

Jak měřit vědomí: metodologie časového určení vědomých prožitků

Ondřej Bečev

Fakulta humanitních studií, Univerzita Karlova, Praha
U Kříže 10, 158 00 Praha 5, Česká republika
Email: ondrej.becev@fhs.cuni.cz

Národní ústav duševního zdraví
Topolová 748, 250 67 Klecany, Česká republika
Email: ondrej.becev@nudz.cz

Abstrakt

Žádná současná debata o experimentálním zkoumání vědomí, svobodné vůle a rozhodování není možná bez zaujetí určitého postoje k metodologii určování časového aspektu vědomých prožitků. Mnoho z paradigmat používaných v praxi bylo však podrobena kritice zejména z pozic filosofie, ale i psychologie. Představená metodologická práce usiluje o to prezentovat toto téma coby aktuální otázku a otevřít rozpravu o problému doposud stojícímu poněkud stranou odborné pozornosti. Text kriticky představuje nejvýznačnější z přístupů k měření vědomí a reportování vědomých prožitků. Analyzuje jednak tradiční post-hoc přístup (Libet) v jeho různých variantách a srovnává jej s alternativními přístupy usilující o mapování obsahu vědomí v reálném čase.

1 Vědomé prožitky a jejich měření

Současný výzkum na poli *vědy o vědomí* závisí rozhodujícím způsobem na pokusech objektivizovat obsahy mysli a vědomé zkušenosti. Zejména program empirického zkoumání svobodné vůle, *prožitku jednání* (sense of agency), *uvědomění si záměru* (awareness of intention) a příbuzných jevů je spojen s potřebou jejich časového určení. Přes aktuální velkou popularitu těchto téma a značné množství publikovaných studií, je věnováno otázce metodologické validity široce rozšířených metod věnována jen překvapivě omezená pozornost.

Tento metodologický článek poskytuje seznámení se současnou podobou diskuse o metodách reportování, či „měření“ vědomých obsahů mysli, zejména s důrazem na reportování časového určení vědomých prožitků. Tento problém ilustruji na otázce časového určení motorických intencí a volního jednání. Nastíněno je též studium časových horizontů vědomých intencí a jejich prožitkových forem a souvislost fenomenologie volní akce a různých úrovní vědomí.

Předkládané téma je klíčové pro všechny, zkoumající časový průběh rozhodování a uvědomování si vlastních intencí. Přínosným pak je také pro ty, kdo se zabývají obecně problematikou reportování vědomí.

1.1 Počátky experimentálního výzkumu časování

Problém, v pojetí, jakém ho zde chceme zkoumat, poprvé výrazněji vstoupil do odborné diskuse v souvislosti s Libetovými experimenty (Libet, 1985) z počátku 80. let. Ty odstartovaly boom neurovědného a psychologického pátrání po odpovědi na odvěké otázky - zda jsme jako lidé schopní *projevů svobodné vůle a volního jednání*. V experimentální vědě tato diskuse nabyla podoby zkoumání *vědomé zkušenosti záměru* (conscious experience of intention) a *prožitku jednání* (Sense of Agency, SoA). Většina z těchto disciplín používá experimentální designy, implementující nějakou formu „měření“ času vědomé zkušenosti. Zpravidla se při tom spoléhají na metodu vycházející z přes 30 let starého **Libetova experimentu** (Libet a spol., 1983). Dnes výzkumníci v této oblasti narážejí na to, že výsledky jednotlivých studií se někdy zdají jít proti sobě. Důvodem bývá právě jejich nesouměřitelnost, pramenící z odlišných mechanismů reportování. Ve výzkumu tak nastává nepříjemný moment, kdy *zkoumáme neznámý fenomén měřítkem, o kterém nevíme, zda vůbec funguje a co vlastně měří*.

Libetovy experimenty

Benjamin Libet v sérii svých dnes již klasických experimentů (Libet, 1985; Libet a spol., 1983) zkoumal vztah mezi *rozhodnutím stisknout tlačítko a mozkovou aktivitou*, snímanou metodou EEG¹. Zjistil, že moment volního rozhodnutí stisknout tlačítko, měřený pomocí *Wundtových hodin*, je v oblasti pre-SMA stabilně předcházen specifickou komponentou EEG signálu, nazvanou *Bereitschaftspotential* (nebo také *RP - Readiness Potential, potenciál připravenosti*) a to o celých cca 400 ms. To vedlo k závěru, že **naše jednání je v rozhodující míře determinováno nevědomě, na úrovni mozkových procesů** a vědomí má přinejlepším roli **regulační** (veto), nikoliv však působnost **kauzální** (iniciační). Pozdější experimenty pomohly efekt RP dále objasnit například

¹*Elektroencefalografie* (EEG) - neinvazivní metoda měření aktivity mozku pomocí citlivých elektrod umístěných na skalpu subjektu. Změny napětí zachycené na elektrodách odpovídají změnám v aktivitě mozkové tkáně nalézající se v okolí elektrody, pod lebeční kostí.

objevem *lateralizovaného readiness potenciálu (LRP)* (Haggard a Eimer, 1999). Objevily se také studie, které našly výsledky zcela odlišné (Trevena a Miller, 2010).

V populárně vědeckých médiích a mezi méně kritickými badateli se však již začala šířit přehnaná naivně-materialistická tvrzení o „vědeckém důkazu neexistence svobodné vůle“. Libetovy výsledky po své publikaci zdvihly vlnu diskuse v akademické obci, jež neutichla dodnes a zprostředkovala vznik experimentálního výzkumu svobodné vůle jako svébytné disciplíny. Kromě operacionalizace zkoumaného jevu a instrukcí použitých v experimentálním protokolu se stal předmětem kontroverze posléze i *způsob, jakým Libet zjišťoval domnělý moment pocitu volného rozhodnutí v čase*. Experimentální výzkum motorických intencí a jejich uvědomění pak zásadně přispěl k definování metodologické otázky po možnostech (a oprávněnosti) měření časového zařazení vědomých zkušeností.

