

# Faktor času v teorii mentálních procesů

Bohumír Chalupa

Brno<sup>1</sup>

## Abstrakt

*Procesem se rozumí v psychologii uzavřený sled vnitřních změn, které provázejí poznávání, prožívání nebo pohybovou aktivitu. Podle nových poznatků může obsahovat několik modalit a fází zpracování i různé mechanismy. Dříve se provádělo časové měření převážně jen u sensorických a motorických procesů. Významně pokročil v posledních desetiletích i výzkum vyšších mentálních procesů. Bylo třeba ujasnit některé metodologické otázky chronometrie.*

*Autor referuje o poznacích kognitivní psychologie při měření reakčního času (verbálního a motorického), o výsledcích při hledacích zkouškách, při tachistoskopické metodě, při produkčním experimentu, při metodě mentální chronometrie a jejich přínosu pro teorii psychologie. Vychází i z vlastních výzkumů za poslední desetiletí.*

*Časové parametry patří k důležitým ukazatelům a umožňují usuzovat ve spojení s jinými metodami na povahu kognitivních struktur, na jejich komplexitu a jiné činitele.*

## Úvod

Chronometrická analýza patří k hlavním metodám při výzkumu v kognitivní psychologii. Procesem se rozumí v psychologii uzavřený sled vnitřních změn, které provázejí poznávání a prožívání nebo jednání a pohybovou aktivitu. Podle nových poznatků může proces vykazovat i několik modalit a fází i různé mechanismy. Až do poloviny 20. století se provádělo časové měření převážně jen u sensorických a motorických procesů. Významně pokročil až v posledních desetiletích výzkum vyšších mentálních procesů. Některé se odehrávají v milisekundách, jiné trvají vteřiny a déle.

Autor referuje o poznacích kognitivní psychologie, které byly získány při měření reakčního času (motorického a verbálního), při hledacích zkouškách, při tachistoskopické metodě, při metodě mentální chronometrie, při produkčním experimentu. Vychází především z vlastních výzkumů za poslední desetiletí. Časové parametry patří k důležitým ukazatelům kognitivních procesů. Nejde jen o jejich rychlost, ale ve spojení s dalšími metodami lze usuzovat na povahu kognitivních struktur, na jejich dostupnost a elaboraci, komplexitu a další činitele.

Nejčastěji používaným materiálem v experimentech jsou písmena a číslice, slova různých kategorií, obrazy a obrazce, barvy aj. V zásadě jde o podněty buď známé z dřívější zkušenosti nebo o podněty neznámé, cizí slova, obrazce nově konstruované pro tento účel, které má osoba poznat, vyhledat, identifikovat, po případě uchovat v paměti a podobně.

---

<sup>1</sup> Kontakt: Bulharská 120, 612 00 Brno

Měří se doba latence odpovědi u motorického a verbálního reakčního času, doba trvání poznání podnětu tachistoskopicky nebo pomocí posuzovací škály u metody mentální chronometrie, hledací čas u vyhledávacích zkoušek, velikost asociační produkce na dané písmeno či slovo za časovou jednotku.

Ke srovnání může sloužit slovní zásoba u daného písmene v jazykovém slovníku, frekvence slov podle frekvenčního slovníku, různé posuzovací škály aj.

## Nové přístupy ke zkoumání kognitivních procesů

### *Komponenty mentální reprezentace*

Od konce šedesátých let se v psychologii vynořila otázka, zda poznávání a uchovávání informace v paměti má pouze jednu formu takzvaných elementárních informačních procesů nebo obsahuje více modalit, složek a mechanismů. Podle Paivie (1969, 1971) systém mentální reprezentace zahrnuje jednak abstraktně verbální, jednak imaginativní, představový systém. Uvádí se, že konkrétně jsou kódována názorně i verbálně, kdežto abstrakta pouze verbálně. Teorie se označuje v literatuře jako teorie duálního kódování a byla protikladem k behavioristickému pojetí verbálních procesů, zvláště u Skinnera. Byla však i brzo kritizována, neboť nepostihuje rozdíly zpracování různých druhů slov ani rozdíly zpracování rozmanitých názorných podnětů.

