

Metaforický obvod: organická a technologická komunikace v 19. století

Laura Otis

Roku 1851 prohlásil Emil DuBois-Reymond ve veřejné přednášce, že

zázrak naší doby, elektrická telegrafie, byla už dávno vytvořena v živočišném stroji. Avšak podobnost mezi oběma aparáty, mezi nervovým systémem a elektrickým telegrafem, má mnohem hlubší základ. Je více než podobností; je příbuzností mezi oběma, shodou nejen účinků, nýbrž snad i příčin.¹

V roce 1851 se zdálo, že telegraf a nervový systém činí tytéž věci z téhož důvodu. Jejich společným cílem byl přenos informací a oba tyto informace prostředkovaly jako změny v elektrických signálech. DuBois-Reymondovo označení nervového systému jako „modelu“ telegrafu naznačovalo, že organické komunikační systémy nabízely řešení problémů komunikace technologické.

V téže dekádě se však Claude Bernard o epistemologické hodnotě metafory vyjádřil skepticky. Zdůrazňoval, že od klasických pojetí nervových fluid až k nedávnějším teoriím životního elánu a živočišné elektřiny spočívalo „poznání“ nervového systému do značné míry na řadě přirovnání, „vyjádření určitého pohledu, jež mělo vysvětlit fakta“.² Bernard se pyšnil svým empirismem a analogii jako prostředku vytvářejícímu vědění nedůvěřoval. Víme o něčem více nebo méně, pokud tvrdíme, že se to podobá něčemu jinému? Jaký přesně je vztah mezi metaforou a poznáním?

Řada vědeckých výzkumníků sdílí Bernardovu obavu, že tvrzení o podobnosti změní jejich vnímání fyziologických systémů; ze stejných

důvodů jsou však někteří jazykovědci mnohem větší optimisté, pokud jde o epistemologické možnosti metafory. George Lakoff a Mark Johnson tvrdí, že role metafory ve vědeckém myšlení představuje jednu z nejlepších ilustrací toho, jak metafory odrážejí a ovlivňují, co vidíme a děláme. „Formální vědecké teorie jsou pokusy, jak konsistentně rozšířit jistou množinu ontologických a strukturních metafor“.³ Toto „rozšíření“ je však právě tím, co dělalo vrásky Bernardovi. Metafory podněcují a dávají povstat novým obrazům. Vytvářením a upevňováním souvislostí v nás podporují nové pohledy. Jakkoli se Bernard jistě nemýlil v tom, že tvrzení o podobnosti mění způsob, jakým věci nahlížíme, nemýlí se ani Lakoff s Johnsonem, když tvrdí, že „[m]noho kulturních změn vzniká díky zavedení nových metaforických pojmů a v důsledku ztráty metafor starých“.⁴ Změny v našich způsobech vidění mohou být nesmírně produktivní.

Jeden z nejzajímavějších případů, na němž lze prozkoumat epistemologickou roli metafory, představují srovnání mezi fyziologickými a technologickými komunikačními systémy. Elektrofyziologické chápání nervového systému v průběhu devatenáctého století těsně souviselo s technologickým věděním, jež umožnilo vytvoření telegrafních sítí. Timothy Lenoir ukázal, že Hermann Helmholtz a Emil DuBois-Reymond, dva vědci devatenáctého století, kteří výrazně přispěli k rozvoji neurofyziologie, úzce spolupracovali s komunikačními inženýry, jakým byl třeba Werner Siemens. Vytvořením modelů na základě aparátů, jež přejali z fyziky a mediálních technologií, změnili Helmholtz a DuBois-Reymond chápání způsobu, jakým nervy přenášejí impulsy. Souhlasím s Lenoirem, že tato srovnávání organických a technologických systémů nebyla pouhými nástroji popularizace, nýbrž stala se součástí představ těchto vědců a jejich chápání nervového systému.⁵ Při četbě návrhů inženýrů devatenáctého století na čtenáře přijde podezření, že komunikace v těle a ve společnosti mohou být chápány pouze jedna prostřednictvím druhé. Lze však tvrdit, že srovnání komunikace prostředkované těly a stroji skutečně přispěla k našim znalostem o nervovém systému a o raných telekomunikačních sítích?

