu. Če so črke povezane v besedo, se jih lahko zapomnimo več, vendar število med seboj nepovezanih besed v kratkoročnem spominu spet ne bo preseglo kapacitete kratkoročnega spomina, izražene v elementih informacije. Podobno je z nadaljnjim grupiranjem v stavke.

Testi, ki merijo obseg pomnjenja, so že dolgo znani: subjektu predvajamo serijo števil, črk ali kakega drugega gradiva, on pa jih mora ponoviti v istem ali obrnjenem vrstnem redu. Prav tako dobro je v neki študiji (12) funkcioniral test pomnjenja in prepoznavanja tonov (čeprav tu informacija ni kodirana). To se sklada tudi z odkritjem v eksperimentalni kognitivni psihologiji, ki kaže na to, da je *kratkoročni spomin auditivne narave*.

Je sposobnost vzpostavljanja novih asociacij (stara definicija pravi, da so to funkcionalne zveze med psihičnimi vsebinami in verbalno-motoričnimi akti). Subjektu omogoča povezovanje informacij, ki se javljajo v času ali v prostoru skupaj, ki pa prej v strukturi njegovega dolgoročnega spomina izključno niso bile povezane. Ta primarna mentalna sposobnost je verjetno v veliki meri "odgovorna" za tako imenovano spontano, naključno, nemotivirano učenje. Testi, ki jo merijo, so dveh vrst. V *asociacijskih* testih so pari besed, ki so med seboj bodisi v nizki asociacijski zvezi (na primer: "oblak" - "sekira"), bodisi v visoki asociacijski zvezi (na primer: "nož" - "salama") ter pari beseda - številka in podobno. Druga vrsta testov pa so testi *serialnega učenja*. V njih se ugotavlja sposobnost učenja bolj ali manj smiselno povezane serije besed ali nesmiselnih zlogov. Pravzaprav gre tudi tu za asociacije parov besed, le da si besede sledijo v seriji druga za drugo.

Spomin za smiselno gradivo

Ta sposobnost je psihometrično slabše dokazana. Šlo naj bi za sposobnost pomniti gradivo, ki tvori logično, pomensko celoto. V eni od študij so uporabili tudi test, v katerem so subjekti poslušali daljši tekst, v katerem so bile nekatere besede naglašene, učinkovitost kasnejšega obnavljanja ali prepoznavanje teh besed pa daje testni rezultat. Za ilustracijo si sedaj oglejmo rezultate ene od študij, ki je bila načrtovana z namenom spoznati strukturo sposobnosti kratkoročnega spomina (L. Stankov, J. L. Horn & T. Roy, 1980). Na vzorcu srednješolcev ($N = 201$) je bila aplicirana baterija 27 sposobnostnih testov, ki so se nanašali na 12 primarnih mentalnih sposobnosti. Na nivoju drugega reda naj bi te tvorile široke faktorje *fluidne (Gf)*, *kristalizirane (Gc)* *inteligentnosti* ter *kratkoročnega spomina*. V teoretičnem uvodu avtorji *razložijo*, da pojmujejo kratkoročni spomin kot skupek primarnih sposobnosti, katerih naloga je *držati informacije v zavesti toliko časa, da jih lahko sposobnosti fluidne in kristalizirane inteligentnosti obdelajo*. Faktorsko analitični del študije je bil zasnovan v dveh nivojih. Na prvem nivoju je bilo analiziranih devet variabel, ki zadevajo kratkoročni spomin. Uporabljena je bila prokrustovska metoda faktorske analize po Lawleyu in Maxwellu (1964). Rezultate kaže tabela 1. V nadaljevanju, ki pa nas na tem mestu ne zanima več, so bili ti faktorji kratkoročnega spomina vključeni v analizo k ostalim primarnim mentalnim sposobnostim in faktorske analize so jasno pokazale na obstoj zgoraj naštetih širokih sposobnosti intelekta.

Omenimo še, da je bil tudi vzorec oseb razdeljen na mlajše in starejše dijake. Zlasti v starejšem podvzorcu je bila faktorska struktura precej drugačna. Visoko asociativni pari besed so se pridružili testu priklica poudarjenih besed in tako oblikovali faktor pomnenja smiselno povezanega gradiva. Kljub vsemu se je končna interpretacija avtorjev glasila, da je faktor pomnenja smiselno povezanega gradiva slabše potrjen, medtem ko sta faktorja obsega pomnenja in asociativni spomin potrjena dovolj enoznačno.

Tabela 1.: Faktorska analiza 9 variabel kratkoročnega spomina

Variabla	Ciljna matrika			Faktorska struktura		
	Ms	Ma	Mm	Ms	Ma	Mm
Obseg pomnjenja številke (auditivno)	1	0	0	.88	-.02	-.08
Obseg pomnjenja številke (vizualno)	1	0	0	.82	.02	.07
Obseg pomnjenja črke (auditivno)	1	0	0	.84	-.09	-.03
Nizko asociativni pari besed	0	1	0	-.01	.81	.06
Pari beseda-številk	0	1	0	-.03	.68	.24
Nizko asociativni serialni priklic	0	1	0	-.04	.88	-.14
Visoko asociativni pari besed	0	0	1	.07	.59	.19
Priklic v tekstu poudarjenih besed	0	0	1	.00	-.03	.98
Visoko asociativni serialni priklic	0	0	1	.09	.65	.18

V drugi študiji (44 testov, reprezentativni vzorec 241 odraslih moških), ki je zadevala auditivne sposobnosti ljudi, sta Stankov in Horn (1980) tudi našla dobro opredeljen faktor kratkoročnega spomina. Testi, ki so bili z njim najvišje nasičeni, so naslednji:

Obseg pomnjenja številke nazaj. Serije, dolge od 3 do 9 številke, subjekt najprej posluša, nato pa jih napiše v obratnem vrstnem redu na odgovorni list.

Obseg pomnjenja črk naprej. Serije, dolge od 3 do 9 črk, subjekt najprej posluša, nato pa jih na list za odgovore napiše v istem vrstnem redu.

Spomin za poudarjene besede. Potem ko posluša tekst, v katerem so posamezne besede očitno poudarjene, mora le-te subjekt v gradivu identificirati.

Tonalne figure. Subjekt sliši najprej niz štirih not, ki si sledijo v naraščajočem ali padajočem zaporedju. Nato posluša štiri izbire, v katerih so po štiri note, ki si sledijo v obratnem zaporedju kot v nalogi. Le ena od serij vsebuje iste štiri note kot naloga. Subjekt odgovor označi na listu z obkroževanjem.