V současné době se prosazuje v literatuře spíše *pojetí jednoho abstraktního systému a dvou modalit, verbální a imaginativní*. Ale ani tyto modalitty nejsou zdaleka jednoduché.

Fraisse (1968) zkoumal rozdíly v poznávání slov a obrázků se shodnými vyobrazenými předměty. Motorický reakční čas činil pro slova 259 ms, pro obrázky týchž objektů 249 ms, ale rozdíl nebyl významný. Podstatné prodloužení nastalo u verbálního reakčního času, který činil pro slova 473 ms a pro obrázky 563 ms. Ukazuje se, že dochází k dodatečnému vypracování pojmenování objektů, které má největší rozsah u obrázků. Současně vzniká otázka, jaká je čistá doba trvání poznání. Podle tachistoskopických měření může být doba 50 – 100 ms zcela postačující pro poznání slov, obrázků a figur. Hodnoty měření RČ jsou proto nadsazené.

Posner a Mitschell (1967) prováděli pokusy s dvojicemi písmen (např. Aa, BB, CA) a zkoumali rozdíly reakčního času s ohledem na vizuální shodu písmen (549 ms), shodu pojmenování (623 ms) a shodu kategorií (801 ms). Z pokusů plyne, že určení *kategorie* je nejnáročnější kognitivní proces. Záleží na použitých operacích. I klasifikace může mít řadu forem různé obtížnosti.

Měření reakčního času zahrnuje v odpovědi činitele, týkající se perceptivních, pojmových a verbálních procesů, ale kromě toho obsahuje rozsáhlou motorickou složku. Je proto zapotřebí jemnějších metod k jejich zachycení a odlišení. Řada otázek zůstává stále otevřená.

Z našich výzkumů zejména vyplývá, že existují velké rozdíly v trvání poznávání jednotlivých kategorií a případů slov, obrázků, kterým dosud byla věnována v literatuře minimální pozornost. Studium pouze celkových rozdílů mezi verbálním a názorným materiálem je již málo přínosné a nedostačuje. Řada autorů se věnuje v současné době také rozdílům kognitivního zpracování u různých lingvistických kategorií.

### *Pátrací činnosti*

V tvarové a celostní psychologii se neprovádělo měření poznávacích procesů, vše záleželo na kvalitativní analýze vybraných útvarů a struktur. Zákony celostní organizace se měly týkat všech vztahů pole. Maximálně bylo možno očekávat transformaci struktury v čase, přeskupení obsažených částí.

Přirozené vjemové pole, zejména zrakové, bývá však obvykle velmi členité a zachycuje soubor mnoha simultánně nebo sukcesivně se vyskytujících objektů a událostí, které jsou zpracovávány podle určitého záměru a programu. Všechny rozlišitelné prvky si nemůžeme současně uvědomit. Každý jednotlivý akt pátrání a identifikace objektu má časové a prostorové rozměry. Zde je klíč k novému zkoumání kognitivních procesů.

*Hledací experimenty*, které pocházejí od Jastrowa (1892) uvedl nově do psychologie Neisser (1963, 1967) který je zakladatelem kognitivní psychologie. V alfanumerickém textu se hledaly určené cílové znaky (např. písmeno Z). Oproti tachistoskopické metodě měl experiment představovat přirozené vjemové a hledací procesy. Dlouho nebylo však jasné, jak proces vyhledávání kritického znaku probíhá, původně se soudilo, že je nějakým způsobem hledaný znak odfiltrován od ostatních, neboť zkoumané osoby si ostatní znaky nepamatovaly.

Ve skutečnosti je tomu podle našich i jiných výzkumů jinak. Prozkoumávání rozsáhlejšího vjemového pole, složeného z nezávislých významových jednotek, vyžaduje v podstatě postupný, sukcesivní proces identifikace, který se liší od čtení.