Počínaje koncem osmnáctého století se vědci zkoumající organické a technologické komunikační systémy vzájemně neustále inspirovali. Ve své knize *Aufschreibesysteme 1800/1900* Friedrich Kittler tvrdí, že média psaní a komunikace devatenáctého století – telegraf, psací stroj a telefon – ovlivnily nejen způsob, jakým lidé psali a komunikovali, nýbrž i způsob, jakým vnímali svá těla a myslí. Chápání organických struktur v téže době také

ovlivňovalo komunikační přístroje, jež lidé vytvářeli. Jak naznačuje DuBois-Reymondovo pojmání nervového systému jako „modelu“ telegrafu; fyziologové i fyzici vzájemně navazovali na své reprezentace komunikačních sítí a přicházeli s obrazy, jež byly přijímány populární kulturou, přestože je ostatní vědci nepoužívali přímo. Tak se jednotliví badatelé zkoumající telegrafy a nervy vzájemně podněcovali v komplexní „zpětnovazebné smyčce“. Sledovat tuto výměnu obrazů mezi vědci devatenáctého století popisujícími komunikaci v těle a ve společnosti znamená vstoupit do složitého myšlenkového obvodu – systému závitů, příčných vazeb a smyček, v nichž se fluktuační na jakémkoli místě stane okamžitě vlastností celého systému.

Živočišná elektřina v roce 1791

Rozvoj komunikačních systémů se v Evropě časově pozoruhodně shodoval s rozvojem neurofyziologie. Oba souvisely s prudkým růstem mechanizovaného průmyslu – komunikační systémy ze zjevných důvodů, neurofyziologie již z méně zjevných. Zatímco fyzici vycházeli při vytváření svých teorií z obrazů biologů a naopak, můžeme k jejich metaforám sítí a tkaniv dohledat i mnohem obvyklejší kulturní zdroj. Vynález sprádacího stroje z roku 1770 a prudký rozvoj tkalcovského průmyslu, zejména v Anglii, pomohly vybudovat prosperitu společností, v nichž někteří z těchto vědců pracovali, a nemohly tak být jejich myslím nijak vzdálené. Jen co začali v polovině osmnáctého století vědci i veřejnost experimentovat s elektřinou, začali šoky, přenášené v salónních hrách, uvádět v souvislost s rychle se pohybujícími „fluidy“ v nervech.⁶ Jakmile se elektřina stala obecně známou, byla pochopena jako potenciální „nervový princip“ a prostředek komunikace.

Luigi Galvani přišel s prvním hojně publikovaným důkazem, že nervy a svaly zvířat využívají svou vlastní vnitřní elektřinu. Galvani měl coby porodník zvláštní důvod ke svému zájmu o svalové kontrakce⁷. Na počátku osmdesátých let osmnáctého století začal experimentálně testovat hypotézu, jež jej dlouho zaměstnávala: šlo o představu, že se živočichové mohou pohybovat díky elektřině, již obsahují. Ve snaze upřesnit podmínky, za nichž dokáže vytvořit svalovou kontrakci, stimuloval Galvani elektřinou rozpitvaná žabí stehna. Jeho cílem bylo určit vztah této „živočišné elektřiny“ k elektřině uměle vytvořené, jež se chovala podle známých pravidel. Pokud může být uchována v leydenské láhvi a má pozitivní a negativní složky, pak musí být blízce příbuzná s „běžnou“ (statickou) elektřinou zkoumanou

3 George LAKOFF – Mark JOHNSON, *Metafory, kterými žijeme*. Brno: Host 2002, s. 238.

v laboratořích.⁸ Pro Galvaniho i evropskou veřejnost byl zvláště vzrušující pokus, při němž byly preparáty napnuty během bouřky podél izolovaného drátu a „s každým bleskem [...] docházelo ve svalech k četným, divokým kontrakcím“.⁹ Obraz Galvaniho žabích stehýnek, napnutých na železném zábradlí a v bouřce sebou čile škubajících, byl v tehdejší populární kultuře hojně rozšířen.

Výsledkem Galvaniho pokusů byla hypotéza zveřejněná v *De Viribus Electricitatis* (1791), podle níž všichni živočišové obsahují ve většině svých těl elektřinu, zejména pak ve svalech a nervech. Přestože kritizoval tradiční model fungování nervů založený na životním elánu, podle něhož mozek řídí hydraulický systém trubic naplněných kapalinou, jež doslova „pumpují“ svaly, považoval i on ve shodě s řadou dalších vědců jeho doby elektřinu za kapalinu. Snažil se zajistit, aby si elektrické fluidum „nenašlo cestu ven prasklinami“ jeho leydenských láhví a podívoval se nad tím, že je „elektrické fluidum obsaženo v [nervech] a neunikne a nerozptýlí se do okolí“.¹⁰ Podle Galvaniho tedy organické a technologické systémy musely řešit tytéž problémy a izolační schopnost nervů si představoval analogicky k materiálům, jež měl ve své laboratoři.