Drugi faktor (med sedmimi zadržanimi po ekstrakciji) je bil interpretiran kot *neposredni auditivni spomin*. Faktorske nasičenosti (kolona čisto desno) in nekatere značilnosti testov prikazuje tabela 2. Vsekakor velja opozoriti na zanimivo dejstvo, da ima najvišjo nasičenost s tem faktorjem *test, ki ne meri pomnjenja kodiranega gradiva, kar govori v prid hipotezi, ki jo potrjujejo tudi raziskave kognitivnih psihologov, da je kratkoročni spomin auditivne prirode.*

Tabela 2.: Testi, ki so opredeljevali faktor neposrednega auditivnega spomina.

Test	itemov	čas (sec)	M	SD	r_{tt}	II
Obseg pomnjenja števil nazaj	12	430	2.51	2.21	.82	.63
Obseg pomnjenja črk nazaj	12	210	3.46	2.18	.62	.53
Spomin za poudar. besede	30	180	8.29	3.99	.62	.49
Tonalne figure	18	150	7.56	5.13	.67	.71

V nadaljevanju si oglejmo rezultate ene naših zadnjih študij (Pogačnik, 1989). Z namenom proučiti odnos spominskih sposobnosti do nekaterih drugih primarnih mentalnih sposobnosti, je bila 100 subjektom (kadrovski postopek v Savi) aplicirana naslednja baterija testov:

Test nizov (TN-10). Meri fluidno inteligentnost. V seriji 15 likov mora subjekt ugotoviti pravilno nadaljevanje serije.

Umik (30-B). Meril naj bi fluidno inteligentnost. Subjekt se mora izogniti pikam, ki iz različnih smeri prihajajo po ekranu in ga skušajo zadeti. Poudarek ni na okulomotorni koordinaciji (gibanje subjekta po ekranu), ampak na anticipaciji gibanja pik. Test daje dva rezultata: število rešenih nalog in hitrost reševanja nalog.

Hitrost percepcije (BTI-Or). Subjekt mora identificirati, kateri od predlaganih vzorcev je enak vzorcu na levi strani.

Prostorska predstavljenost (BTI-Pr). Subjekt si mora zamisliti, katerega od predlaganih predmetov se da narediti iz ploskovnega načrta.

Dekodiranje števil (KS 0.2s>). V bateriji računalniških testov kratkoročnega spomina je bil kot prvi apliciran test, kjer se je serija števil, ki si jih mora subjekt zapomniti in jih ponoviti v istem vrstnem redu, pojavljala s tempom 0.2 sekunde. Zaradi hitrosti prikazovanja števil so rezultati mnogo nižji od siceršnjega obsega neposrednega pomnjenja subjekta. Preskušnja se konča, ko na nekem nivoju subjekt dvakrat odpove.

Obseg neposrednega pomnjenja naprej (KS 0.5s>). Isto kot v predhodnem testu, le da se številke prikazujejo s tempom 0.5 sekunde, kar je dovolj za dekodiranje, onemogoča pa uporabo raznih strategij pomnjenja (npr. ponavljanje, kot npr. počasnejši tempi).

Obseg neposrednega pomnjenja nazaj (KS 0.5s<). Isto kot v predhodnem testu, le da mora subjekt številke obnavljati v obrnjenem vrstnem redu. Dodatna miselna aktivnost pomeni mentalno manipulacijo gradiva, ki se nahaja v delovnem spominu.

Obseg pomnjenja - mešan vrstni red (KS 0.5s m). Subjekt mora številke ponavljati v popolnoma mešanem vrstnem redu, ki ga za vsako nalogo po slučaju generira računalnik. Manipulacija gradiva v delovnem spominu je še večja kot pri predhodnem testu.

Indukcija (KS-I). Na ekranu se v presledkih po eno sekundo prikazuje serija števil (le v razponu od 0 do 9). Subjekt mora ugotoviti pravilno nadaljevanje serije. Za razliko od klasičnih takih testov, v tem testu subjekt celotne serije števil nima naenkrat pred seboj, ampak jo mora, medtem ko razmišlja o njeni zakonitosti, držati v spominu.

Z izjemo spacialnega testa in testa percepcije so vsi ostali testi naše lastne konstrukcije. Ker je bila več kot polovica testov individualnih (apliciranih s pomočjo računalnika), nam praktični postopek ni dopuščal, da bi v baterijo vključili vsaj po 3 teste, namenjene posameznemu hipotetičnemu faktorju (fluidna inteligentnost, percepcija, kratkoročni spomin), kar bi bil za kvalitetno faktorsko analizo nujen pogoj. Faktorji so bili ekstrahirani z metodo glavnih komponent, zadržani so bili faktorji z lastno vrednostjo nad 100, nato pa so bili v ortogonalni poziciji rotirani po Varimax algoritmu.

Tabela 3.: Odnos testov kratkoročnega spomina in nekaterih drugih testov

TEST	nalog čas		zanesljivi- vost	I	II	h ²
Test nizov (TN-10)	30	10'	0.83	<u>0.76</u>	0.32	0.68
Umik - točke	30	10'	0.84	<u>0.82</u>	0.28	0.75
Hitrost percepcije	49	5'	?	<u>0.77</u>	0.29	0.68
Prostorska predstavljalnost	40	6'	?	<u>0.82</u>	0.19	0.70
Pomnenje naprej 0.2 s	do 2 neuspehov		?	0.31	0.65	0.53
Pomnenje naprej 0.5 s	do 2 neuspehov		?	0.17	<u>0.85</u>	0.75
Pomenje nazaj 0.5 s	do 2 neuspehov		?	0.30	<u>0.84</u>	0.80
Pomnenje mešano 0.5 s	do 2 neuspehov		?	0.49	<u>0.70</u>	0.73
Indukcija	12	6'	0.73	0.65	0.43	0.61

Prvi faktor (lahko ga poimenujemo kar fluidna inteligentnost) pojasnjuje več kot petkrat toliko variance sistema kot drugi faktor (kratkoročni spomin) - 57.9% : 11.3%. Nasičenosti z obema faktorjema so pozitivne, kar kaže na možnost, da bi v primeru poševnokotne rešitve oba faktorja med seboj pomembno korelirala (kar je v skladu s Cattell-Hornovo teorijo). Rezultati nadalje lepo kažejo, kako z obračanjem vrstnega reda števil, ki jih je treba ponoviti, še bolj pa s ponavljanjem v mešanem vrstnem redu, raste nasičenost z inteligentnostjo. Mentalna manipulacija, ki obremenjuje delovni spomin, je torej eno bistvenih obeležij fluidne inteligentnosti. Lepo se vidi tudi narava obeh faktorsko mešanih testov (indukcija, Spomin 0.5 m). Samostojni faktor percepcije se ni izoblikoval.

