

PAMÄŤ A MOZOG: BERGSONOV OMYL

JEAN-LUC PETIT, Université de Strasbourg, Centre de recherches en philosophie allemande et contemporaine, Strasbourg, France*

PETIT, J.-L.: Memory and Brain: Bergson's Error
FILOZOFIA, 74, 2019, No 7, pp. 530 – 542

This article is dedicated to the area at the interface of philosophy and neuroscience and it focuses on the critical examination of some of Bergson's ideas. Neuroscience in its effort to strengthen the role of body in relation to mental processes and especially memory, cannot avoid discussing Bergson, namely his classic work *Matter and Memory*, in which he leaves the research of habitual memory to psychologists, while privileging the "pure memory" that surpasses psychophysical and psychocerebral parallelism, since it does not need any material substrate or location in space. However, new research in neuroscience puts this thesis into doubt, even denying it. The author takes into account research both in neuro-science (especially A. Berthoz) and in phenomenology and refers to works in this field that prove that the individualization of events, the subject of "episodic memory", on the contrary, is a matter of space – and admits that Bergson was wrong, albeit not entirely, as confirmed by recent discoveries about the neural bases of memory. Moreover, neuroscience has so far read Bergson selectively, so the author intends to return to him and examine in particular the hippocampal function in the light of the cited work.

Keywords: Bergsonism – Neuroscience – Memory – Place cells – Grid cells – Bergson, H. – Berthoz, A.

1. Úvod

Keď neurovedy chápu, že je potrebné rehabilitovať telo proti snahe kognitívnych vied nadmerne intelektualizovať poznanie a chciet' založiť neurofyziológiu akcie – a nielen predstavy – je dosť logické, že znova odkazujú na Bergsona a najmä na *Hmotu a pamäť*, kde nachádzajú náčrt senzomotorickej teórie vnímania. *Hmota a pamäť* sa bežne číta ako prvý pokus o biológiu inkarnácie, ktorá odvodzuje konštitúciu sveta od motorického systému skúsenosti biologického jedinca. Fyziológia vnímania a akcie A. Berthoz¹ mohla v tomto diele spoznať predchodcu, zatiaľ čo fyziológia motorickej predstavy M. Jeanneroda si z neho vzala viac, než pripúšťa jeho autor. Osobitne Berthoz

* Jean-Luc Petit, emeritný profesor filozofie na Univerzite Marca Blocha v Štrasburgu, nie je slovenskému publiku neznámy. V roku 2006 sme mali možnosť privítať ho v Bratislave a čitatelia časopisu *Filozofia* ho poznajú aj z tu uverejnených prekladov jeho statí, napr. *Zamyslenie nad*

uznal za vhodné urobiť zoznam bodov, v ktorých sa zhoduje s Bergsonom: rovnaká kritika jazyka, ktorý zvečňuje procesy živého; vnímanie chápané ako príprava, dokonca simulácia akcie; obrana integratívnej jednoty pohybu v opozícii voči analytickému pluralizmu trajektórie; uznanie úlohy inhibície / dezinhibície v determinantoch akcie, kde by bolo chybou preceňovať excitáciu; zjavná kontinuita zážitku chápaného ako kompresia početných oscilácií buniek mozgu; empirický pôvod geometrického homogénneho priestoru hľadaný v biologických obmedzeniach konajúceho tela vrátane svalových pocitov; a nakoniec téma typicky berthozovská, protiklad dvoch kognitívnych stratégií: egocentrickej a alocentrickej, protiklad, ktorý by pojal protiklad dvoch pamätí.

2. Návrat k Bergsonovi a jeho selektívny ráz

Toto nové čítanie Bergsonovho diela neurónovou optikou je však nutne selektívne – ak nechceme povedať, že nesie so sebou riziko, že pôjdeme proti zámerom Bergsona samého, zámerom, ktorými bolo obmedzenie úlohy tela až po hranicu aktuálnosti úplne venovanej uspokojovaniu „nižších potrieb“ organizmu tak, aby sa duch odmenil schopnosťou „samého prežitia minulosti“, pričom táto schopnosť nie je v ničom podľžná hmote. Bergson, ponechajúc telesnú utilitárnu výbavu automatických výdobytkov zvykovej pamäti a ochotne prenechajúc túto pseudopamäť psychológom, ktorí si ju obľúbili, mal totiž v úmysle svoj pojem „čistej pamäti“, ktorý na svoje zachovanie nevyžadoval nijaký materiálny substrát, uchrániť od každej kontaminácie priestorovým usporiadaním vecí, tela a mozgu.

Bergson už od *Esejí o bezprostredných dátach vedomia* ontologicky vyradil priestor, ktorý pokladal len za vonkajší a materiálny vo vzťahu k trvaniu pripodobnenému myslí samej.² Naše vnútorné bytie, v podstate pamäť, by vyšla v ústrety vonkajšiemu svetu tým, že sa vtlesná do rozhrania medzi vnútrajškom a vonkajškom. Toto príležitostné začlenenie ducha by reagovalo na praktické požiadavky pôsobenia na okolie, a nie na nezištné motívy, ako sú poznanie, kontemplácia či sny. Pamäť, nedlhujúc nič vonkajšku ani priestoru, bez toho, aby ju k tomu niečo nútilo, by prípadne bola povolaná byť užitočnou, ako to robí v bežnom živote – ale prestáva to robiť v patológii – tým, že nám poskytuje, ak sa taká potreba pociťuje, výber spomienok vhodných pre naliehavé aktuálne úlohy.