1.2 Filosofické reflexe reportování vědomí

Časování vědomých prožitků (timing the awareness) je v této práci míněno časové určení daného *vědomého prožitku* (počátek, délka trvání), nebo určení časového vztahu mezi více prožitky (pořadí). Metodologie časování vědomých prožitků se tedy zabývá problémem *smysluplné operacionalizace vnímání vědomých obsahů*.

Vědomé prožitky jsou v základním chápání (Baars, 2015) *reportovatelné obsahy vědomí* a zahrnují percepční stimuly, vnitřní řeč, aktuální proud vědomí, interoceptivní pocity (potěšení, bolest, vzrušení), enteroceptivní tělesné smysly (hmat, bolest), reportovatelné emoce, záměry, očekávání a volní akce vyžadující snahu a soustředění aj. Klasickým příkladem percepčního vědomého prožitku je *binokulární rivalita*, kde jsou do obou očí prezentovány vzájemně nekompatibilní stimuly, neslučitelné do jednoho obrazu. V daném okamžiku je vnímaný jen jediný ze dvou soupeřících stimulů.

Filosofové si však všimli, že ne všechny obsahy vědomí, které vstupují do naší fenomenální zkušenosti, jsou **přítomné i pro reportování** (Block, 2007). Je však obecným kritériem mého vědomí to, zda dokážu o zkušenosti hovořit? Filosof Ned Block proto přichází s analytickým dělením vědomí na tzv. *P-consciousness* a *A-consciousness*. **P-vědomí** (phenomenal consciousness) je podle Blocka syrovým prožitkem. Je to fenomenální složka vědomí - zvuky, pohyb, barevné formy, emoce a pocity, vztažené vůči našemu tělu jako centrálnímu prvku. Tato proitková rovina qualií je prekonceptuální. **A-vědomí** (access consciousness) je naopak rovina intencionální, kdy jsou informace v naší mysli k dispozici (přístupné) pro verbální reporty, usuzování a řízení chování. Jestliže vnímáme, tak informace o tom *co* vnímáme je součástí *přístupového vědomí*. A-vědomí má tedy charakter *meta-vědomí*, kdežto P-vědomí je *vědomím prvního řádu*.

Klamy vědomí

Ačkoliv z běžné lidské zkušenosti se zdá, že mezi světem našeho prožívání a světem „tam venku“ panuje korespondence, při bližším ohledání se ukazuje, že každodenně procházíme situacemi, kdy naše vědomí prožívá něco jiného, než zachytí naše smysly. Tyto klamy vědomí jsou hlavním popudem, proč problematizovat otázku časování vědomých zkušeností. Shiunsuke Shimojo dobře popisuje tyto *postdiktivní percepční problémy* a jejich zvažnost pro výzkum svobodné vůle a *prožitku jednání* (Shimojo, 2014). Mezi tyto známé klamy vědomí patří *color phi pohyb*, *flash lag efekt*, *problém zpětné reference* a *antedatování vědomých prožitků* (backward referral)(Libet, 1981) a *iluze hopkajícího králíčka* (cutaneous rabbit illusion, iluze králíčka na pokožce). Při ní osoba zavře oči a je jí rychle poklepáno pětkrát na zápěstí, třikrát na loket a dvakrát po rameni. Toto je často pocíťováno jako kdyby klepání postupovalo plynule a rovnoměrně po celé délce paže (Geldard a Sherrick, 1972). Iluzi je možno interpretovat tak, že naše percepce sensorických inputů vstupuje do vědomé zkušenosti (conscious awareness) až po ukončení integrace. Zdá se, že události se dějí v určitém časovém okně a sensorické události které se udály v určitém okamžiku mohou být *zpětně ovlivněny budoucími událostmi*. To také dokládají experimenty s TMS², kdy je vnímané časování *uvědomění si záměru* (awareness of intention) posunuto v čase, jestliže těsně po provedení akce aplikujeme krátkou TMS stimulaci (Lau a spol., 2007).

Další klamy ukazují, jak snadno můžeme nevnímat něco, co vidíme (Simonsova neviditelná gorila), nebo naopak vnímat něco, co přítomno není (McGurkův efekt, různé percepční iluze). Filosof Daniel Dennett uvádí tyto případy jako problémy pro „lidovou“ teorii *karteziánského divadla* a na podporu své *Multiple Drafts Theory*, která předpokládá, že náš mozek zpracovává paralelně celou varietu percepčí, myšlenek a mentální aktivity, a interpretace sensorických vstupů probíhá naráz „na více kolejích“. Informace vstupující do nervového systému jsou pod neustálým „editorským dohledem“, který vybírá z jednotlivých paralelně zpracovávaných percepčí a produkuje aktuální zakoušenou „verzi“ vnímaného. Naše zkušenost je jakousi „sítí slov a skutků“ a smysl sekvence pořadí událostí je produktem procházení touto sítí prožitků, představujících jednotlivé uzly (Dennett, 1991).

Zdá se ale, že svůdná metafora karteziánského divadla, předpokládající jednu jedinou objektivní scénu, vnímanou naráz a v plném rozsahu, jakoby v kině, je široce zakořeněná v mnoha oblastech vědy o vědomí. V kontextu výše popsanych jevů přijímám se skepti pokusy současné fenomenologie a neurofenomenologie o nalezení nejhodnější nauky či sady technik vedoucích ke *kvalitní a spolehlivé introspekci*. Tito autoři (Froese a

²TMS (*transkraniální magnetická stimulace*) je neinvazivní metoda selektivní stimulace povrchových oblastí mozku pomocí intenzivního magnetického pulzu, vyslaného skrze lebku.

spol., 2010, 2003) typicky usilují o vycvičení účastníků v určité formě pozornějšího nahlížení vlastních vědomých stavů a následně chtějí takto trénované subjekty využít pro reportování svých (proběhlých) obsahů vědomí. Praxe v meditačních technikách snad může pomoci ke kvalitnější introspekci, obávám se však, že sebelepší výcvik, kódovací systém či schéma nemůže vyřešit principiální nemožnost předpokládat, že jsou našemu přístupovému vědomí dostupné fenomenální prožitky proběhlé v minulosti. Je překvapivé, jak zažitý je implicitní předpoklad, že to možné je. Principiální nemožnost *retrospektivních soudů* je tak hlavní slabinou např. studie cílené na vyvrácení libetovského veta (Kühn a Brass, 2009), tak i její české rozšiřující replikace (Havlíček, 2012). Jazykem metafory můžeme *problém nonlinearity vědomé zkušenosti* ilustrovat přirovnáním, že *vědomí je jako pohyblivé písky - co je v jednom okamžiku vnímáno jako zřetelné, může ihned poté beze stopy zmizet pod hladinou, jakby tu toho ani nikdy nebylo*. K tomuto tématu se vrátíme v kapitole 3.1.