V naši zadnji študiji s področja kratkoročnega spomina pa je bila na sposobnostno dokaj homogenem vzorcu kandidatov za štipendije (N=129, 67% fantov, povprečna starost 15,6 let) aplicirana naslednja baterija testov.

Test nizov TN-20: Meri fluidno inteligentnost. V seriji 15 likov mora subjekt odkriti pravilno nadaljevanje vrste.

Hitrost percepcije (P-test): Ta test naše lastne konstrukcije je klasičen test tega faktorja. Subjekt ugotavlja, kateri od štirih vzorcev na desni je enak vzorcu na levi.

Test numerične sposobnosti (N-test): Tudi ta test smo konstruirali sami. Obsega 40 nalog računanja z osnovnimi računskimi operacijami.

Verbalni test "Tujke" (V-test): Tudi ta test je še v fazi preskušanja. Subjekt presoja pomen 54 tujk.

HSPQ-B: V postopku je bil apliciran tudi Cattellov osebnostni vprašalnik - oblika za mladostnike, ki vsebuje tudi sposobnostno skalo. Naloge so tipa verbalnega rezoniranja.

Baterija auditivnih testov spomina. Štirje testi so posneti na kaseti. Subjekti (test je skupinski) poslušajo naloge, odgovore pa označujejo na odgovornem listu.

1. Pomnenje števil naprej - Ms: 12 nalog - serije dolžin od 3-10 števil.

2. Asociativno pomnenje - Ma: Test ima dve nalogi. V vsaki je 14 parov besed, ki jih subjekt poslušša, nato pa na list k prvim besedam pripiše druge besede.

3. Pomnenje smiselno povezanega gradiva - Mm: Test sestoji iz dveh zgodbic, ki ju subjekt poslušša, nato pa ju skuša čim točneje obnoviti.

4. Mentalna manipulacija M: Test sestoji iz 11 nalog. V vsaki subjekt poslušša serijo besed, nato pa mora na list napisati njihove začetnice v abecednem vrstnem redu.

Tabela 4.: Faktorska analiza skupine mentalnih testov

TEST	nalog	čas	r_{ii}	I.	II.	III.	IV.	h^2
(1) Pomnenje števil	12	7'	0.56	0.63	-0.11	0.33	0.16	0.53
(2) Besede v parih - 1	14	6'	0.76	0.03	0.75	0.01	-0.28	0.65
(3) Besede v parih - 2	14	6'	0.67	0.13	0.77	0.08	-0.07	0.62
(4) Pomnenje zgodbe - 1	26	6'	0.80	0.27	0.63	-0.10	0.40	0.64
(5) Pomnenje zgodbe - 2	31	6'	0.80	0.16	0.72	0.24	0.23	0.66
(6) Preurejanje začetnic	11	5'	0.57	0.79	0.00	0.15	-0.01	0.64
(7) Test nizov TN-20	45	20'	0.87	0.72	0.30	-0.11	0.14	0.64
(8) HSPQ-B - rezoniranje	10	-	?	0.56	0.32	0.19	0.06	0.46
(9) Hitrost percepcije	36	4.5'	?	0.50	0.09	-0.21	-0.53	0.58
(10) Numerična sposobnost	40	5'	?	0.56	0.18	-0.10	0.00	0.35
(11) Verbalni test Tujke	54	5'	?	0.45	0.33	0.57	0.13	0.65
(12) Spol	-	-	-	0.21	0.01	-0.04	0.81	0.70
(13) Starost	-	-	-	-0.03	0.07	0.85	-0.04	0.74
Koeficienti so pomnoženi s 100,			lambda:	3.84	1.56	1.30	1.15	
decimalne vejice so izpuščene.			% variance:	29.5%	12.0%	10.0%	8.9%	
							tot.=60.4%	

Postopek analize je bil enak kot v predhodno opisani študiji. Rezultate faktorске analize prikazuje tabela 4.

Prvi faktor združuje vse uporabljene teste primarnih mentalnih sposobnosti ter testa Pomnenje števil in Preurejanje začetnic iz baterije spomina. Faktor sicer lahko grobo identificiramo kot *inteligentnost*. Izoblikoval pa se je kot posledica dejstva, da omenjena spominjska testa dobro korelirata z ostalimi mentalnimi testi. Najvišjo nasičenost s faktorjem ima prav test Preurejanje začetnic, kar ponovno potrjuje našo hipotezo, da je mentalna manipulacija bistveno obeležje inteligentnosti.

Drugi faktor lahko identificiramo kot *asociativni spomin*, oziroma spomin za smiselno povezano gradivo. Ta faktor se izoblikuje tudi, če vsak od obeh spominjskih

podtestov (2 in 3) nista zastopana s po dvema variablama, ampak le s po eno. Ta dva testa z ostalimi mentalnimi testi ne korelirata tako visoko kot testa Pomnenje števil in Preurejanje začetnic, kar kaže na to, da merita dokaj specifično sposobnost. Faktor karakterizira tudi *pomembna verbalna komponenta*.

Tretji faktor je posledica dejstva, da s starostjo močno napredujejo verbalne sposobnosti adolescentov, malenkostno nasičenost ima tudi test Pomnenja števil.

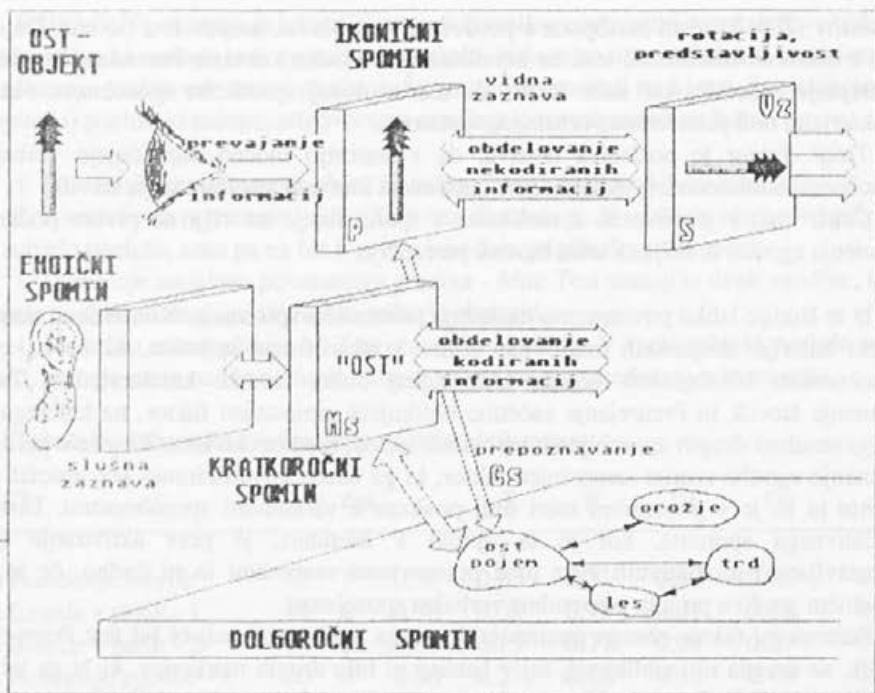
Četrti faktor je povezan z razlikami v spolu: fantje so višji na prvem podtestu Pomnenja zgodbe in nižji na testu hitrosti percepcije.