Som teda postavený pred veľkú výzvu, aby som sformuloval filozofické poučenie z prác za posledných tridsať rokov na neurokognitívnych základoch pamäti v konfron-

Ricceurovými slovami: „Mozog nemyslí. Ja myslím“ (*Filozofia*, 62 (5), 413 – 421). Téma na rozhraní filozofie a neurovied je zasvätená aj táto preložená stať, polemizujúca tentoraz s Bergsonom, ktorého 160. výročie narodenia si tento rok pripomíname.

¹ Porov. Berthoz (2008).

² Bergson (1889/1927, čes. 1947).

tácii ich vedúcej myšlienky s duchovnou tradíciou siahajúcou od Bergsona k sv. Augustínovi.³ Podľa tejto tradície by myseľ pochádzala z prežívanej časovosti bez zmesi s priestorovou vonkajškovosťou. Bergsonovský pojem „čistej pamäti“ je jej dedičstvom. Tejto schopnosti mysle zachytiť osobnú udalosť v singularite jej jediného výskytu zodpovedá – avšak v kontexte vedeckého naturalizmu – koncept „epizodickej pamäti“ psychológov. Lenže epizodická pamäť sa wpisuje do úplne inej perspektívy ako čistá pamäť. Povieť mi, že Bergsonova koncepcia pamäti je založená na ontológii trvania a že toto metafyzické angažovanie robí zbytočným jej porovnanie s psychológiou pamäti, s jedinou ambíciou, vysvetliť mentálnu funkciu, o ktorú ide. Metafyzika mysle v zmysle Bergsona sa však práve nedožaduje takej neutrality voči empirickej psychológii. „Metafyzický problém, vyhlásil, sme tak presunuli do roviny, v ktorej splýva s psychologickým problémom, ktorý môžeme vyriešiť prostým a jednoduchým pozorovaním.“⁴ Toto svedectvo vedeckého pozitivizmu, zdá sa, vopred legitimizuje konfrontáciu učenia o „čistej spomienke“ s paradigmou novších neurovied pamäti. Iste, toto cvičenie ostáva riskantné, keďže nedávne údaje o biologických základoch pamäti nie sú z tých, ktoré by mohli byť prístupné „bezpodmienečným pozorovaním“. Prístup k neurálnym základom pamäti, nemožný pri klinickom pozorovaní amnézie a afázie za čias Bergsona, proste pootvorený neskoršou metódou lézií na zvieracom modeli, bol umožnený kombináciou novších technológií, ako sú intracelulárny elektrofyziologický záznam *in vivo* u voľne sa pohybujúceho zvieraťa, infračervené zachytenie pohybu a štatistické spracovanie signálu zaznamenaného v počítači. Inými slovami, cieľom už nebola anatomická štruktúra ukladajúca spomienky, ale zvýšenie selektívnej aktivity individuálnej bunky alebo bunkovej populácie ohlasujúce kódovanie, konsolidáciu alebo pripomenutie epizód individuálnej skúsenosti. Keďže sa už mozgový lokalizacionizmus kognitívnych funkcií nechápe ako vzťah obsahujúceho k obsahu, ale skôr ako jednoznačná korelácia medzi zložkou správania a vzorom (*pattern*) činnosti neurónovej siete, vzniká otázka, či Bergsonova kritika prežije posunutie svojho cieľa.

Podľa Bergsona totiž „nervový systém, materiálna masa vykazujúca určité kvality ako farba, odpor, súdržnosť atď., možno obsahuje nepozorované fyzikálne vlastnosti, ale len fyzikálne vlastnosti“.⁵ Zberať priestor, byť obsiahnutý v širšom priestore, obsa-

³ Táto výzva, najskôr myslená ako ospravedlnenie za odmietnutie pozvania prof. Yasushiho Hirahio na konferenciu v Japonsku, ktorej program bol zameraný na Bergsona, sa zmenila na poslanie zúčastniť sa, keďže ma vo svojej odpovedi presvedčil o dôležitosti podujatia.

⁴ Bergson (1896/1939, s. 269; čes., s. 177).

⁵ Bergson, (1896/1939, s. 75; čes., s. 52).

hovať užší priestor, to sú typicky fyzikálne vlastnosti, blízke vzťahy medzi aktuálne danými termínmi.⁶ Materiálnosť mozgu by však nezahŕňala možnosť obsiahnuť „predstavou“ niečo ako vonkajšiu udalosť – a tým skôr minulú udalosť –, ktorá by nebola aktuálne obsiahnutá v striktnom materiálnom zmysle v mozgu. To, že medzi nejakým stavom mozgovej hmoty a nejakou udalosťou vo svete môže existovať vzťah, ktorý – bez toho, aby mal nutne všetky charakteristiky mentálnej predstavy – uchováva niečo z predstavy v tom, že stačí na identifikáciu tejto udalosti medzi všetkými ostatnými, nebolo nikdy zohľadnené v *Hmote a pamäti*. Nemala tam miesto, keďže všetka Bergsonova snaha smerovala k zúženiu mozgu na oblasť priestoru, ktorý zaberá, a na interakcie medzi touto oblasťou a okolitými oblasťami v bezprostrednej aktuálnosti.