Modelování nervového systému po vzoru elektrického aparátu Galvaniho přivedlo k myšlence, že „by se snad nejednalo o nemístnou hypotézu [...], kdybychom chtěli srovnat svalové vlákno s malou leydenskou láhví nebo nějakým podobným elektrickým tělesem, nabitým dvěma opačnými druhy elektřiny, a nerv s vodičem, a tak přirovnat celý sval k soupravě leydenských láhví“.¹¹ Galvani byl ovšem opatrný a byl si dobře vědom svého využívání analogie. Přestože prováděl jeden experiment za druhým, aby prokázal, že živočišná elektřina připomíná známější běžnou elektřinu, váhal s tím, aby obě ztotožnil a zdůrazňoval, že jeho hypotéza spočívá jak na výsledcích pokusů, tak na „faktorech analogie a rozumu“.¹² Galvani byl empiricky založený a nedůvěřoval metafoře coby prostředku rozšiřujícímu vědění, využíval ji však pro podporu svého argumentu, když si uvědomil, že s časem a technologií, jež mu byly k dispozici, nikdy nezíská nevývratný experimentální důkaz živočišné elektřiny. Jeho metafory a diagramy ovšem prostředkovaly jeho hypotézu natolik úspěšně, že se koncepce živočišné elektřiny stala rychle známou nejen mezi vědci, nýbrž mezi veřejností vůbec.

Ne všichni vědci však přijímali Galvaniho interpretaci jeho výsledků. Alessandro Volta, který zpočátku v živočišnou elektřinu věřil, se stal v deba-

tách zuřících v devadesátých letech osmnáctého století Galvaniho nejsilnějším odpůrcem. Podle Volty byla elektřina, již Galvani zjistil, skutečností, nebyla však důsledkem nějakých vnitřních vlastností živočišné tkáně. Jakékoli dva různé kovy, spojené vlhkou vodivou hmotou, umožňují proudění a Galvaniho živočišná elektřina byla vlastně produktem vytvořeným dvěma kovovými elektrodami, jež ji měly zjišťovat. „Většina galvanického jevu,“ tvrdil Volta, „nemá nic do činění s živočišnou elektřinou“.¹³ Voltovo zkoumání proudu procházejícího mezi různými páry kovů nakonec vedlo k objevu baterie (tehdy označované jako „voltaický článek“); obrovská technologická hodnota tohoto objevu přiměla většinu vědců k přijetí Voltovy interpretace namísto Galvaniho.

Marcello Pera ve své analýze experimentálních postupů Galvaniho i Volty zpochybnil přesvědčení, k němuž se oba hlásili, totiž že jejich hypotézy jsou založeny na „faktech a rozumovém zdůvodňování“ a představil jejich neshody týkající se existence živočišné elektřiny jako souboj „skrytých metafyzik“, „střet předpokladů či vysvětlujících teorií fungujících jako gestalt“.¹⁴ Volta, jenž existenci živočišné elektřiny popíral, sestrojil svou baterii po vzoru organické struktury, elektrického orgánu parejnoka. Tato elektrická ryba, známá od starověku, představovala pro hypotézu živočišné elektřiny jeden z nejpřesvědčivějších důkazů a byla intenzivně zkoumána od sedmdesátých let osmnáctého století.¹⁵ V dopise z 20. března 1800, v němž popisoval svůj voltaický článek Královské společnosti, jej Volta nazval „umělým elektrickým orgánem, [...] jenž je v principu shodný s přirozeným orgánem parejnoka a připomíná jej rovněž svou formou“.¹⁶ Při vytváření baterie se jí Volta snažil dát organickou podobu a také Královské společnosti navrhl, jak by bylo možno budoucí verze upravit, aby vypadaly ještě více jako „přirozený orgán“: „tyto válce se blízce podobají elektrickému úhoři; a aby se mu podobaly ještě více i navenek, můžeme je pospojovat ohebnými kovovými dráty nebo pružinovými šrouby a pokrýt je kůží zakončenou hlavou a ocasem odpovídajícího tvaru“.¹⁷ Joost Mertens zpochybňuje tradiční představu, že Volta vytvořil baterii coby konečný důkaz svědčící proti Galvanimu; skutečným cílem Volty podle něj bylo sestrojít přístroj k veřejným demonstracím. V popisech svých vynálezů Volta vždy zdůrazňoval „fyziologické účinky“ kovové elektřiny, neboť věděl, že podobné poznámky přitáhnou široké pub-

8 *Ibid.*, s. xxiii–xxiv.