Iz te študije lahko povzamemo naslednja pomembna spoznanja: Konstruirati nam je uspelo baterijo skupinskih auditivnih testov kratkoročnega spomina, ki že na zelo sposobnostno homogenem vzorcu kaže dokaj dobre merske karakteristike. Testa Pomnenje števil in Preurejanje začetnic oblikujeta samostojen faktor, na katerega se vežejo rezultati drugih uporabljenih mentalnih testov, medtem ko testa Besede v parih in Pomnenje zgodbe tvorita samostojen faktor, ki ga lahko identificiramo kot *asociativni spomin* in ki je v pomembni meri tudi povezan z verbalnimi sposobnostmi. Bistvo asociativnega spomina, kot je ta opisan v literaturi, je prav aktiviranje (oz. vzpostavljanje) asociativnih zvez med pojmovnimi vsebinami in ni čudno, če je pri verbalnem gradivu pri tem pomembna verbalna sposobnost.

Samostojni faktor obsega pomnenja, katerega predstavnik naj bi bil test Pomnenje števil, se seveda ni izoblikoval, saj v bateriji ni bilo drugih markerjev, ki bi ga lahko sooblikovali. Test Preurejanje začetnic sicer v pomembni meri vsebuje verjetno tudi komponento obsega pomnenja (kot smo pri prejšnji študiji videli za test Ponavljanje števil v mešanem vrstnem redu), a zaradi mentalne manipulacije z gradivom prav on v najvišji meri opredeljuje prvi izločeni faktor, ki je po naravi najbrž mešanica fluidne inteligentnosti in v manjši meri obsega pomnenja. Za potrditev vseh specifičnih primarnih sposobnosti bi seveda potrebovali za vsako od njih vsaj tri zanesljive markerje, tako obsežne baterije pa v našem primeru nismo mogli aplicirati, saj je bil prvotni namen predvsem proučiti merske karakteristike novih testov.

KRA TKOROČNI SPOMIN V KOGNITIVNI PSIHOLOGIJI

V nadaljevanju bomo opisali nekaj najpomembnejših študij kratkoročnega spomina, na tem mestu pa opišimo sliko 2, ki hipotetično opisuje nekatere psihične procese, do katerih prihaja ob kratkoročnem pomnjenju. Vzemimo, da nekomu drugega za drugim prikazujemo predmete. Prvi med njimi je ost. Vidne informacije s pomočjo senzornega aparata pridejo v *ikonični spomin*. Primerjava zaznanega vzorca z vzorci, shranjenimi v *relacijsko organiziranem dolgoročnem spominu*, povzroči prepoznavo objekta. Nato sledi poimenovanje objekta. Z aktom notranjega govora, za katerega predpostavljamo, da je lociran v delu *akustičnega spomina*, v mislih poimenujemo opazovani predmet. Predpostavljamo, da *odprt kanal med akustičnim spominom in pojmovno vsebino, shranjeno v dolgoročnem spominu, pomeni bistvo procesa kratkoročnega spomina*. Teh kanalov je lahko hkrati odprtih le malo. Ob naslednjem zaznanem predmetu se proces ponovi, v zavesti ima naš subjekt sedaj že dva pojma itd. Seveda bi bil proces enak, če bi bil input informacij posredovan po slušni poti. V tem primeru bi bil najprej prepoznan



Slika 2.: Shema primarnega spomina

zvočni vzorec. V naši shemi smo tako choični spomin (odgovoren za zaznavanje surovih slišnih vzorcev) in spomin, v katerem nastaja notranji govor (tudi kratkoročni spomin) prikazali na strani akustične modalitete, čeprav nekateri avtorji (npr. Glanzer, Baddeley idr.) poudarjajo, da je kratkoročni spomin, kar zadeva modalnost, kompleksne prirode.

Nadaljnji proces obdelovanja informacij nas v tem trenutku ne zanima. Shema le nakazuje, kako človekov intelekt pojmovne informacije, shranjene v neposrednem spominu, nadalje obdeluje. V tem je tudi vloga kratkoročnega spomina kot nujnega predhodnega pogoja, precedensa za manifestiranje inteligentnosti. Te informacije so nadalje obdelane s strani mehanizmov fluidne in kristalizirane inteligentnosti. In še pojasnilo: kratice na shemi označujejo primarne mentalne sposobnosti, ki se manifestirajo v fazi obdelave informacij, ki jo slika zajema.

Zgornja razlaga opisuje naravo kratkoročnega spomina nekoliko drugače, kot klasične razlage, ki jih najdemo v učbenikih psihologije. Če na kratkoročni spomin gledamo kot na stanje, v katerem je hkrati odprtih več kanalov k dolgoročnemu spominu, torej kot na stanje, v katerem je zavesti dostopnih več vsebin, shranjenih v dolgoročnem spominu, res ne obstaja nikakršna potreba, da bi temu sploh rekli spomin. Nič namreč ni zapomnjena. Že leta 1964 je J. Brown postavil isto vprašanje: "Ali se sploh kaj shrani"? Številni avtorji kratkoročni spomin opisujejo kot proces, kot *senzorno pasliko*, ki traja kratek čas in jo subjekt lahko bolj ali manj jasno razbira (Sperling, 1960).

Naslednje vprašanje, ki se nam postavi je, zakaj se informacije iz kratkoročnega spomina izgubljajo. Očitno je kapaciteta vnosa informacij pri človeku omejena. Vse, kar percipiramo, ne moremo trajno shraniti v dolgoročnem spominu (tudi ne bi bilo smotno). Vendar pa, če smo na del teh informacij zavestno pozorni, jih nove perceptivne vsebine *sproti ne brišejo*. Z obnavljanjem (vzdrževanjem) senzorne paslike, kar je še najboljše nadomestilo za dejansko ponovno stimulacijo, jih je moč vtisniti v dolgoročni spomin. To, kar ni moč sprejeti simultano, je moč sprejeti sukcesivno. Vzrok izgubljanja informacij v kratkoročnem spominu so avtorji videli v:

1. Propadanju sledi (naknadna senzorna slika ne traja večno)
2. Interferenci z novo vsebino (nove informacije izrivajo, brišejo stare).