2 Metodologie měření vědomí

V předchozí části jsme se zabývali některými obecnými důvody, které činí reportování vědomých prožitků, či dokonce jejich „měření“ a kvantifikaci, problematickým. Je patrné, že *korespondence vědomých prožitků v naší mysli a fyzikálního světa* „venku“ je poměrně volná a ovlivněna mnoha faktory. Diskrepance můžeme pozorovat jak na *základní úrovni* (zda jsem danou zkušenost zaregistroval či ne), tak na úrovni *povahy a identity vnímaného* (vnímám dotyk na místě, kde k němu nedošlo) či *času* (vnímám věci v přehozeném pořadí, časově posunutě či se změněnou délkou trvání).

Pokud se zaměříme na určování časového aspektu vědomé zkušenosti, a to zejména pokud nás zajímá přesné časové určení v řádek desítek milisekund, například z důvodu povahy našich experimentů, sřetneme se s řadou problematických momentů. Je poněkud překvapivé, že i přes konkrétní kritiku používaných metod bylo v této oblasti za posledních dvacet let uděláno jen velmi málo práce směrem k vyvinutí a zavedení nových metod, které by řešil známé nešvary popsané v předchozí podsekcí. V literatuře tak bývá otázka metodologie „měření“ vědomých stavů zhusta opomíjena, nebývá uchopena velmi nedostatečně. Je pozoruhodné, že problémy, na které bylo poukázáno již před více než 15 lety jsou v experimentální literatuře stále víceméně svorně ignorovány a jako „best practice“ v oboru se používají nevyhovující metody.

Spíše ojedinělé pokusy o ustanovení této metodologické otázky jak samostatného tématu můžeme pozorovat zejména v rozvíjející se *vědě o vědomí* (Science of Consciousness). Aktuálně je toto téma zkoumáno zejména v kontextu *experimentálního zkoumání svobodné vůle*, domnívám se však, že problémy a metodologická témata identifikovaná v této diskusi jsou zásadního charakteru

a mají zásadní dopad na mnohem širší okruh disciplín. Jejich závěry se totiž týkají **všech disciplín, které explicitně či implicitně zkoumají „vědomé“ stavy, či mentální sféru**. Bez přehánění můžeme říci, že se jedná o celou experimentální psychologii, behaviorální a kognitivní neurovědy.

2.1 Teoretické problémy reportování prožitků první osoby

Je třeba poznamenat, že v tomto momentu se Libet a po něm celý program experimentálního výzkumu vůle pustili na extrémně tenký led problému „*bridging the gap*“ mezi subjektivním a objektivním, ať to explicitně přiznávají nebo ne. Ačkoliv podle filosofa Davida Chalmere se je problém reportability mentálních stavů stále ještě snadným problémem³ (Chalmers, 1995) vzhledem k současnému stavu poznání povahy vědomí se jedná o problém *metodologicky uspokojivě neřešitelný*. Ačkoliv existují filosofické koncepce usilující o monistické vysvětlení problému mysli a těla, v rámci současné *běžné praxe ve vědě* je vědomí považováno za přinejmenším epistemologicky odlišné od hmotného, objektivně poznatelného. Vzhledem k *privátní* povaze fenomenální stránky vědomí jsou prožitky již z definice nepřístupné mimo perspektivu první osoby. V současné době tedy není možné vědomou zkušenost přímo nijak objektivně, přístrojově měřit „zvenčí“, tedy z *perspektivy třetí osoby*, což je podmínkou vědeckého zkoumání. Každý pokus měřit moment vědomé reflexe prožitku je tedy problematický pro **inherentní problém objektivizace toho, co je ze své povahy subjektivní**. Experimentální výzkum vědomí se potom musí spolehnout na různé metody reportování mentálních stavů, některé lepší, jiné horší, všechny však teoreticky neuspokojivé.

Úhelným kamenem této práce je problém, že to, co je ve vědomí, je podrobováno neustále změně a reverzním vlivům pozdějších percepčních (časový gestalt) a kognitivních procesů, jako je epizodická reprezentace prožitků, racionalizace do osobního narativu. Introspekce je proto značně nepřesný způsob, jak reflektovat a vypovídat o svých vědomých stavech. Na druhou stranu ale vyvstává otázka, zda můžeme měřit fenomenální zkušenost bez toho, abychom se spoléhali na introspekci? Na základě objektivních metod je sice možné přesně testovat co bylo ve smyslech a mysli subjektu, ale nikoliv nutně ve vědomé zkušenosti. Takto získané údaje tedy nedokáží rozlišit mezi vědomým a nevědomým zpracováním. To, co nás při „měření vědomí“ zajímá, je aktuální vědomý prožitek, ale ten nikdy nezachytíme (a možná, že vůbec neexistuje (Wegner, 2006)).

³Easy problems, jakožto protiklad Hard problem – otázce po příčině a mechanismu vědomé zkušenosti.

2.2 Subjektivní a objektivní metody měření uvědomění

S problémem měření uvědomění se potýkají i vědci oblasti kognitivní psychologie a psychofyziky, centrované okolo problému prahu vědomého vnímání a podprahové percepce. V současné době probíhá intenzivní diskuse o povaze výstupů z tzv. *objektivních* a *subjektivních metrik* a výhodnosti jednotlivých jejich typů (Wierchoń a spol., 2012).