3. Bergson spochybnený objavmi lokalizačných neurónov a mriežkových neurónov

No dementujúc Bergsona sa zdá, že individuácia udalostí, podmienka ich zachovania, je pekne krásne záležitosťou priestoru, keďže spúšťa istý mozgový proces spontánnej geometrizácie, proces ešte neúplne známy, ale ktorý sa ohlasuje, akože by mal byť akousi podivnou sofistikáciou. Kontrast je úplný, keď porovnávame spiritualistickú koncepciu s paradigmou, ktorá dominuje neurovedám pamäti následkom objavenia neurálnych základov epizodickej pamäti spolu s objavom lokalizačných neurónov J. O'Keefom. Po ňom nasledoval objav mriežkových neurónov M.-B. Moserom a E. Moserom. Vskutku, úplný kontrast, vzhľadom na úlohu, ktorú zohráva pojem „kognitívnej mapy“ a všeobecnejšie geometrická alebo topologická koncepcnosť vo funkcionálnej interpretácii anatomických štruktúr ako hipokampus a jeho lokalizačné bunky (*place cells*) alebo entorhinálny kortex a jeho mriežkové bunky (*grid cells*). Integratívne chápanie tohto procesu, prekračujúce model euklidovskej antinomickej fyzikálnej exteriority časovej interiority ducha, by vyžadovalo novú morfogenetickú mnohorozmernú koncepciu priestoru veľmi vzdialenú od triviálneho pojmu priestoru, s ktorým sa Bergson uspokojoval ako s pozadím. Podľa týchto nedávnych údajov by fixácia udalostnej singularity tento raz bola výsledkom dvojitého pohybu priestorovania skúsenosti na mozgových topografických mapách. Separácii oblastí okolia súvzťažných so vzormi (*patterns*) činnosti neurónových sietí by zodpovedal záznam výsledných kognitívnych máp. Mozgový proces, ktorý pokračuje na niekoľkých úrovniach organizácie,

⁶ Bergson, (1896/1939 s. 165; čes. s. 111): „Natoľko sme posadnutí obrazmi vyťahovanými z priestoru, že sa nemôžeme ubrániť otázke, kde sa uchováva spomienka. Chápeme, že fyzikálno-chemické javy prebiehajú v mozgu, že mozog je v tele, telo je vo vzduchu, ktorý ho omýva atď.; ale ak sa raz zavŕšená minulosť uchová, kde je? Umiestniť ju v stave molekulárnej modifikácie do mozgovej substancie sa zdá jednoduché a jasné, pretože by sme potom mali aktuálne danú nádrž, ktorú by stačilo otvoriť a nechať tiecť skryté obrazy do vedomia. Ak však mozog nemôže slúžiť na také použitie, kde chceme nahromadené obrazy uskladiť?“ (Pozn. prekl: Z češtiny preložil J. S.)

od stredu k periférii a naopak, medzi extrémnymi úrovňami, ktorými sú „topy“ (retinotop, tonotopy, somatotopy...) primárnym pásem senzorických vstupov a repertoáre činností predmotorických centrálnych oblastí. Modelovanie implikovaných geometrických transformácií, s početnými zmenami súradnicových sústav, čo vyžaduje záznam heterogénnych máp a riešenie problémov duálnosti geometrií povolaných ako modely, je výzvou pre matematikov, aby nám uľahčili pochopiť prirodzený geometrizmus mozgového spracovania priestorovej informácie.⁷

Takže namiesto toho, aby sa konštitúcia sveta rozhodla na periférii organizmu, rozhraní medzi svalovými efektormi pohybu tela a predmetmi okolia, na ktoré pôsobí, mozgové centrá zároveň vzdialené od senzorických vstupov a nezávislé od pohybového systému, také ako hipokampový útvar, by boli sídlom spontánnej geometrizácie senzorickej exteroceptívnej a propioceptívnej informácie, ktorá poskytuje biologickému jedincovi systém kartografickej lokalizácie jeho tela v okolí. Z tohto uhla pohľadu je živá bytosť schopná sa pôvodne zorientovať na interných mapách tak, že spozná svoju polohu v priestore ešte predtým, než bude pomýšľať zasiahnuť príčinne do vonkajšieho prostredia a za účelom umožniť tento prípadný zásah. V tejto súvislosti sme v pokušení hovoriť o „Bergsonovom omyle“, čo sa týka biológie pamäti, tak ako A. Damasio mohol hovoriť o Descartovom omyle týkajúcom sa rozhodnutia, ktoré vraj – podľa neho – Descartes podrobil rozumu, pohŕdajúc vplyvom emócií.

Pripomeňme, že neurofyziológ J. O'Keefe (University College London) získal v roku 2014 Nobelovu cenu za objav buniek zmyslu pre polohu jedinca v okolitom priestore, objav v hipokampe mozgu cicavcov. Tento objav interpretovaný pomocou teórie priestorových kognitívnych máp Tolmana⁸ a Hebba⁹ odporuje, na prvý pohľad, téze o senzomotorickom mozgu, ktorý nie je orgánom predstavy. Funkcia hipokampu ako základu pamäti a individuácie osobných spomienok prostredníctvom špecializujúceho procesu napovedá proti Bergsonovi, že aktuálnosť mozgového stavu neobmedzuje jeho funkciu v prítomnosti akcie a nebráni uchovaniu minulosti.

Objav nervovej aktivity špecificky spojenjej s polohou živočícha, publikovaný v jednom priekopníckom článku (*Brain Research* 1971),¹⁰ aj keď hneď interpretovaný ako priestorová kognitívna mapa, ešte nedostatočne uvoľnil túto kognitívnu funkciu spod vplyvu – už dobre stanoveného¹¹ – orientácie, ba aj spod vplyvu taktilnej stimulácie. Keď krysu držíme rukou v nejakej danej polohe a orientácii, histogram frekven-

⁷ Pozri príspevky D. Benenquina, J. Petitota a ďalších matematikov. In: A. Berthoz a J.-L. Petit (2014).

⁸ Tolman (1948).

⁹ Hebb (1949).

¹⁰ O'Keefe & Dostrovsky (1971).