Tema dvema vzrokoma moramo dodati še tretjega, ki je tudi najbolj v skladu z našo hipotezo odprtih kanalov:

3. Izpodrivanje (Baddeley & Hitch, 1976) - nove vsebine ne interferirajo s starimi, ampak jih enostavno izpodrinejo, zamenjajo.

Zaustavimo se še za trenutek pri prehodu informacij iz kratkoročnega v dolgoročni spomin (nekateri, npr. Waugh in Norman govorijo tudi o primarnem in sekundarnem spominu). Gradivo v kratkoročnem spominu naj bi s ponavljanjem prešlo v dolgoročnega. Nekateri avtorji omenjajo tudi vmesni srednjeročni spomin, ki traja nekaj minut. Vendar pa, kaj se dogaja, ko si subjekt skuša v trajni spomin vtisniti informacijo, da ima Marko npr. številko telefona 316-522? Morda se v dolgoročni spomin v takem primeru sploh ne vtisne nobena nova informacija. Vzpostavijo se le asociacije med številkami (med bolj elementarnimi informacijami, že shranjenimi v dolgoročnem spominu in h katerim so kanali v trenutku pozornosti odprti) in pa med številkami in imenom "Marko". *Informacije, ki že obstajajo v dolgoročnem spominu, se le povežejo z novimi relacijami* (na več mestih smo že poudarili eno od bistvenih obeležij dolgoročnega spomina, namreč, da je ta relacijsko organiziran).

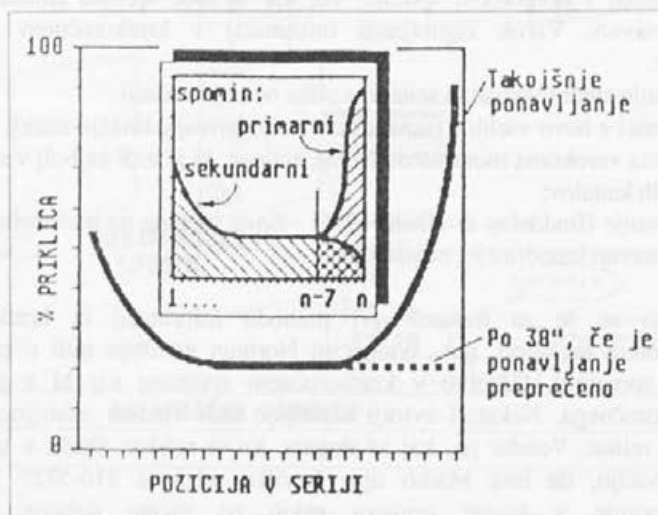
Če pri kratkoročnem spominu ne gre za pomnjenje, ampak za to, da je hkrati odprtih več kanalov k dolgoročnemu spominu, je za učinkovitost držanja vsebin v kratkoročnem spominu gotovo pomembna relacijska organiziranost dolgoročnega spomina. Kratkoročni spomin bo potemtakem boljši, če gre za:

1. gradivo, ki je lažje dostopno priklicu, ker je v dolgoročnem spominu bolje "vsidrano" (na primer številke nasproti nesmiselnim zlogom) in
2. gradivo, katerega členi so v seriji smiselno med seboj povezani, če že tudi med njimi subjekt uvidi relacije, ki jih prepozna kot iste, po katerih je že tudi sicer dolgoročni spomin organiziran.

Obe hipotezi sta bili v eksperimentalnih kognitivnih psihologov večkrat jasno potrjeni (npr.: Katona, 1940, Schwartz & Lippman, 1962, Cavanaugh, 1972).

Končno je v zvezi s kratkoročnim spominom pomemben še en pojav, ki se odraža tudi v rezultatih psihometričnih raziskav: Gabriel je že leta 1963 opozoril, da moramo v nalogah kratkoročnega spomina ločiti *pomnjenje gradiva (items) od pomnjenja vrstnega reda* postavk v nalogi. Itemi se v spominu ohranijo lažje in dalj časa kot informacije o vrstnem redu njihovega vstopanja v kratkoročni spomin. S tem vprašanjem se je kasneje podrobneje ukvarjal Hunt.

Dolgoročno in kratkoročno komponento spomina lepo kažejo rezultati tehnike prostega priklica (npr. serije besed). Začetni del krivulje odraža efekt komponente dolgoročnega spomina, končni del pa efekt komponente kratkoročnega spomina. Če subjekt po končani prezentaciji serije ne obnavlja takoj, ampak po npr. 20 ali 30 sekundah, v tem času pa opravlja dodatno mentalno aktivnost, ki preprečuje ponavljanje členov serije, končni učinek izgine (npr.: Postman & Philips, 1965).



Slika 3.: Krivulja serialnega učenja

Ena prvih tehnik merjenja kapacitete kratkoročnega spomina je tehnika *obsega neposrednega pomnjenja (ONP)* (Jacobson, 1887). Subjekt posluša serijo postavk (npr. cifer), nakar jo mora ponoviti v istem vrstnem redu. Če uspe, je naslednja serija za en člen daljša. Obseg neposrednega pomnjenja je prag, ko subjekt serije ne more več pravilno obnoviti. V kasnejših raziskavah pa je bilo pokazano, da rezultat obsega tudi pomembno komponento dolgoročnega spomina. Craik (1970) je pokazal, da ONP celo više korelira s komponento dolgoročnega spomina iz tehnike prostega priklica ($r=0.72$) kot s komponento kratkoročnega spomina ($r=0.49$). Če komponento kratkoročnega spomina z vmesnim intervalom med prezentacijo gradiva in ponavljanjem odstranimo, je rezultat na preizkušnji ONP seveda nižji, vendar upad ni zelo velik in je v veliki meri omejen na kasnejše člene v seriji (Baddeley & Levy, 1971).

Izgleda, da vsa opravila v poskusih kratkoročnega spomina vsebujejo tudi pomembno komponento dolgoročnega spomina, kar pa je razumljivo, saj je kratkoročni spomin sam omejen le na zelo kratko časovno obdobje in na nekaj členov, ki jih subjekt lahko hkrati hrani.