Objektivní metody

Objektivní metody, vycházející z kvantitativní psychologie, jsou založeny na testování *objektivní diskriminační schopnosti* rozlišovat stimuly prostřednictvím úkolů typu forced choice, známé také jako *úloha prvního typu*. Při *forced choice úlohách* je subjekt nucen odpovídat na položenou otázku uzavřeného typu, s více možnostmi, a to ačkoliv vědomě nedokáže určit „správnou“ odpověď. Příkladem může být úloha na *nevědomé osvojování umělých gramatik* a statistické učení. Ačkoliv subjekt tvrdí, že nemá potuchy, jaký symbol by měl následovat, vybere se signifikantní pravděpodobností ten správný symbol, odpovídající principu následnosti (gramaticy), která byla dodržována u subliminálních stimulů promítaných v učicí fázi. Pokud tedy použijeme subjektivní a objektivní měřítka najednou, detekujeme jasnou disociaci - *osoba neví, že něco ví*. Podobný efekt se projevuje např. i u některých klinických poruch jako je *slepozrakost* (blindsight) či jako následek neurochirurgického zákroku *kalosotomie* (split-brain).

Objektivní schopnost rozeznávat správné symboly je měřena **indexem citlivosti d'** („dee-prime“), který vychází ze *signal detection theory* a je základním objektivním měřítkem vědomí. Veličina se vypočítává ze vztahu $d' = Z_{hr} - Z_{fa}$, kde Z_{hr} (hit rate) je míra správného objektivního rozpoznání, tj. korektní detekce. Z_{hr} (false alarm) naopak míra falešné pozitivivity. Ukazatel tedy vyjadřuje⁴ schopnost rozlišit signál od šumu a platí, že vyšší d' značí vyšší objektivní schopnost diskriminace, tedy vyšší citlivost. Jedná se vlastně o stejnou míru citlivosti, pomocí které posuzujeme například diskriminační citlivost požárních hlásičů či screeningových testů na nemoci.

Objektivní míry vědomí jsou založeny na předpokladu, že vědomost či nevědomost obsahu nutně *vede ke kvalitativně odlišným manifestacím v chování*. Pokud tedy přijmeme jako měřítko vědomí objektivní přístup, pak vědomí implicitně redukuje na pouhou schopnost percepčního rozlišování ve světě, posuzovanou podle chování měřené osoby. Tím se sice řeší problém velké variability subjektivních měř vědomí, nastává ale otázka, zda to co po této operacionalizaci zbylo lze vůbec nazývat vědomím. Tento metodologický problém je pro metodologii

⁴ d' nabývá hodnot od -1 do 1. $d' = 0$ značí neschopnost jakékoli diskriminace, tedy jde o hádání. $d' = 1$ je stoprocentní schopnost rozlišení, tedy jistotu.

měření vědomí příznačným a zdá být neřešitelným.

Subjektivní metody

Subjektivní metody měření vědomí jdou za pouhou diskriminační schopnost a zohledňují částečně roli subjektivity. Subjektivní metody jsou založené na introspekci a metakognitivním zpracování a jsou označovány jako tzv. *úlohy druhého typu*. Typickými zástupci subjektivních metod jsou *hodnocení spolehlivosti* (confidence rating), *sázení po rozhodnutí* (post-decision wagering) (Persaud, 2009), *pocit tepla* (feeling of warmth), *uvědomění si pravidel* (rule awareness) a další (Wierchoń a spol., 2012).

Například metoda *sázení po rozhodnutí* obnáší vsazení buď malé, nebo větší sumy peněz na správnost probandova rozhodnutí (odpovědi), kterou právě učinil. Pokud je rozhodnutí správné, proband dostane zhodnocenu svou sázkou. Naopak, pokud je rozhodnutí nesprávné, sázka propadne. Proto pokud si je osoba vědoma správnosti rozhodnutí, měla by vsázat větší sumy, ale především celkově získat více peněz, protože její vlastní míra jistoty lépe koresponduje s objektivní správností jejich odpovědí.

Metakognice a uvědomění Poměrně moderní metodou měření citlivosti subjektivních metod je *meta-d prime* (d''). Metoda měří, jak dobře probandovo *hodnocení spolehlivosti* predikuje přesnost objektivního rozlišení stimulů (Maniscalco a Lau, 2012).

Úskalím *subjektivních metod* je to, že jsou zranitelné vůči různým *post-hoc vlivům*, jako je například myšlení. Pokud je vnímaný obsah v rozporu s kognitivní procesy vnímajícího, může dojít k jeho potlačení či modifikaci. Tyto procesy zodpovídají za problém under- a over-reportingu, kdy vnímající reportuje jen část toho, co vnímá, nebo si naopak navrch něco dovymyslí. Ačkoliv subjektivní metody řeší část eliminitaivistického problému objektivních metod, stále spolehnají na verbální či behaviorální reportovatelnost a ignorují fenomenální stránku prožitku. Břemene eliminativismu se tedy zcela nezabavují.

2.3 Implicitní a explicitní míry

Při měření vědomí je také třeba rozlišovat mezi *implicitními* a *explicitními měřítky*. V kontextu experimentálního výzkumu svobodné vůle je to možné ilustrovat na případu *prožitku jednání* (Sense of Agency, SoA)⁵. SoA byla zkoumána množstvím explicitních a implicitních měřítek.

Explicitní měřítko zahrnují hodnotící škály či dotazníky a jsou jasně vymezené, s jasně určenými stupni. Příkladem je hodnocení autorství nějaké pozorované akce

⁵Sense of Agency (SoA) odkazuje k vnímané kauzální roli *self* na pozorovanou akci. Je to tedy prožitek zapříčinění něčeho.

na dané škále míry mého autorství. Libetova ciferníková metoda také patří mezi explicitní měřítka. Explicitní přístup ke měření je subjektivní (viz výše) a je postavený na předpokladu plauzibility retrospektivních reportů, tedy subjektivních soudů provedených více či méně po ukončení akce⁶. Jak jsme však ukázali výše (1.2), tento předpoklad je vzhledem k experimentální evidenci značně problematický.