¹¹ Pozri „neuróny buzoly“ alebo bunky orientácie hlavy: Taube et al. (1990).

cie výbojov nejakej individuálnej bunky zaznamenatej pre každú polohu alebo orientáciu živočicha bezpochyby ukázal preferenciu neurónu pre určité miesto na platforme experimentovania, ale aj pre určité orientácie v priestore, nehovoriac o umelom stave ručným zadržiavaním krysy.

Geometrické vlastnosti, ktoré opodstatňujú *a posteriori* označenie pyramídových buniek hipokampu ako „lokalizačné neuróny“ (*place cells*) sa objasnia v neskoršej hojnej literatúre, ktorá vychádza najmä z prác toho istého laboratória. S cieľom konkretizovať pojem kognitívnej mapy sa navrhli kartografické znázornenia prostredia, ozrejmujúce, najprv obrysami a potom falošnými farbami, oblasti skúmaného priestoru, ktorého prekročenie zvierat'om vyvolalo aktiváciu buniek, všade inde tichých. Analogicky s receptorickými poľami, sietnicovými alebo kožnými, vizuálnych alebo hmatových buniek, sa tieto oblasti selektívnej aktivácie, aj keď nemajú zmyslové spúšťacie stimuly, nazývajú lokalizačným poľom každej lokalizačnej bunky. Aktivačná selektivita týchto buniek hipokampu pre konkrétnu oblasť, najskôr zjavne obmedzená na jednorozmerné prostredie labyrintu, sa ukázala ako všeobecná vlastnosť, ktorá sa rovnako prejavuje v otvorených dvojrozmerných ohradách rôznej podoby.

Táto zvláštna neurónová kartografia priestoru vydala časť svojho tajomstva, keď manipulácia vizuálnych indexov ukázala relativitu poľa miesta lokalizačných buniek vo vzťahu k vizuálnym indexom cieľa.¹² Úloha uložená kryse: vybrať vetvu labyrintu v tvare križa obsahujúcu odmenu za prítomnosti vizuálnych indexov (podmienka vnímania) alebo za ich neprítomnosti (stav pamäti). Výsledok: väčšina buniek má lokalizačné pole spoločné s mobilnými indexmi cieľa. Naproti tomu pre menšinu buniek lokalizačné pole zostáva nezmenené vzhľadom na statické indexy pozadia. Bádateľia, konštatujúc podobnosť lokalizačných polí každej bunky v oboch podmienkach, túto permanenciu vysvetľujú predpokladom, že jej orientácia preferovaná vo vzťahu k pozadiu poskytuje zvierat' u z nedostatku nejakej mapy, ktorú preorientuje v prípade potreby pomocou mobilných indexov cieľa manipulovaných experimentátorom. Pri pohľade na rozdelenie lokalizačných polí skupiny buniek platí pravidlo: koncentrácia vrcholov výboja tej istej bunky – disperzia vrcholov susedných buniek – je bez evidentnej motivačnej preferencie pre nejakú privilegovanú oblasť, takú ako susedstvo odmeny. Zdá sa, naopak, že vystavenie sa priestorovým indexom fixuje *en bloc* umiestnenie lokalizačných polí v labyrinte, vybavujúc zviera ekvivalentom internej mapy, ktorá by ho oslobodila od nutnosti pamätať si postupné detaily jeho prístupových ciest k cieľu.

Prechádzajúc z labyrintu do otvoreného priestoru krabice s premenlivým tvarom, striedavo štvorcovým alebo obdĺžnikovým, menších či väčších rozmerov, výskumníci si najskôr mysleli, že odhalili jednoduchý geometrický zákon upravujúci umiestnenie

¹² O'Keefe & Speakman (1987).

a tvar lokalizačného poľa jednotlivej lokalizačnej bunky.¹³ Keďže vrchol aktivity každej lokalizačnej bunky je vždy umiestnený vo fixnej vzdialenosti od stien, pole by bolo výsledkom súčtu gaussovských funkcií (krivky v tvare zvonu) vzdialenosti krysy vo vzťahu ku každej zo stien krabice. No systematickejšia geometrická manipulácia s okolím, ako vystavenie ohrade striedavo štvorcovej a kruhovej, ukázalo plasticitu kognitívnych máp hipokampu, čo sa podľa obmeny odstupu stien alebo veľkosti krabice nedalo predvídať.¹⁴ Navodzuje totiž úplnú – a napriek tomu rýchlu – rekartografiu predstáv okolia lokalizačných buniek, pričom určité bunky prejavujú progresívnu divergenciu medzi štvorcem a kruhom, iné robia okamžité rozdiel, ešte ďalšie približujú k rovnakej predstave v oboch konfiguráciách, zatiaľ čo nakoniec je mapa pre menšinu buniek necitlivá na zmenu. Takto dokázaná plasticnosť kognitívnych máp hipokampu, ktorá dovoľuje náhly prechod z jedného formátu mapy na druhý, by mohla vysvetliť schopnosť pamäti rozlišovať pri vyvolaní spomienok na podobné udalosti, ku ktorým došlo v rôznych kontextoch. Hipokampus, nositeľ pamäti súvisiacich udalostí (epizodická pamäť), by tak ukrýval riešenie Bergsonovej dilemy: aktuálnosť generického konania akcií – ale individualizovaná spomienka.