Na dokaj jasno ločeni dve komponenti spomina kažejo tudi klinični rezultati. Pacienti s sindromom Korsakoff imajo velike težave pri učenju novega gradiva (npr. liste besed v parih), imajo pa neokrnjen kratkoročni spomin za številke ali besede, prezentirane slučajno ali v stavkih (Zangwill, 1946). Pacienti z bilateralno poškodbo temporalnega režnja in poškodbo hipocampusu kažejo na teh preskusih enake rezultate

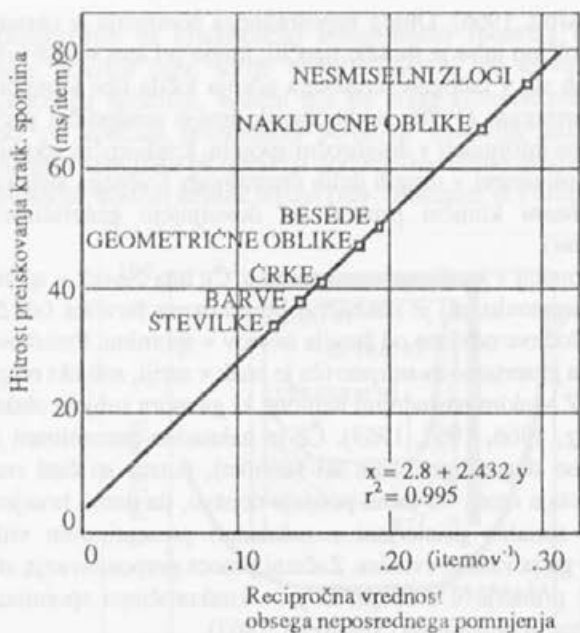
(Milner, 1970, Drachman & Arbit, 1966). Obseg neposrednega pomnjenja je ohranjen, če pa serija presega njegovo dolžino in se je morajo naučiti, imajo pri tem velike težave. Po svojih raziskavah, v katerih sta v nalogah serialnega učenja ločila obe komponenti spomina, sta Baddeley in Warrington (1970) zaključila, da imajo amnestični pacienti zelo prizadeto sposobnost vnosa informacij v dolgoročni spomin, kratkoročni spomin pa je ohranjen. Drugi pacienti, z okvarami v drugih delih centralnega živčnega sistema pa kažejo obratno sliko (posamezni klinični primeri ne dovoljujejo generalizacij o zakonitostih v zvezi z lokacijami).

1. *Hitrost dostopa do informacij v kratkoročnem spominu.* Če ima človek v spominu serijo števil ali črk in mora ugotoviti, ali je naknadno prezentirana številka (ali črka) med njimi, potem je hitrost odločitve odvisna od števila itemov v spominu. Preiskovanje vsebine kratkoročnega spomina je *serialno* in *izčrpno* (če je znak v seriji, subjekt reagira, sicer preišče serijo do konca). Z vsakim naslednjim itemom, ki ga mora subjekt obdelati, izgubi cca 38 msec (Sternberg, 1966, 1967, 1969). Če je naknadno prezentirani item težko prepoznati (npr. vizualno degradirane črke ali številke), potem so časi reakcij daljši, vendar nagib premice ostaja enak. To jasno potrjuje dejstvo, da itemi, hranjeni v kratkoročnem spominu, niso serialno primerjani z naknadno prezentiranim vidnim vzorcem, ampak s pojmom, ki ga ta vzorec evocira. Začetni proces prepoznavanja znaka traja sicer dalj časa, kasnejše primerjave s serijo, ki je v kratkoročnem spominu, pa zahtevajo enak čas, kot če vzorec ni degradiran (Sternberg, 1967).

2. *Omejitve kapacitete kratkoročnega spomina.* Govorimo lahko o dveh vrstah omejitev: o omejitvah števila pojmov, ki jih lahko hkrati hranimo v kratkoročnem spominu, in o časovnih omejitvah - če je obnavljanje gradiva, hranjenega v kratkoročnem spominu, onemogočeno, ga človek pozabi.

Miller (1956) je ugotovil, da je število itemov, ki jih subjekt hkrati lahko drži v kratkoročnem spominu, konstantno. Interindividualne razlike so, kot vemo, velike in povezane z inteligentnostjo, obseg pomnjenja pa je odvisen tudi od gradiva, ki si ga je treba zapomniti (glej diagram 4). Seveda lahko gradivo grupiramo v širše sklope (npr. v znanem Smithovem poskusu sta bila po dva binarna znaka - 0 in 1 - nadomeščena z eno samo številko - od 0 do 3), vendar število zapomnjenih širših sklopov spet ne preseže konstatnega obsega kratkoročnega spomina. Zanimiv odnos je odkril Cavanaugh (1972). Našel je jasno zvezo med obsegom pomnjenja in hitrostjo preiskovanja vsebine kratkoročnega spomina (kot jo je meril Sternberg). Odnos kaže diagram 4. V kratkoročnem spominu najhitreje preiskujemo serijo števil in za številke tudi velja, da si jih največ hkrati lahko zapomnimo. Najmanjši je obseg pomnjenja za nesmiselne zloge (le nekaj nad 3) in tudi proces preiskovanja serije nesmiselnih zlogov, ki jih držimo v kratkoročnem spominu poteka najpočasneje. Po mojem mnenju ti rezultati lepo kažejo, da pri kratkoročnem spominu ne gre za informacije, ki bi bile v nekem pomnilniku shranjene, ampak za *aktiven proces, za nenehno "osvežitev" zveze z dolgoročnim, pojmovnim spominom.*

V enem od eksperimentov (Peterson & Peterson, 1959) so bile subjektu najprej prezentirane tri črke, nato pa trimestno število. Njegova naloga je bila šteti od tega števila navzdol po tri, dokler ni dobil signala z lučjo. Ob tem signalu je moral obnoviti serijo črk. Že po intervalu 3 sekund je bil procent pravilnih obnovitev le nekaj nad 50. Po 9 sekundah je znašal le še 20, po 18 sekundah je bila vsebina kratkoročnega spomina, ki