Jsou pro to zřetelné důkazy. Hledací časy a časy tichého čtení u různých druhů podnětů nejsou totožné. U všech druhů materiálu jsme dále zjistili lineární růst hledacího času s počtem položek na panelu (25,49,81), jde tedy o všeobecně platnou závislost hledacího času na rozsahu pole vyhledávání. *Celkový hledací čas vyjadřuje v první řadě prostorový rozsah pátrání při vyhledávání cíle.*

Vztah je možno vyjádřit takto:

$$t = p \cdot x / 2$$

t = celkový hledací čas, p = průměrná doba, potřebná pro přezkoušení 1 položky,

x = počet položek v souboru.

Vzhledem k tomu, že po nalezení kritické položky se neprovádí přezkušovací operace u dosud nepřehlédnutých členů souboru, stačí v průměru přehlédnout pouze 50% všech prezentovaných položek.

Byl zjištěn ještě další významný fakt. *Regresní přímky* závislosti hledacího času na počtu položek na panelu vykazují různý sklon podle druhu zkoumaného materiálu (číslíce, písmena, slova, ciferníky, dvojice barev aj.). Některé druhy materiálu se vyhledávají snadno, jiné obtížněji. Byla definována veličina, označená jako *elementární přezkušovací čas* pro 1 položku, figurující ve shora uvedené rovnici jako *p* (Chalupa, Čížková, 1967). *Elementární přezkušovací čas* činil podle regresní rovnice pro dvojice čísel 212 ms, pro dvojice písmen 270 ms a pro ciferníky s velkou a malou ručičkou 724 ms. V literatuře se hovoří též o *inspekčním čase*. Je to velmi důležitý ukazatel

pro kognitivní psychologii. Vyjadřuje kognitivní dostupnost či složitost zpracování určitého druhu materiálu při vizuálním pátrání (Chalupa, 1986).

Velké prodloužení hledacího času u ciferníků je dáno tím, že musí být určena poloha malé a velké ručičky, která není předem známa. Tyto operace zabírají delší dobu. Nejméně komplexní se jeví při hledání dvojice číslic, které jsou jednoznačně vizuálně určeny a pamětně fixovány.

Tab. 1 Přehled rozdílů průměrných hodnot elementárních přezkušovacích časů pro 1 položku u různých druhů podnětového materiálu. Pro srovnání byly zvoleny panely k vyhledávání se 49 položkami (7x7). Skupiny pokusných osob zahrnovaly studenty středních škol ve věku 17–20 let.

Druh materiálu	Elementární přezkušovací čas na 1 položku (v ms)
dvojice číslic	229
dvojice písmen	278
dvojice barev	343
ciferníky s velkou a malou ručičkou	735
česká slova, 6 prvků	268
portugalská slova, 6 prvků	329
čísla, 6 prvků	428
konkréta, 6 prvků	256
abstrakta, 6 prvků	344
adjektiva, 6 prvků	299
substantiva, 6 prvků	307
slovesa, 6 prvků	372

Je zřejmé, že tyto časové hodnoty jsou daleko nižší, než je tomu při měření RČ. Velmi kognitivně obtížné se jeví vyhledávání ciferníků, 6místných čísel, sloves, dvojice barev, abstrakt, portugalských slov o 6 písmenech. To má své specifické příčiny v kognitivní, perceptivní a lingvistické struktuře materiálu a v prováděných operacích při jeho identifikaci.

#### *Simultánní a sukcesivní zpracování*

Zajímavé výsledky byly zjištěny u českých a portugalských slov a u série číslic různé délky. Podle literatury má být obrazový materiál zpracováván simultánně, kdežto verbální a numerický sukcesivně. Platí to jen omezeně.

Tab. 2 Srovnání rozdílů průměrných hodnot elementárního přezkušovacího času pro 1 položku u různých druhů materiálu v závislosti na délce položky (3-6 prvků). Panely s 49 položkami (7x7)

	počet prvků položky			
	3	4	5	6
česká slova	255 ms	259 ms	264 ms	268 ms
portugalská slova	262 ms	275 ms	295 ms	329 ms
čísla	294 ms	333 ms	386 ms	428 ms

Při zvyšování délky slova (3 – 6 písmen) se přezkušovací čas u českých slov prakticky neprodlužoval, u portugalských slov se prodlužoval u delších slov s 5 a více písmeny a u série číslic rostl pravidelně lineárně (Chalupa, 1986). Jde o rozdíly simultánního, smíšeného a sukcesivního zpracování prvků jedné položky různého druhu a délky. Číslice se vždy zpracovávají sukcesivně, česká slova do 6 písmen však simultánně.