Neurofyziológovia M.-B. Moser a E. I. Moser (Norwegian University of Science and Technology – Nórska univerzita vedy a technológie), nositelia Nobelovej ceny za rok 2014 spolu s O'Keefom, boli ocenení za objav buniek vnútorného systému geometrických súradníc pre určenie polôh jedinca v priestore, a to v entorhinálnom kortexe, ktorý je vstupom do hipokampu. Príspevok týchto buniek k predstave priestoru a k mnémickým funkciám opäť odporuje Bergsonovej dichotómii medzi geometrickým priestorom hmotných telies a duchovnou a nemateriálnou interioritou poznania a pamäti. Zememerači vedia, že akékoľvek geografické umiestnenie možno identifikovať s použitím princípu dlažby povrchu s polygónmi rovnakej veľkosti bez prekryvania alebo bez medzery. Akonáhle sú tieto polygóny kalibrované s určitými pevnými orientačnými bodmi, získame topografickú mapu, na ktorej z hľadiska polohy môžeme nájsť vzdialenosti a orientácie, hocikaký detail okolia. Je prekvapivé zistiť, že v konkrétnej oblasti mozgu je *pattern* aktivácie jednotlivých buniek organizovaný tak, aby sa na okolie premietla mriežka rovnostranných trojuholníkov, ktorých vrcholy sa zhodujú s maximami miery výboja každej bunky: všetko sa deje, akoby nervová bunka mohla vykonať zameranie prostredia s cieľom umožniť zvieraťu zorientovať sa v ňom! Ide o zjavné popretie koncepcie vonkajšieho priestoru, ktorý nemá nič spoločné s poznaním ani s predstavou!

Keďže trajektória krysieho behu v štvorcovej krabici so stranou jeden meter je materializovaná neprerušovanou čiarou, stačí položiť na toto pradené čiar bez zjavnej

¹³ O'Keefe & Burgess (1996).

¹⁴ Wills et al. (2005).

štruktúry vrcholy aktivácie nejakej bunky entorhinálneho kortexu, aby sa vyjavili v priestore rovnomerne rozmiestnené hromady bodov, ktoré evokujú mriežku pokrývajúcu celý obvod.¹⁵ Z tej istej zaznamenatej bunky mapa miery aktivácie, vytvorená priradením farebného kódu (modrý: 0 Hz, červený: maximum výboja) ku každému pixelu, ukazuje dláždenie priestoru poľami výbojov, usporiadanými do rovnostranných trojuholníkov. Potvrdenie prísnej periodicity dláždenia prináša autokorelogram, graf štatistického testu autokorelácie mapy, ktorý tiež ukazuje najvyššie rozpustenie... mriežok buniek v dorzálnnej oblasti stredného entorhinálneho kortexu vo vzťahu k bunkám vo ventrálnej oblasti.

Ako už bolo povedané, lokalizačné bunky hipokampu krýs úplne reorganizujú lokalizáciu svojho poľa výboja, keď sa mení tvar krabice, alebo keď sa záznam uskutočňuje v novej komore. Táto celková reorganizácia na úrovni hipokampu sa zhoduje s premiestnením alebo koordinovaným otáčaním celku poľa mriežky nejakej skupiny buniek entorhinálneho kortexu so zachovaním jeho pravidelnej štruktúry. Naproti tomu mriežky buniek entorhinálneho kortexu zostávajú nezmenené, keď zmena farby steny krabice vyvoláva len zmenu miery výboja lokalizačných buniek hipokampu. S funkcionálnou zložitou geometrického procesu mobilizovaného neurálnym kódovaním miesta a singularnej udalosti, zložitou, ktorá sa postupne vynára z týchto prác, sa ukazuje, že tento proces privádza rozsiahlu sieť mimo hippokampu a že sa realizuje komplementárne (1) aktualizáciou rigidného univerzálneho rámca „na Kantov spôsob“ a (2) priradením špecifického kódu „na Bergsonov spôsob“ pre každú okolnosť.

4. Objav kognitívnych máp v prospech Bergsona

Rozhodli teda fakty? Rozhodol objav kognitívnych máp v hipokampe a postupne v anatomických štruktúrach nad hipokampom a pod ním tento problém v prospech priestoru? Posledné útočisko vnútra mysle, pamäť, by sa ukázalo ako neschopné sústrediť sa vo svojej čistote nepremiešanej s priestorom, pretože stav mozgu by vo svojom priestorovom rozvinutí samom vykázal spacializovaný čas zvykovej pamäti, ale aj vnútorný čas epizodickej pamäti. Takýto záver by bol pravdepodobne predčasný.¹⁶

Nezabúdajme, že pojem kognitívnej mapy si v očakávaní objavenia skutočne vysvetľujúcich mechanizmov zachováva dočasný charakter metafory, pokiaľ sme neurčili ani použitie týchto máp, ani postup ich formovania. Taká mapa je „kognitívna“ len prostredníctvom agensa, ktorý ju využíva na to, aby našiel cestu k svojmu cieľu. Prízrak homunkula máta kognitívne mapy internalizované v mozgu. Iba ho premiestňujeme bez toho, aby sme ho nahradili tým, že za každou mapou predpokladáme inú mapu. Čoskoro sa ukazuje, že to, čo sa takto rozdeľuje na hierarchiu máp, nie je nič iné ako

¹⁵ Hafting et al. (2005).