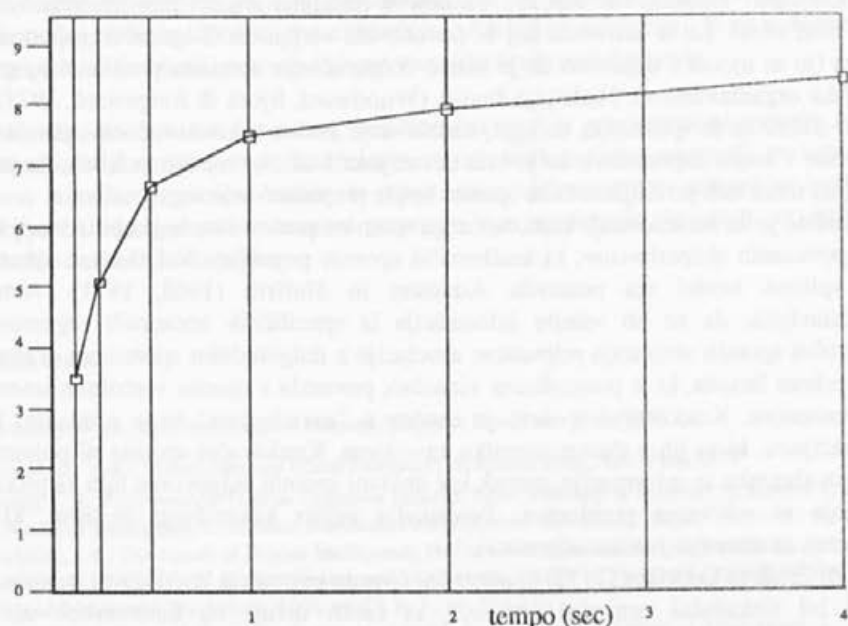


Slika 4.: Odnos med hitrostjo preiskovanja kratkoročnega spomina in obsegom neposrednega pomnjenja.

se ni osveževal (črke), praktično izgubljena. Hitrost "pozabljanja" (spet bi bilo bolje reči opuščanja kanalov k dolgoročnemu spominu) je seveda odvisna tudi od števila itemov, ki jih držimo v kratkoročnem spominu (Murdock, 1961; Melton, 1963). Če hranimo v kratkoročnem spominu 7 itemov, vsaka distrakcija (npr. štetje) povzroči, da jih že po nekaj sekundah pozabimo, če hranimo v spominu le en item, do pozabljanja ne bo prišlo. Tudi ti eksperimenti (pa tudi eksperimenti s področja pozornosti) dokazujejo, da gre pri kratkoročnem spominu za *aktiven proces*. Odštevanje po tri, na primer, lahko človeku pusti še dovolj prostih kapacitet, da v spominu aktivno drži en item ali dva, ne pa tudi, na primer, sedem. Pri tem je kot item mišljena *posamezna integrirana enota*, na primer, beseda ali celo stavek (če je dovolj dobro integriran), ne glede na npr. število zlogov ali črk. Vendar pa v čistih nalogah kratkoročnega spomina intelekt ne more formirati v toku naloge novih integriranih celot, na primer na osnovi podobnosti med itemi (Craik & Levy, 1970).

Morda še rezultati eksperimenta iz domačih logov (Pogačnik, 1987). Izdelan je bil računalniški preskus za merjenje obsega kratkoročnega spomina. Ta je omogočal poleg drugega tudi hitrost prikazovanja števil na ekranu. Odnos med hitrostjo prikazovanja števil in obsegom pomnjenja kaže slika 5. Kratek čas onemogoča kodiranje gradiva. Pri 0.4 sekundah je bilo to (pri naših dveh subjektih) že popolno. Dnevi vaje niso rezultirali v bistveno povečanem obsegu obnovljenega gradiva. Iz prvega v drugi in v tretji poskus sicer poskusne osebe napredujejo, kar pa je bolj stvar obvladanja metode preskušanja kot pa kapacitete kratkoročnega spomina. Interakcija med hitrostjo prikazovanja in dnevi vaje ni bila statistično pomembna, kar ne potrjuje hipoteze, da kratek tempo, a nad

pragom dekodiranja, onemogoča uporabo raznih strategij (predvsem ponavljanja). Vpliv hitrosti prikazovanja gradiva na uspeh v nalogah kratkoročnega spomina je dokazal tudi Hockey (1973).



Slika 5.: Odnos med hitrostjo prikazovanja števil in obsegom pomnjenja.

3. *Narava primarnih spominskih aktivnosti.* Številne raziskave so bile usmerjene v razjasnitev narave procesov, ki potekajo ob aktu kratkoročnega pomnjenja.

Conrad (1962) je našel, da so napake pri obnavljanju gradiva, ki je v kratkoročnem spominu, *akustično* podobne originalnemu gradivu, tudi če je bilo gradivo prezentirano po vizualni poti. Baddeley (1966) je našel pomembno manjši obseg pomnjenja za serije itemov, ki so si bili akustično podobni, kot za serije, ki so bili akustično heterogeni (pojav interference). Med seti semantično podobnih in heterogenih itemov so bile razlike le neznatne (pač pa so dokazali, da je semantična podobnost zelo pomembna v nalogah, ki zadevajo predvsem dolgoročni spomin). V Sternborgovih eksperimentih je avtorje zanimalo, kako hitro poteka proces preiskovanja vsebin, shranjenih v kratkoročnem spominu. Drugi avtorji (Siple, 1974, Posner, 1973) so te poskuse nadaljevali. Predpostavljali so, da je proces preiskovanja kratkoročnega spomina počasnejši, če je naknadno zadani item (ki ga subjekt v kratkoročnem spominu išče) podoben itemom, ki se v kratkoročnem spominu nahajajo. Rezultati kažejo, da tako auditivna kot vizualna podobnost upočasnjujeta proces preiskovanja in da so njuni učinki približno aditivni. Nadalje so številni avtorji predpostavljali, da je *obnavljanje* gradiva, ki ga subjekt hrani v kratkoročnem spominu, nujen pogoj za *dolgoročno pomnitev gradiva* (Atkinson & Shiffrin, 1968; Norman & Rumelhart, 1970). Te predpostavke so potrjevali zlasti

eksperimenti s serialnim učenjem. Craik in Lockhart (1972) sta trdila, da sta v zvezi s procesi obnavljanja in osveževanja vsebin, ki se nahajajo v kratkoročnem spominu, pomembni dve stvari: Prvo je enostavno *držanje informacij v kratkoročnem spominu*. Ta proces na dolgoročno zapornitev gradiva nima nobenega vpliva. Drugi aspekt pa je takoimenovani "*elaborativni aspekt*". Ta zadeva nadaljnje analize *pomena gradiva in zveze med itemi*. Le-ta aktivnost naj bi povečevala verjetnost dolgoročne zapornitve gradiva (to se ujema z dejstvom da je bistvo dolgoročnega spomina predvsem njegova *relacijska organiziranost*). Nadaljnje študije (Woodward, Bjork & Jongeward, 1973) so k temu dodale le še spoznanje, da zgolj zadrževanje vsebin v kratkoročnem spominu ni rezultiralo v trajni zapornitvi, če je bila ta merjena z učinkovitostjo priklica, da pa je bilo kljub temu tudi po daljšem času opazno boljše prepoznavanje tega gradiva.