Implicitní měřítka oproti tomu nespolehnají na ex-post provedený behaviorální report či verbální výpověď. Implicitní měřítka (IM) bývají založeny na měření nějaké objektivní (behaviorální, fyziologické) veličiny, o které je známo (nebo se tak alespoň domníváme), že dostatečně robustně koreluje s původním měřeným vědomým stavem. Implicitní měřítka používané při měření SoA využívají *efekt sensorického útlumu* (sensory attenuation)⁷ a *časové* (respektive *intencionální*) *vazby* (temporal binding, intentional binding)⁸ - tedy vjemových odlišností mezi vlastními externě a vnitřně „generovanými“ (předvídanými) stimuly. Současné studie ukazují, že přinejmenším některá implicitní a explicitní měřítka spolu nekorelují a tedy zasahují odlišné procesy na pozadí (Dewey a Knoblich, 2014). To je překvapivé (a nepřijemné) zjištění, protože klasicky se předpokládá, že např. implicitní měřítka *intencionální vazby* a *sensorického utlumení* jsou spolehlivě korelovány. Speciální kategorií implicitních měřítek je *stop-tone paradigm* (Matsuhashi a Hallett, 2008) (viz 3.2).

Kritéria reportability

Pokud ovšem připouštíme, že některé stavy vědomí jsou nejlépe (nebo výlučně) prokazatelné pomocí neverbální, behaviorální či dokonce fyziologické odpovědi, potom však nebezpečně otevíráme dveře případům agentů, kteří nejsou schopni lidské řeči a byli proto doposud z debaty o vědomí a svobodné vůli víceméně vynecháváni. Těžko se nám potom bude dokazovat že šimpanz vycvičený na úlohu v intencionální vazbě vlastně nemá *pocit jednání*.

⁶Respektive po tom, co je daná kaskáda přípravných procesů spuštěna a náš interní model obdržel první zpětnou vazbu o efektech naší akce v prostředí. Nejpozději tehdy je kaskáda procesů a efektu interpretována jako jedna akce vedoucí k efektu.

⁷*efekt sensorického útlumu* (sensory attenuation), je efekt, kdy stimuly vnímané jako vyvolané naší akcí, mají nižší reportovanou intenzitu a naopak. Například zvuk, který nevnímáme jako způsobený naší intencionální akcí, je vnímán jako silnější, než zvuk, který jsme způsobili stiskem tlačítka.

⁸*intencionální vazba* (intentional binding) je efekt podobný sensorickému útlumu. Efekty, vyvolané naší intencionální akcí, vnímáme, že následovali dříve po akci, nežli efekty, které vnímáme jako nesouvisející s naší předchozí akcí. Akce a pozorovaný efekt jsou tak vnímány jakoby přitažené k sobě v čase - „svázané“.

3 Časové určení vědomé zkušenosti a mentálních událostí

Metodologický rozbor publikovaných výzkumných studií odkrývá dva hlavní přístupy ke měření *časového určení vědomí*. Rozlišujeme proto mezi **post-hoc** a **online** metodami měření. Zatímco post-hoc metody zkoumají vědomou zkušenost *potom*, co se odehrála, online metody se snaží ji ověřovat *během toho*, jak je prožívána. Protiřečící si výsledky předchozích výzkumů pramení také z toho, že dochází k interakci měřeného fenoménu a měřící metody. Vědci v oboru výzkumu svobodné vůle a uvědomění si intencí se zpravidla řadí do jednoho ze dvou směrů: zastánci **prediktivní** či **integrativní koncepce** se domnívají, že fenomenální prožitek „*chtění jednat*“ (awareness of intention) nebo *prožitek jednání* existuje, rozvíjí se před, respektive spolu s neurální aktivitou zodpovědnou za přípravu akce a je jedním z faktorů, které k ní přispívají. Opačný tábor **retrospektivistů** naopak mluví o „iluzi vůle“, iluzi vědomí a magickém myšlení. Ti se domnívají, že naše jednání je v principu nevědomé a *prožitek jednání* je vytvořen nevědomými mechanismy naší mysli až když je znám výsledek akce ve světě. Americký psycholog Daniel Wegner předpokládá (Wegner, 2006), že si retrospektivně vytváříme prožitek jednání a vlastního kauzálního zapříčinění pozorovaných efektů ve světě. Podobně jako se efekt hopkajícího králíčka dostaví až po dokonění série poklepání, pocity jsou ale časově prožívané, jako kdyby se odehrály dříve. Retrospektivní konstrukce pocitu jednání umožňuje naší mysli udržovat konzistentní narativ o naší osobě a našich akcích. Retrospektivisté se staví odmítavě k roli fenomenálního *pocitu jednání* (Feeling of Agency, FoA) jakožto prvku spouštějícího sebe-přisuzování *prožitku jednání* (SoA), jsou ostatně skeptičtí vůbec k existenci fenomenálního prožitku FoA.

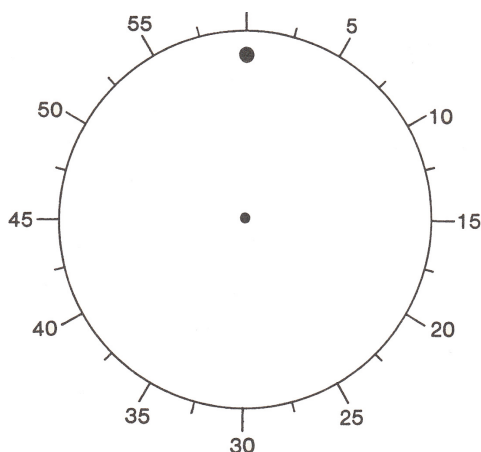
3.1 Post-hoc metody

Post-hoc metody, založené na retrospektivním soudu, jsou klasickým přístupem jak ve vědě o vědomí, tak obecně v experimentálním výzkumu svobodné vůle. Post-hoc metodám je společné to, že soud o záměru jednat je činěn retrospektivně, až poté, co byla akce provedena. Tento přístup byl podroben rozsáhlé kritice, zejména jedna z jeho nejméně vhodných implementací, které se paradoxně drží na vrcholu používanosti - *Wundtovy hodiny*. Ta je v této oblasti metodou první volby, již od dob Libetových experimentů. Post-hoc paradigmata patří stále mezi nerozšířenější, využily je všechny významné studie posledních let i let vzdálenějších (Haggard a Eimer, 1999; Soon a spol., 2008; Herrmann a spol., 2008; Trevena a Miller, 2010; Fried a spol., 2011; Jo a spol., 2014) aj.. Běžné formy jsou *ciferníkové paradigma* a *proud samohlásek*. Vzhledem ke své retrospektivní povaze post-hoc metody měří pouze tu složku SoA, která je výsledkem soudu, tedy konceptuální *Judgment of Agency*

(JoA) dle dichotomie Mattise Synofzika a Gottfrida Vosgerau (Synofzik a spol., 2008, 2013). Nedokáží nám však říci nic o prekonceptuálním *pocitu jednání* (Feeling of Agency, FoA), který (pokud spolu s retrospektivisty neodmítneme jeho existenci) se odehrává bezprostředně během přípravy a vykonávání akce.