¹⁶ V tom rád súhlasím s M. Hiroyuki Ohtom, neurofyziológom, obhajcom Bergsona na kolokviu.

po sebe idúce etapy spracovania priestorovej informácie medzi pocitom a správaním. Rovnako pôvodné jadro, okolo ktorého sa kryštalizuje funkcionálna konfigurácia nazývaná „kognitívna mapa“, je lokalizačné pole lokalizačnej bunky: korelát zmeny rytmu bunkovej aktivity. V oboch prípadoch pod zdaním priestoru nachádzame čas. Striedanie medzi osciláciami mozgu a správaním, domnelé priestorové kognitívne mapy, volajú po hlbšom vysvetlení v terminológii času. V reakcii na túto požiadavku výskumníci, ktorí objavili lokalizačné bunky a mriežkové bunky validujúce hypotézu kognitívnych máp, patria tiež k tým, ktorí hľadali pôvod týchto máp v javoch fázovej synchronizácie oscilačných aktivít týchto buniek s lokálnymi mozgovými rytmi zaznamenanými najmä v hipokampe.¹⁷

Určenie priestorových vlastností lokalizačných buniek sa sledovalo pri relatívnom zanedbaní ich časových vlastností. Pokiaľ sa skúma oblasť okolia, v ktorom prebehnutie krysy navádza zvýšenie miery aktivity jednej alebo viacerých zaznamenaných buniek, môžeme sa uspokojiť s priemerom oscilačných aktivít buniek zo všetkých pokusov bez toho, aby sme sa zaoberali jemnou časovou štruktúrou oscilácií. Teda práve preorientovanie záujmu napovedalo preskúmať časové vlastnosti aktivity lokalizačných buniek tým, že ju porovnáme s rytmiami paralelne zaznamenanými v hipokampe.¹⁸ Hoci tento prechod kartografického modelu na chronometrický model – pre výskumníkov ide o jednoduchú náhradu kódu – nemal dramatický ráz, ktorý filozof spája s paradigmatickou zmenou. Z otázky sa stala otázka, či frekvencia výboja lokalizačných buniek bola synchronizovaná s referenčným rytmom pozoruhodným pre svoju pravidelnosť: rytmus théta (medzi 7 a 12 Hz), výsledok súčtu oscilačných aktivít populácie hipokampových buniek, ktorých korelácia je dobre stanovená vzhľadom na pohyby zvierat v prostredí. Boli vrcholy aktivity lokalizačných buniek nastavené na určitú určitú fázu: dol alebo hrebeň vlnenia cyklu théta, ich fázový korelát? A aká funkcia (ak existuje) by mohla mať prípadný „fázový uzáver“ (*phase locking*) medzi bunkami charakterizovanými svojimi priestorovými vlastnosťami a miestnym rytmom hipokampu? To, čo sme zistili, je to, že aktivita každej lokalizačnej bunky je nielen korelovaná s určitou fázou cyklu théta, ale že korelatívna fáza sa neustále mení v miere, ako sa krysa premiestňuje. Tento fázový prechod je dostatočne systematický na to, aby poskytoval poľu lokalizačnej bunky vymedzenie lepšieho priestorového rozloženia ako zvýšenie miery jeho aktivity. Miera aktivity lokalizuje lokalizačné pole v prostredí, ale fázová zmena predstavuje po sebe idúce polohy zvierat pri prechode cez lokalizačné pole. Lokalizačná bunka sa začína vybíjať vo fáze blízkej konca cyklu théta, keď krysa preniká do lokalizačného poľa a vybíja sa vo fáze čoraz viac predčasnej oproti nasledujúcim cyklom théta, tak ako krysa prechádza poľom. Táto „fázová precesia“ prináša

¹⁷ O’Keefe and Recce (1993).

skutočné meranie času prechodu poľom miesta v tom zmysle, že úplný cyklus vlny théta bol prejdený vo chvíli, keď krysa vychádza z poľa. Takto vygenerovaná informácia o lokalizácii zvieratá musí, predpokladajú autori, byť „čítaná“ detekčnými bunkami citlivými na fázový vzťah pod hipokampom.

Aké sú teraz účinky fenoménu precesie na časovú štruktúru aktivity populácie lokalizačných buniek, ktoré sa zaraďujú za sebou, keď krysa skúma svoje okolie? Aby sme to zistili, bolo treba vyvinúť simultánnu unitárnu techniku záznamu desiatok buniek v hipokampovom útvere paralelne s elektroencefalografickým záznamom rytmu théta v hipokampe.¹⁹ Keď krysa prechádza priľahlými miestami alebo čiastočne navrstvenými susednými bunkami, fázová precesia vrcholov výboja postupne aktivovaných buniek poskytuje kompaktný a opakujúci sa obraz ich série. Všetko prebieha tak, ako keby séria buniek bola integrovaná postupne, tak ako ich vrcholy výboja nastupujú po sebe medzi konečnou a počiatočnou fázou cyklov vlny théta. Synchronizácia medzi progresiou vrcholov výboja populácie buniek a fázami théta branými v opačnom poradí ich rozvoja naznačuje existenciu procesu automatického zaznamenávania postupne prechádzaných miest v hipokampe.²⁰

Táto precesia fázových korelátov lokalizačných buniek odobratých z referenčného rytmu théta sa rovná postupnému zaznamenávaniu miest prejdených pred aktuálnou polohou reprezentovanou najaktívnejším bunkovým zoskupením v opačnom poradí postupnosti. V skutočnosti sled prejdených polí nielenže je zachovaný vo svojom poradí, ale jeho kompresia do cyklu théta zahŕňa zúženie stupnice. Postupná aktivácia lokalizačných polí skanduje beh krysy v okolí v sekundovej stupnici. Od tejto makroskopickej časovej škály, ktorou je správanie v prostredí, je séria udalostí ležiacich pod prechodom hraníc lokalizačných polí, prevedená svojou replikáciou medzi zostupnou

¹⁹ Skaggs et al. (1996).