Končno je za razumevanje kratkoročnega spomina pomembna še skupina teorij in z njimi povezanih eksperimentov, ki kratkoročni spomin pojmujejo kot *delovni spomin*. Zelo vpliven model sta postavila Atkinson in Shiffrin (1968, 1971). Avtorja predpostavljata, da se ob vstopu informacija iz specifičnih senzornih registrov v kratkoročni spomin aktivirajo relevantne asociacije z dolgoročnim spominom. Tako se bo na primer beseda, ki je prezentirana vizualno, povezala z njenim verbalnim imenom in s pomenom. Kratkoročni spomin je enačen z "*zavedanjem*", to je z mislimi in informacijami, ki se jih v danem trenutku zavedamo. Kratkoročni spomin ni pojmovan zgolj kot shramba za informacije, ampak kot *delovni spomin*, odgovoren tudi za procese odločanja in reševanja problemov. Predstavlja center kontrolnega sistema, ki je odgovoren za usmerjanje toka informacij.

Tudi Craik in Lockhart (1972) kratkoročni spomin pojmujejo kot delovni spomin. Ta naj bi bil fleksibilni centralni procesor, ki lahko deluje na kateremkoli nivoju procesiranja. Podobno kot je *primarni spomin* opredelil že W. James, naj bi bil kratkoročni spomin tesno povezan z zavestnostjo in njegova omejena kapaciteta naj bi bila povezana z omejitvami kapacitete *pozornosti*.

Baddeley in Hitch (1974) sta s serijo eksperimentov skušala preveriti identičnost konceptov kratkoročnega in delovnega spomina. Uporabljala sta naloge verbalnega rezoniranja, razumevanje teksta in prostega priklica. Njune ugotovitve so bile sledeče: Obstaja enovit sistem delovnega spomina - kot centralni procesor informacij. Obdelovanje informacij je bistveno prizadeto, če je istočasno z informacijami zapolnjen tudi kratkoročni spomin (če mora npr. subjekt v mislih držati 6 števil), ob manjši obremenitvi kratkoročnega spomina pa procesiranje informacij ni bistveno prizadeto. Avtorja zaključeta, da delovni spomin in kratkoročni spomin (pomnjenje števil) nista identična, da pa se deloma prekrivata, da obstaja torej delovni spomin v vlogi centralnega procesorja in golo držanje itemov v zavesti (articulatory rehearsal loop).

Psihologija kratkoročnega spomina ne obsega le področij, ki smo jih obravnavali mi v tem pregledu. Imamo namreč tudi obširna poglavja o kratkoročnem vizualnem, auditivnem, kinestetičnem itd. spominu. Vendar gre pri vseh teh za zavedanje surovih, nekodiranih vsebin. Zato našo obravnavo kar sklenimo s kratkim povzetkom:

Kratkoročni spomin je sposobnost intelekta (centralnega procesorja), da ima hkrati v zavesti več kodiranih (simbolno-semantičnih) psihičnih vsebin. Po izvoru je, izgleda, auditivne narave. Predstavljamo si ga lahko kot več hkrati odprtih informacijskih kanalov k vsebinam, shranjenim v dolgoročnem spominu. Iz kratkoročnega spomina

vsebine izginjajo zato, ker jih izrivajo nove vsebine. Kratkoročnega spomina ne smemo enačiti z delovnim spominom, ker se v slednjem "nahajajo" še druge, ne le simbolično in semantično kodirane vsebine in pa ker procesor poleg zgolj držanja vsebin v zavesti vrši tudi manipulacije s tem gradivom. Kratkoročni spomin je osnova intelekta zato, ker se v njem "nahajajo" vsebine, pripravljene za nadaljnje procesiranje. Učinkovitost procesorja je namreč odvisna od hitrosti procesiranja in od količine informacij, ki se v danem času lahko obdelujejo hkrati, prav slednje pa omogoča kratkoročni spomin.

Končno še terminološki namig. Kratkoročni spomin pravzaprav ni spomin. Naravo procesa točneje označuje npr. Baddeleyev termin artikulacijska zanka ali, podobno, kot imamo ikonični in ehoični buffer, bi temu lahko rekli simbolno-semantični buffer, še bolje pa bi bilo govoriti v terminu procesov, npr. zavedanje vizualnih, akustičnih in simbolno-semantičnih vsebin.

LJTERATURA

1. Baddeley, A. D., *The Psychology of Memory*, Harper & Row, New York, 1976.
2. Bower, G. (ed.), *Human Memory (Basic Processes)*, Academic Press, New York, 1977.
3. Carroll, J. B., *Psychometric Tests as Cognitive Tasks: A New "Structure of Intellect"*, v: Resnick L. B. (ed.): *The Nature of Intelligence*, L. Erlbaum Associates, Publ. Hillsdale, New Jersey, 1976.
4. Guilford, J. P., *The Nature of Human Intelligence*, McGraw Hill, London, 1971 (iz leta 1967).
5. Horn, J. L. & Cattell, R. B., *Refinement and Tests of the Theory of Fluid and Crystallized Intelligence*, *Journal of Educational Psychology*, 1966, zv. 57, št. 5., str. 253-270.
6. Hunt, E., *Varieties of Cognitive Power*, v: Resnick L. B. (ed): *The Nature of Intelligence*, L. Erlbaum Associates, Publ. Hillsdale, New Jersey, 1976.
7. Melton, A. W. & Martin, E. (ed. s.), *Coding Processes in Human Memory*, John Wiley & Sons, New York, 1972.
8. Pogačnik, V., *Program za merjenje obsega neposrednega pomnenja*, Posvetovnje psihologov SR Slovenije, Radenci, 1987.
9. Pogačnik, V., *Inteligentnost kot sposobnost obdelovanja informacij*, Zavod SR Slovenije za produktivnost dela, Center za psihodiagnostična sredstva, Ljubljana, 1988.
10. Rumelhart, D. E., *Introducion to Human Information Processing*, John Wiley & Sons, New York, 1977.
11. Stankov, L., Horn, J. L. & Roy, T., *On the Relationship Between Gf/Gc Theory and Jensen's Lewel I/Lewel II Theory*, *Journal of Educational Psychology*, 1980, zv. 72, št. 6, str. 796-809.
12. Stankov, L. & Horn, J. L., *Human Abilities Revealed Through Auditory Tests*, *Journal of Educational Psychology*, 1980, zv. 72, št. 1, str. 21-44.
13. Vernon, G., *Ljudsko pamčenje*, Nolit, Beograd, 1980 (Izvimik iz 1975).