Libetova metoda časování vědomého prožitku záměru

Pro určení okamžiku *uvědomění si záměru jednat* (awareness of intention to move) použil Benjamin Libet *ciferníkového paradigmatu* s Wundtovými hodinami. V něm participant sleduje černý puntík, obíhající dokola kruhového ciferníku rozděleného na 60 dílků. Jeden oběh dokola trvá 2560 ms. Přestože bylo toto paradigma podrobeno rozsáhlé kritice, zůstává stále jakýmsi „zlatým standardem“ v disciplíně a stále vycházejí studie postavené na ciferníkové metodě reportování, například (Trevena a Miller, 2010; Fried a spol., 2011; Jo a spol., 2014).



Obr. 1: Ukázka *ciferníkového paradigmatu* s obíhajícím černým puntíkem, používaných v Libetových experimentech. Typicky je participantovým úkolem nechat puntík alespoň jednou oběhnout dokola a potom v libovolný okamžik, bez jakéhokoliv plánování a *dle svého vlastního svobodného rozhodnutí*, stíknout klávesu. Při tom si ovšem má zapamatovat polohu puntíku na ciferníku v okamžik, kdy se rozhodl pro akci. Po stisku tlačítka se puntík po čase zastaví a následuje finální část úkolu - účastník má na zastaveném ciferníku určit pozici puntíku v okamžik, kdy se svobodně rozhodl pro provedení pohybu. Takto se z polohy puntíku zpětně dopočítá moment *uvědomění si záměru jednat*, tedy časový okamžik fenomenálního prožitku rozhodnutí provést odpovídající motorickou akci. Převzato z (Libet a spol., 1983)

Kritika ciferníkového paradigmatu

Kritika Libetova designu si vesměs všímá toho, že reportování času akce po provedení motorického aktu (re-

trospektivní konstrukce prožitku) činí report zranitelným několika typy distorzí. Například je poukazováno na problém *retrospektivního přepisu prožitků*, jak jej známe například z *problému zpětné reference* (backward referral) (Libet, 1981), nebo z *iluze hopkajícího králíčka*. Mezi další problémy patří nebezpečí, že probandi budou cíleně či podvědomě sklouzávat k používání různých usnadňujících *strategií*⁹, možné *percepční předvídání*¹⁰, *přesun pozornosti*¹¹, *prior entry bias*¹² a *rozdíl v modalitně-specifickém zpracování*. Každý z těchto jevů může být zodpovědný až za 100 ms časového zkreslení. Většina z těchto potíží je platných obecně pro všechny post-hoc metody.

Naopak výhodou ciferníkového paradigmatu je snadná implementace a relativně snadné vyhodnocení časového momentu z dat, poměrně vysoká rozlišovací přesnost a v neposlední řadě také srovnatelnost výsledků s ostatními studiemi, jelikož je metoda natolik standardizovaná a zaužívaná.

Metoda proudu souhlásek

Později se objevily se různé další post-hoc metody, řešící alespoň část těchto problémů. Mezi ně patří například metoda proudu písmen, použitá ve slavné fMRI studii s predikcí rozhodnutí až 8 sekund před vědomým okamžikem rozhodnutí (Soon a spol., 2008).

Tato retrospektivní metoda je vhodná pouze pro některé typy úloh, u kterých není třeba větší časové rozlišení (typicky fMRI úlohy). Použití písmen snižuje temporální rozlišení metody ze dvou důvodů: jednak trvá zpracování písmen delší dobu¹³ a dále je k dispozici pouze omezený počet možností odpovědí, daný počtem souhlásek v abecedě¹⁴. Metoda proudu souhlásek je určitým posunem oproti ciferníkové metodě, a je řešením přinejmenším pro experimenty, které oželí časovou přesnost. Zmíněné nevýhody jsou vyváženy tím, že oproti Wundtovým hodinám zabraňuje problému nevědomých strategií a řeší také problém percepční predikce, protože posloupnost písmen lze sestavit tak, že není predikovatelná. Jedná se ale stále o vizuální metodu, takže ze své povahy vyžaduje delší zpracování.

⁹Například načasování pohybu na okamžik, kdy puntík dorazí na určitou konkrtní pozici a ciferníku, což mění podstatu úlohy a zanáší do dat výraznou distorzi.

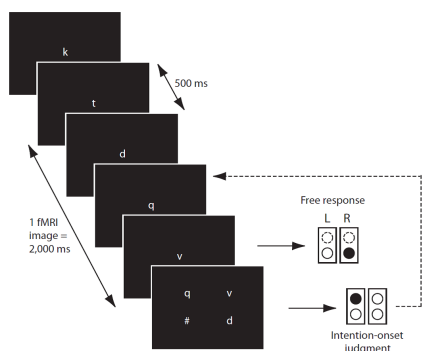
¹⁰Které patrně stojí za iluzí flash-lag, kdy se předpokládá, že zrakový kortex dokáže předvídat rovnoměrné pohyby, aby kompenzoval zpomalení.

¹¹Nelze předpokládat, že subjekt může doopravdy plnohodnotně věnovat pozornost sledování ciferníku a současně věnovat odpovídající pozornost provedení volní akce.

¹²Efekt, kdy účastníci hodnotí stimul v pozornosti (attended) jako dřívější, než stimul promítnutý ve stejný okamžik, ale mimo pozornost.

¹³Což omezuje přesnost této metody pouze na časové intervaly větší než cca 100 ms.