Hledací proces představuje kognitivní cyklus, který je závislý na několika rozhodujících proměnných:

1. na rozsahu možných cílů v zrakovém poli (prostorový činitel),
2. na druhu a složitosti kognitivních operací při rozlišování a identifikaci určitého druhu materiálu položek,
3. na vnitřní struktuře položky (počet prvků, lingvistická struktura),
4. na jiných činitelích (na pozornosti, stavu CNS a dalších).

### *Slovní produkce při pamětním pátrání*

Více než 100 let se v psychologii téměř vůbec nezkoumal celkový obsah, rozsah a složení dlouhodobé paměti, která má rozhodující význam pro život člověka. V popředí zájmu byla bezprostřední a později krátkodobá paměť.

Při srovnávání slovní produkce na jednotlivá písmena české abecedy a na konkréta (Chalupa, 1981) se nezjistily podstatné rozdíly průměrné produkce za 1 minutu (u konkrét to bylo 12,77 slov, u písmen 11,34 slov). Byly však velké *rozdíly produkce slov u jednotlivých písmen*, které významně korelovaly s velikostí slovní zásoby podle rejstříku jazykového slovníku. Klíčovou úlohu zde má uložená slovní zásoba, na které závisí velikost slovní produkce. Druhá stránka se týká *vybavování slovního materiálu*. Podle faktorové analýzy byly zjištěny dva velké faktory, odpovídající jednak produkci slov na písmena abecedy, jednak produkci slov na konkréta, které ukazují na rozdílné činitele a mechanismy v obou případech. Budeme se jimi zabývat ještě později.

## *Mentální chronometrie*

Nová metoda, kterou přinesl Avant a Thieman (1985) byla autory označena původně jako posouzení zdánlivého vizuálního trvání a sledovala obecně rozdíly percepce u sémantického a nesémantického materiálu (šlo o slova, pseudoslova a neslova). Metoda, kterou jsme rozpracovali v řadě výzkumných studií od roku 1994, ukázala velké možnosti a umožňuje diferencovaný přístup ke kognitivním procesům u nejrůznějšího druhu materiálu. Řadu podnětů k výkladu zde přináší teorie asociativních sémantických sítí (Anderson, Bower, 1973 aj.), teorie mentálního slovníku aj.

Jak jsme uvedli, *písmena české abecedy* mají velmi rozdílnou slovní zásobu podle abecedního rejstříku v jazykovém slovníku a této četnosti odpovídá rozsah slovní produkce na jednotlivá písmena (např. za 1 min) a malá vyčerpateľnost slovní zásoby. Tyto veličiny navzájem významně korelují. Podle metody mentální chronometrie se ukázalo, že písmena s velkou slovní zásobou vykazují významně kratší dobu trvání poznání než písmena s malou slovní zásobou. To znamená, že rozhodující úlohu při poznání písmen mají asociační sítě uložené v dlouhodobé paměti (lexikální paměť), které působí facilitačně ve smyslu teorie šířící se aktivace (Collins, Loftus, 1975).

V další sérii byl zkoumán *slovní materiál*. Úloha sémantických asociačních sítí se projevuje rozdílně pokud jde o konkréta a abstrakta. Doba trvání poznání se u abstrakt významně prodlužuje a také se úměrně snižuje rozsah slovní produkce. Závěr je ten, že asociační a pojmová struktura abstrakt a konkrét není shodná, liší se navzájem, konkréta mají bohaté asociační vazby, kdežto význam abstrakt je určován hlavně relacemi k jiným pojmům.