²⁰ Schematicky: bunka č. 1, aktivovaná vstupom krysy do svojho lokalizačného poľa, sa vybíja v momente terminálneho hrebeňa nejakého cyklu théta-1. Následkom toho prekročí stred poľa tej istej bunky č. 1 krysu vyvoláva výboj v momente dolu vlny neskoršieho cyklu théta-2. Zatiaľ čo vstup krysy do poľa nejakej bunky č. 2 (čiastočne sa prekrývajúci s poľom bunky č. 1) vyvoláva jej výboj počas *terminálneho* hrebeňa toho istého cyklu théta-2. Odtiaľ, prechádzajúc k cyklu théta-3, výstup krysy mimo poľa bunky č. 1 vyvoláva jej výboj v momente počiatočného hrebeňa nového cyklu théta-3. Zatiaľ čo simultánnu prechod krysy do centra poľa bunky č. 2 vyvoláva výboj v momente dolu vlny toho istého cyklu théta-3. Bez toho, aby sme zabudli, že vstup krysy do poľa novej bunky č. 3 vyvoláva jej výboj v *terminálnej* fáze cyklu théta-3. Takže tento istý cyklus théta-3 zhŕstí zretáženie korelatívnych udalostí, ktorými sú vstup do poľa bunky č. 3, prekročí stred poľa bunky č. 2 a výstup z poľa bunky č. 1. A tak ďalej, zatlačujúc stále viac korelát fázy výboja aktuálnej bunky aktivovanej prítomnosťou krysy v jej lokalizačnom poli, terminálnej fázy smerom k počiatočnej fáze súčasného cyklu théta (Mehta et al., *Nature* 417, 2002).

a vzostupnou fázou cyklu théta na stupnicu mikroskopického času (menej ako 10 milisekúnd), vhodná pre synaptickú plasticitu.²¹ Tak ako naratívna štruktúra poskytuje epizódam nejakého rozprávaného príbehu jednotu požadovanú na ich pripomenutie deklaratívnu pamäťou, tak aj fázová precesia by na neurónovej úrovni vykonala spojenie obsadených pozícií, bezprostredne susediacich alebo nie, do jednej epizódy v udalostnej sekvencii. Théta rytmus, ktorý funguje ako rámec pre fixáciu trajektórie krysy v pamäti, ako postupne prebieha, a vzhľadom na kompresiu v neurónovom čase, by z hipokampu urobil orgán zachovania časového poriadku udalostí individuálnej skúsenosti. Ako môžu mozgové stopy, priestorové objekty, nadobudnúť časovú dimenziu? – pýtal sa Bergson: „Tento mechanizmus prekladu vzdialeností do času a času do synaptických váh“²² otvára cestu novej odpovedi.

No nie je už toto vystriedanie priestorovej paradigmy časovou paradigmou v neurovedách pamäti presne tým, čo Bergson tušil ako nevyhnutné v psychológii: „*Otázky týkajúce sa subjektu a objektu, ich rozlišovania a ich spojenia, sa musia klásť skôr v závislosti od času než od priestoru*“²³ Táto otázka nás núti prehodnotiť „Bergsonov omyl“ tým, že preskúmame možné cesty rehabilitácie jeho intuícii o pamäti. Neistota, v ktorej sa môžeme ocitnúť v tomto ohľade, tkvie v tom, že neurobiologická chronogenéza, výsledok synchronizácie rytmov na rôznych úrovniach organizácie mozgu, zostáva zásadne chronometrická, zatiaľ čo bergsonovská ontológia času predpokladá dualizmus trvania, čirej kvalitatívnej heterogenity a času hodín spacializovaných použitím číselnej stupnice. Jeho neustály boj proti predsudku nekonečnej deliteľnosti a súmerateľnosti jednotiek každej množiny, tak časových intervalov, ako aj veľkostí priestoru, netreba zúžiť na nevedno akú zaujatosť pre čas proti priestoru.

Avšak, s rizikom istej nekonzistentnosti, toto odsúdenie nereálnosti geometrického konštruovaného priestoru, ktorý „kladíme pod“ trvanie a priestorový rozsah, aby sme ich ovládli, nebráni Bergsonovi vyznávať ontologický realizmus stupňov napätia bytia. Realizmus, ktorý ukazuje, že preňho psychologický čas by v konečnom dôsledku nebol – o sebe, ak nie pre nás – taký heterogénny, ako by sme si mohli myslieť vo vzťahu k fyzickému času elektromagnetických vibrácií prechádzajúcich vesmírom: „Moje vnímanie... zmršťuje do jediného okamihu môjho trvania to, čo by sa o sebe rozkladalo na nespočetné množstvo okamihov“.²⁴ Z tohto prechodu kontrakciou škály fyzikálneho času k psychologickému času – ktorý sa pri tej istej príležitosti ukazuje v škálovom pomere s tým prvým – jeho privilegovaným príkladom je pocit červenej farby, o ktorom

²¹ Mehta et al. (2002).

²² Dragoi and Buzsáki (2006).

²³ Bergson (1896/1939, s. 74 ; čes., s. 52).

²⁴ Bergson (1896/1939, s. 233 ; čes., s. 155).

uvádza, že „v priebehu sekundy... (tento zmršťuje) 400 miliónov postupných vibrácií“.²⁵ Pokiaľ viem, Bergson si uvedomoval, že zredukoval mozog na „istú komplikáciu reflexnej činnosti medulárneho systému“,²⁶ a jednako neprekvapuje, že nedopĺňa túto hierarchiu rytmov tým, že by zasadil prežívaný čas medzi elektromagnetické vibrácie a elektrofyziologické oscilácie mozgového tkaniva, hoci by sa mohlo zdať prirodzené, že to mal urobiť.