¹⁴Při rychlém střídání písmen by tak na odpovídací obrazovce musela být plná nabídka všech těchto písmen a navíc by nebylo možné odpověď jednoznačně časově interpretovat. Abeceda by se totiž před zraky účastníka prostrídala natolik rychle, že by nebylo jasné, ke kterému z průběhů se reportované písmeno vztahuje.



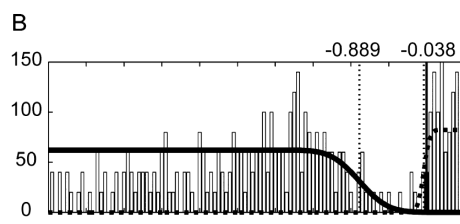
Obr. 2: Obrázek ilustruje metodu *proudu souhlásek*, použitou v (Soon a spol., 2008). Proband sleduje proud písmen střídajících se na obrazovce rychlostí 500 ms na znak. Podobně jako v libetovských studiích je jeho úkolem stisknout libovolnou ze dvou kláves dle svého svobodného rozhodnutí a zapamatovat si písmeno, které bylo zrovna na obrazovce, když se rozhodl pro stisk klávesy. Poté následuje reportovací fáze, kde na obrazovce se 4 možnostmi proband zvolí to písmeno, které viděl. Jedná se tedy o *soud o okamžiku počátku intence*. Převzato z (Soon a spol., 2008).

3.2 „Online“ metody měření

Online metody měření programově odmítají retrospektivní reporting post-hoc metod, závislý na zpětně prováděných soudech o svých předchozích prožitcích. Zavržení metod přímého (verbálního) reportování ale vede k nutnosti hledat jiné cesty „ptaní se“ po zakoušeném, nežli verbální či konceptuální cestou. Online metody proto spoléhají na *nepřímé indikování* prožívaného. Použití této metody na výzkum intence druhotně přineslo významné poznání struktury a dynamiky uvědomění. Přesto (respektive právě proto, není, jak se ukazuje, ani tato metoda metodologicky bezchybná. Zejména pro to, že není zaručené, že takto pořízené reporty korespondují s *fenomenální zkušeností* a nebyly vyhodnoceny pouze nějakým předvědomým kognitivním mechanismem. Tím, že online metody využívají nepřímé měření, založené na vyhodnocení behaviorální odezvy probanda, tak ani tento přístup neopouští redukcionistickou pozici. Pozoruhodné je však to, že tato metoda přispívá k reformulaci konceptu vědomí, který se pod tíží empirických poznatků ukazuje jako ve stávající podobě neudržitelný.

Stop signal paradigma (auditory-veto)

Snad doposud jediným příkladem online metod měření vědomí je *stop-signal paradigma* (Matsuhashi a Hallett, 2008). Matsuhashi s Hallettem reagují na kritiku Libetova designu za jeho spoléhání se na autoreportovaný čas a na subjektivní paměť. Využívají participantových rozhodnutí v reálném čase v úloze na *audиторní veto signály* (auditory cued veto). Ve *stop-signal paradigmatu*



Obr. 3: Rozložení tónů u vybraného subjektu. Pruhy reprezentují histogram rozložení tónů, relativní vůči začátku pohybu. Vertikální osa značí počet tónů za sekundu. Tlustá plná a přerušovaná čára značí odhad *okamžiku T* (uvědomění si intence jednat) a *P* (hraniční bod, po kterém již není možné volní storno). Odhady jsou vyznačeny svislými tečkovanými čarami a časy. Tato oblast, kde pruhy ustupují, odpovídá časovému oknu, během kterého si je subjekt vědom své intence ale ještě ji dokáže stornovat. Převzato z (Matsuhashi a Hallett, 2008).

jsou během úlohy aplikovány nepravidlené tóny. Namísto používání post-hoc vybavování se subjekt rozhoduje v reálném čase, zda připravoval pohyb v okamžik, kdy se ozval tón. Pokud ano, subjekt jednoduše zruší plánovaný pohyb a nestiskne žádnou klávesu.

Mezi nesporné výhody této metody patří znemožnění vědomých ulehčujících strategií, nepřítomnost percepční predikce, lepší přesnost díky sluchovému zpracování. Metoda také patrně nevyžaduje Dennetem kritizovaný *presun pozornosti* a nespolehá na paměť.

Problémy auditory-veto signálu Ani tento přístup však není prost nedostatků. Autoři si všimají, že jejich výsledky v podobě zjištěných časů prožívaného záměru, jsou značně odlišné od předchozích výzkumů. Viníkem by mohl být jev podobný *attentional blink* a *refraktorní periodě pozornosti* (attentional refractory period), kdy se po zaznění tónu sníží celková pozornost.

4 Vědomí jako kvalita, nebo stupeň?

Nejvýznamnější je ale zjištění, že zde není jistota, že je úkol s auditory-veto signály zpracováván vědomě a že intence byla skutečně „přítomna ve vědomí“ v okamžik zrušení plánované akce. Jak bylo ukázáno na začátku článku (1.2), je užitečné rozeznávat *různé úrovně vědomí*. Podle autorů samých jejich výsledky naznačují, že *vnímání záměru* roste skrze několik *úrovní uvědomění*, a rodí se ihned jak mozek iniciuje přípravu pohybu. Tato evidence tedy naznačuje, že můžeme hovořit o *stupních vědomí* (graded consciousness). W zjištěn v Libetových experimentech je vlastně *metauvědomění vědomého prožitku záměru*, tedy reflektivní uchopení a zpracování prvotního fenomenálního prožitku a jeho vyzvednutí pozorností. Auditory veto zase měří *uvědomění-při-otestování* (probe-caught awareness), tedy stav, kdy se uvědomění

dostaví při otestování - např. signálem k vetování. Tím se měření vědomí poněkud podobá problému měření v kvantové fyzice.

5 Diskuse

V tomto článku jsem se pokusil popsat, proč je pro další postup ve vědě o vědomí třeba otevřít téma chronometrických metod měření. Při hledání nejhodnější metody reportování vědomých prožitků je třeba nalézt řešení celé řady problémů. Hlavní metodologická námitka vůči aktuálnímu psychologickému výzkumu spočívá v tom, že většina studií zkoumajících vědomí předpokládá dokonalý přístup k minulým zkušenostem. Je tedy založeno na předpokladu, který je již prokázán jako chybný.