Nové poznatky byly získány při *poznávání známých a neznámých obrazců, jmen barev a u slovního materiálu*. Poznání neznámých obrazců vykazovalo velmi dlouhé trvání, které dokonce přesahovalo trvání poznání u abstrakt. Kognitivní struktura se zde musí nově elaborovat. Při následném pokusu znovupoznání byla identifikace těchto neznámých tvarů perfektní. Trvání poznání obrazců korelovalo s jejich posuzovanou složitostí a neobvyklostí.

U jmen barev připadala při trvání poznání významná úloha rozsahu sémantických sítí, měřenému podle slovní produkce na jméno barvy, dále parametru posuzované obvyklosti – neobvyklosti a zčásti i módnosti. Barvy a tvary vykazují i nekognitivní složky.

V nejnovější studii jsme zjistili u většího slovního materiálu 80 slov, že v parametru trvání poznání slov (substantiv) je hlavním určujícím činitelem *úroveň konkrétnosti – abstraktnosti (korelace činila 0,800)*. *Lexikálně sémantický* činitel, měřený podle slovní produkce na slova, má jen menší, i když významný, podíl na rozdílu trvání poznání konkrét a abstrakt.

*Frekvence slov* podle frekvenčního slovníku českého jazyka však vůbec nesouvisí s trváním poznání slov, se slovní produkcí na ně a s úrovní abstraktnosti (Chalupa, 2006).

Metoda mentální chronometrie poukázala mimo jiné na existenci mentálního slovníku, který je uložen v dlouhodobé paměti a má řadu rejstříků (formálních i věcných). Důležitou úlohu má při vybavení slova z paměti počáteční písmeno slova. Slovní zásoba je rozdělena do mnoha menších shluků, které lze rychle prohledat. Prohledání celkové slovní zásoby, která činí až desetitisíce slov, je v krátké vteřinové době prakticky nemožné.

## Shrnutí

Výklad poznávání slovního a názorného materiálu byl v literatuře od šedesátých let značně zjednodušován. Rozdíly poznání názorného a verbálního materiálu nejsou vcelku do té míry rozhodující. Podstatnější jsou difference, které nacházíme u jednotlivých kategorií slov (konkréta a abstrakta, adjektiva, substantiva, slovesa a pod.) a u různého druhu názorného materiálu. Liší se navzájem také proces poznání u jednotlivých případů. Kognitivní psychologie využívá metody vizuálního pátrání s různými druhy materiálu (Jastrow, Neisser, u nás Chalupa, Dornič, Čížková, Ulmanová, Sehnalová aj.). V kognitivním cyklu pátrání probíhá řada procesů, které ukazují na povahu kognitivních struktur, jejich složitost a dostupnost. Lze prokázat simultánní, smíšené a sukcesivní zpracování materiálu.

Snadné poznávání a zapamatování konkrét bylo vysvětlováno podle duální teorie Paivia použitím dvou kódů, představového (imaginativního) a verbálního. Funkce verbálního kódu byla nejasná a nepostačovala při výkladu s ohledem na různou strukturu slov a sémantické činitele.

K novým experimentálním poznatkům posledních desíletí patří zjištění, že se liší nápadně doba *poznání jednotlivých písmen české abecedy* a že to souvisí se slovní zásobou u každého písmene podle rejstříku jazykového slovníku a s rozsahem slovní produkce na dané písmeno. Tento fakt původní teorie asociačních sémantických sítí nezaznamenala, neboť se fonetickou stránkou slov a jejichmi vazbami se slovníkem nezabývala. Je však velmi významný.

Další úroveň představuje *poznávání slovního lexikálního materiálu*. Je to komplikovaný proces. Na dobu trvání poznání slov (substantiv) podle našich experimentů má největší vliv *činitel konkrétnosti – abstraktnosti*, další vliv připadá lexikálně sémantickým činitelům čili *rozsahu lexikálně sémantických sítí*, spojujících v paměti slovo s různými reálnými věcmi, situacemi či událostmi. Rozsáhlé sítě působí facilitačně při poznávání.