5. Záver

Po týchto slovách, hoci je iste namieste rehabilitácia Bergsonovej teórie pamäti, založená na možnosti neurónovej reinterpretácie pluralizmu a kontrakcii biologických rytmov vo vnímanom trvaní, pozor predsa len na anachronizmus! Pre Bergsona by činnosti mozgu nemohli mať kognitívnu povahu, pretože sú to len „pohyby tela“ (elektrické oscilácie). Úplne mu chýbala myšlienka neurónového korelátu: samotná možnosť, že nejaká zmena vzoru (*pattern*) aktivácie jednotlivej bunky (alebo neurónovej populácie) bez opustenia pohybového stavu tela – ochotne to pripúšťame – by mohla byť špecifická pre kognitívne správanie, alebo pre epizódu individuálnej skúsenosti. To, čo naznačuje existenciu kauzálneho vzťahu medzi touto neurónovou činnosťou a týmto správaním. Tým skôr nemohol predvídať, že by mozog mohol fungovať ako nejaké hodiny a že výboje lokalizačných buniek sú nastavené na fázy mozgového rytmu, pričom tento rytmus koreluje s určitým správaním. Metafora „spomienok uložených v mozgu“, ktorá ho tak odpudzovala, znamená jednoducho to, že tie isté neuróny, selektívne aktivované počas nejakej udalosti, môžu byť aktivované aj spontánnym pripomenutím v neprítomnosti exteroceptívnej stimulácie.

Literatúra

- BERGSON, H. (1889/1927): *Essai sur les données immédiates de la conscience*. Paris: Presses Universitaires de France. (Čes., *Čas a svoboda*. Praha: J. Samec 1947).
- BERGSON, H. (1896/1939): *Matière et mémoire. Essai sur la relation du corps à l'esprit*. Paris: Presses Universitaires de France. „Quadrigé“, 3. vyd. 1990. (Čes. *Hmota a paměť*. Praha: Oikoymenth 2003).
- BERTHOZ, A. (2008): Les théories de Bergson sur la perception, la mémoire et le rire, au regard des données des neurosciences. In: F. Worms et al.: *Annales bergsoniennes IV*. Paris: Presses Universitaires de France, 163 – 178.
- BERTHOZ, A., PETIT, J.-L. (dir.) (2014): *Complexité-Simplicité*. Les Conférences du Collège de France, OpenEdition, [<http://books.openedition.org/cdf/3339>].

²⁵ Bergson (1896/1939, s. 230; čes., s. 153).

²⁶ Bergson (1896/1939, s. 25; čes., s. 21).

- DRAGOI, G., BUZSÁKI G. (2006): Temporal encoding of place sequences by hippocampal cell assemblies. *Neuron*, 50 (1), 145 – 157. [<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.02.023>]
- HAFTING T., FYHN, M., MOLDEN, S., MOSER, M.-B., MOSER E. I. (2005): Microstructure of a spatial map in the entorhinal cortex. *Nature*, 436 (7052), 801 – 806. [DOI:10.1038/nature03721]
- HEBB, D. O. (1949): *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. New York: Wiley.
- MEHTA, M. R., LEE, A. K., WILSON, M. A. (2002): Role of experience and oscillations in transforming a rate code into a temporal code. *Nature*, 417 (6890), 741 – 746. [DOI:10.1038/nature00807]
- O'KEEFE, J., BURGESS, N. (1996): Geometric determinants of the place fields of hippocampal neurons. *Nature*, 381 (6581), 425 – 428. [DOI:10.1038/381425a0]
- O'KEEFE, J., DOSTROVSKY, J. (1971): The hippocampus as a spatial map. Preliminary evidence from unit activity in the freely-moving rat. *Brain Res.*, 34, 171 – 175. [DOI:10.1016/0006-8993(71)90358-1]
- O'KEEFE, J., RECCE M. L. (1993): Phase relationship between hippocampal place units and the EEG theta rhythm. *Hippocampus*, 3 (3), 317 – 330. [DOI:10.1002/hipo.450030307]
- O'KEEFE, J., SPEAKMAN, A. (1987): Single unit activity in the rat hippocampus during a spatial memory task. *Experimental Brain Research*, 68 (1), 1 – 27. [DOI:10.1007/bf00255230]
- SKAGGS, W. E., McNAUGHTON, B. L., WILSON, M. A., BARNES, C. A. (1996): Theta phase precession in hippocampal neuronal populations and the compression of temporal sequences. *Hippocampus*, 6 (2), 149 – 172. [DOI:10.1002/(SICI)1098-1063(1996)6:2<149::AID-HIPO6>3.0.CO;2-K]
- TAUBE, J. R., MULLER, R. U., RANCK, J. B. (1990): Head-direction cells recorded from the postsubiculum in freely moving rats. I. Description and quantitative analysis. *Journal of Neuroscience* 1, 10 (2), 420 – 435.
- TOLMAN, E. C. (1948): Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55 (4), 189 – 208.
- WILLS, T. J., LEVER, C., CACUCCI, F., BURGESS, N., O'KEEFE, J. (2005): Attractor dynamics in the hippocampal representation of the local environment. *Science*, 6, 308 (5723), 873 – 876. [DOI:10.1126/science.1108905]

Z francúzskeho originálu *Mémoire et cerveau: l'erreur de Bergson*,
ktorý autor poskytol časopisu *Filozofia*, s jeho súhlasom
preložil Jozef Sivák

Jean-Luc Petit
Université de Strasbourg
Faculté de philosophie
7, rue de l'Université
67000 Strasbourg
France
e-mail: jean-luc.petit4@wanadoo.fr