Na navržení uspokojivé *objektivní, jednoznačné* metody na *časové zařazení subjektivní zkušenosti* si musíme teprve počkat. Je však dosti dobře možné, že navržení takové nové metody jde nezbytně v ruce s postupem našeho poznání o struktuře vědomí.

Online metody se zdají být vhodnější pro měření prekonceptuální syrové zkušenosti – tedy fenoménů, jako je *Awareness of Intention* nebo *Feeling of Agency*. **Post-hoc metody** jsou naopak vhodné pro měření retrospektivních a konceptuálních soudů o jednání v SoA. Měření vědomí se nalézá v začarovaném kruhu: přímé (verbální) reportování o svých prožitcích je možné pouze post-hoc, jedná se tedy o soud. Online měření je naopak možné pouze nepřímé a zprostředkované, ale má reduktivní povahu a není nezbytně vědomé.

Jak je patrné z experimentálních studií, poměrně široká varieta výsledků významně závisí na použitém paradigmatu a dalších vlivech, jelikož odlišná paradigmatata patrně testují odlišné aspekty fenoménu. Širší uvědomění a reflexe tohoto problému ve vědecké obci nás však patrně teprve čeká.

Tato publikace vznikla v rámci projektu „Národní ústav duševního zdraví (NUDZ)“, registrační číslo CZ.1.05/2.1.00/03.0078, financovaného z Evropského fondu pro regionální rozvoj.

Literatura

Baars, B. J. (2015). Consciousness. V *Scholarpedia*.

Block, N. (2007). Consciousness, accessibility, and the mesh between psychology and neuroscience. *The Behavioral and Brain Sciences*, 30(5-6):481–99; discussion 499–548.

Chalmers, D. J. (1995). Facing Up to the Problem of Consciousness. *Journal of Consciousness Studies*, 2(3):200–219.

Dennett, D. C. (1991). *Consciousness explained*. Little, Brown and Co.

Dewey, J. a. a Knoblich, G. (2014). Do Implicit and Explicit Measures of the Sense of Agency Measure the Same Thing? *PloS one*, 9(10):e110118.

Fried, I., Mukamel, R. a Kreiman, G. (2011). Internally generated pre-activation of single neurons in human medial frontal cortex predicts volition. *Neuron*, 69(3):548–62.

Froese, T., Gould, C. a Barrett, A. (2003). re-viewing from Within A commentary on First- and second-person methods in the science of consciousness. *Constructivist foundations*, 6(2):254 – 269.

Froese, T., Gould, C. a Seth, A. K. (2010). Validating and Calibrating First- and Second-person Methods in the Science of Consciousness. *Journal of cons*, 18(2):38–64.

Geldard, F. A. a Sherrick, C. E. (1972). The cutaneous"rabbit": a perceptual illusion. *Science*, 178(4057):178–179.

Haggard, P. a Eimer, M. (1999). On the relation between brain potentials and the awareness of voluntary movements. *Experimental Brain Research*, 126(1):128–133.

Havlíček, O. (2012). *Svoboda vůle a přístup k informacím o vlastních intencích*. Diplomová práce, Vysoká škola ekonomická v Praze.

Herrmann, C. S., Pauen, M., Min, B.-K., Busch, N. A. a Rieger, J. W. (2008). Analysis of a choice-reaction task yields a new interpretation of Libet's experiments. *International Journal of Psychophysiology*, 67(2):151–157.

Jo, H.-G., Wittmann, M., Hinterberger, T. a Schmidt, S. (2014). The readiness potential reflects intentional binding. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(June):1–9.

Kühn, S. a Brass, M. (2009). Retrospective construction of the judgement of free choice. *Consciousness and cognition*, 18(1):12–21.

Lau, H. C., Rogers, R. D. a Passingham, R. E. (2007). Manipulating the experienced onset of intention after action execution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(1):81–90.

Libet, B. (1981). The Experimental Evidence for Subjective Referral of a Sensory Experience Backwards in Time: Reply to P. S. Churchland. *Philosophy of Science*, 48(2):182–197.

Libet, B. (1985). Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. *Behavioral and Brain Sciences*, 8(04):529.

Libet, B., Gleason, C. A., Wright, E. W. a Pearl, D. K. (1983). Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential). The unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain*, 106(3):623–642.

Maniscalco, B. a Lau, H. (2012). A signal detection theoretic approach for estimating metacognitive sensitivity from confidence ratings. *Consciousness and Cognition*, 21(1):422–430.

Matsushashi, M. a Hallett, M. (2008). The timing of the conscious intention to move. *European Journal of Neuroscience*, 28(11):2344–51.

Persaud, N. (2009). Post-decision wagering. *Scholarpedia*, 4(1):7428.

Shimojo, S. (2014). Postdiction: Its implications on visual awareness, hindsight, and sense of agency. *Frontiers in Psychology*, 5(MAR):1–19.

Soon, C. S., Brass, M., Heinze, H.-J. a Haynes, J.-D. (2008). Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neuroscience*, 11(5):543–5.

Synofzik, M., Vosgerau, G. a Newen, A. (2008). Beyond the comparator model: a multifactorial two-step account of agency. *Consciousness and cognition*, 17(1):219–39.

- Synofzik, M., Vosgerau, G. a Voss, M. (2013). The experience of agency: an interplay between prediction and postdiction. *Frontiers in Psychology*, 4(March):1–8.
- Trevena, J. a Miller, J. (2010). Brain preparation before a voluntary action: evidence against unconscious movement initiation. *Consciousness and cognition*, 19(1):447–56.
- Wegner, D. M. (2006). *Self is Magic*. Baer, J., Kaufmann, J. a Baumeister, R. F. (zost.), V *Psychology and Free Will*. Oxford University Press, New York.
- Wierzchoń, M., Asanowicz, D., Paulewicz, B. a Cleeremans, A. (2012). Subjective measures of consciousness in artificial grammar learning task. *Consciousness and cognition*, 21(3):1141–53.