*Frekvence slov* podle frekvenčního slovníku nemá však prokazatelný vliv na dobu trvání poznání slova a ani nesouvisí s úrovní abstrakce.

Teorie asociačních sémantických sítí vyhovuje dobře při výkladu procesu zpracování slov na úrovni konkrét (např. u jmen barev, která jsou vždy konkrétní), ale má vážné potíže při interpretaci u abstrakt, která mají chudé asociace. Rozhodující úlohu zde mají nikoliv asociace, ale elaborace relací k jiným pojmům. Asociační sémantické sítě se nemohou uplatnit rovněž při poznávání neznámých objektů. Kognitivní struktury se zde vypracovávají jiným způsobem.

Časový faktor patří k velmi důležitým indikátorům při studiu kognitivních procesů při zpracování verbálního i názorného materiálu. Přispěl i k objasnění povahy mentálního slovníku, který mimo jiné kopíruje proporcionalně zásobu slov v jazykovém slovníku podle začátečního písmene.

## Literatura

Anderson, J. R., Bower, G. H. (1973). *Human associative memory*. Washington.

Avant, L. L., Thieman, A. A. (1985). On visual access to letter case and lexical semantic information. *Memory and Cognition*, 13, 393 – 404.

- Collins, A. M., Loftus, E. F. (1975). A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407 – 428.
- Dornič, S., Chalupa, B., Sehnalová, J. (1970). Recall of symbols used in a searching task. *Studia psychologica*, 12, 120 – 124.
- Fraisse, P. (1968). Motor and verbal reaction times to words and drawings. *Psychonom.Sci.*, 12, 235 – 236.
- Chalupa, B. (1981). Výzkum organizace produktivní paměti a produktivního myšlení. *Čs. psychologie*, 25, 202 – 209.
- Chalupa, B. (1986). Experimental and theoretical analysis of visual search activities. In F. Klix, H. Wandke (Eds.). *Man-computer interaction research*. Amsterdam : North Holland, 331 – 338.
- Chalupa, B. (1994). Mentální chronometrie, slovní pohotovost a slovní zásoba. *Čs. psychologie*, 38, 178 – 182.
- Chalupa, B. (1996). Mentální chronometrie, úroveň abstraktnosti a slovní produkce u verbálních podnětů. *Čs. psychologie*, 40, 425 – 430
- Chalupa, B. (2000). Mentální chronometrie a valence při poznávání obrazců. *Čs. psychologie*, 44, 247 – 254.
- Chalupa, B. (2001). *Kognitivní psychologie. Nové výsledky zkoumání metodou mentální chronometrie*. LYNX, Brno.
- Chalupa, B. (2004). Mentální chronometrie a valence při poznávání jmen barev. *Čs. psychologie*, 48, 225 – 232
- Chalupa, B. (2006). *Mentální chronometrie: kognitivní a verbální procesy a frekvence slov*. (zasláno k publikaci)
- Chalupa, B., Čížková, J. (1967). Psychologické studium činnosti operátora ve vyhledávacích pokusech. *Čs. psychologie*, 11, 598 – 601.
- Chalupa, B., Dornič, S. (1969). Recognition of symbols used in a search task. *Studia psychologica*, 11, 259 – 266.
- Chalupa, B., Ulmanová, Y. (1982). Zkoumání zrakové hledací činnosti při použití verbálních podnětů. *Sborník prací filozofické fakulty brněnské univerzity*, I 17, 103 – 109.
- Jastrow, J. (1892). Studies from the laboratory of experimental psychology of the University of Wisconsin. II. *American Journal of Psychology*, 4, 381 – 428.
- Neisser, U. (1963). Decision time without reaction time. *American Journal of Psychology*, 76, 376 – 386.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. New York, Appleton-Century-Crofts.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and mental processes*. New York, Holt. Rinehart, Winston.
- Posner, M. I., Mitchell, R. P. (1967). Chronometric analysis of classification. *Psychol. Rev.*, 74, 392 – 407.
- Zinčenko, V. P., Vergiles, N. J. (1975). *Utváření vizuálního obrazu*. Praha, Academia.