9 Luigi GALVANI, *Commentary on the Effect of Electricity on Muscular Motion*. Cambridge: Cambridge University Press 1953, s. 36.

13 Emil DuBOIS-REYMOND, *On Animal Electricity: Being an Abstract of the Discoveries of Emil DuBois-Reymond*. Londýn 1852, s. 10.

14 PERA, *The Ambiguous Frog*, s. xxii, xxv.

15 *Ibid.*, s. 60–63.

likum.¹⁸ Tyto organické obrazy mu však poskytovaly mnohem více než jen příležitost k popularizaci; inspirovaly jeho technologické inovace. Tak jako nervový systém naznačil způsob výstavby telegrafu, tak ukázala elektrická ryba Voltovi, jak sestavit baterii.

Po prvních Voltových protestech se zvedla vlna sporů usilujících o opodstatnění Galvaniho myšlenky, neboť nesmírné možnosti elektřiny činily představu živočišné elektřiny velmi přitažlivou. K důkazu přítomnosti elektřiny ve svalové tkáni by bylo třeba vytvořit kontrakce buď dvěma stejnými kovovými elektrodami nebo vůbec bez přítomnosti jakéhokoli kovu. Galvani sám se o to pokoušel, ale zemřel v roce 1798, dříve, než dokázal skeptikům předložit přesvědčivé důkazy. Nejvýraznější obrana Galvaniho a nejsilnější argumenty proti Voltovi – vyjma Galvaniho vlastních pokusů – přišly od Alexandra von Humboldta, jenž dokázal vytvořit svalové kontrakce při absenci stimulujících elektrod, pouhým vyříznutím a ohýbáním částí nervů. Humboldt „vytvořil obvody“ ve svých rozpitvaných preparátech tím, že spojil různá místa nervů a svalů v bodech, v nichž se normálně nedotýkaly.¹⁹ Jeho experimenty naznačovaly, že zvířecí pohyby zahrnovaly síly nezávislé na těch utvářených nestejnými kovy.

Podobně jako Humboldt si ve třicátých letech devatenáctého století všiml i Carlo Matteuci, že amputovaná žabí noha, přivedená do kontaktu s nohou, v níž docházelo ke stahu, prošla kontrakcí také. Jak poznamenal již Galvani, samotný žabí preparát se ukázal být „nejjemnějším dosud objeveným elektrometrem“.²⁰ Za použití tohoto organického „přístroje“ Matteuci objevil trvalý proud v žabím svalu, který dokázal zjistit zvláště dobře v případech zranění. Ve své studii o elektrické rybě z roku 1838 nazval tyto proudy, jež odhalil v jejích nervech, „nejlepší analogií, již nacházíme mezi neznámými silami v nervech a elektřinou“.²¹ Navzdory úspěchu Voltovy baterie se diskuse i nadále točily kolem vztahu elektrických sil zkoumaných v laboratořích a těch pozorovaných v živých tělech. Byla živočišná elektřina jako běžná elektřina a její jméno a existence založeny na metafoře, nebo byla identická s elektřinou zkoumanou fyziky? Znamenalo srovnávání nervových impulsů s elektrickými signály pro vědění překážku nebo pokrok?

Johannes Müller seznámil v roce 1841 Emila DuBois-Reymonda s Matteuciho výsledky a požádal jej, aby jednou provždy určil, zda je princip nervů ve své podstatě elektrický. Müller sám měl pochybnosti. Tři skutečnosti naznačovaly, že mezi neurálními a elektrickými signály je podstatný rozdíl:

podvázaný či rozdrčený nerv mohl vést elektřinu, avšak nikoli přenášet nervový impuls; kromě elektřiny mohly i mnohé jiné druhy podnětů nervy excitovat a tak dát vzniknout nervovému principu; a jiné vlhké živočišné tkáně mohly vést elektřinu stejně dobře jako nervy, ne-li lépe. Nazývat princip nervů elektrickým, varoval Müller, znamená zaměnit podobnost s totožností. Na konci třicátých let, tedy v době, kdy Samuel Morse a další inženýři zdokonalovali své elektrické telegrafy, trval Müller na následujícím:

hovořit [...] o elektrických proudech v nervech znamená používat symbolické vyjádření stejně, jako když srovnáváme činnost nervového principu se světlem či magnetismem. O povaze nervového principu toho víme stejně málo jako o povaze světla či magnetismu.²²

Pro Müllera, jenž vyškolil generaci experimentálních fyziologů, byl elektrický signál pouhou analogií nervového principu, symbolem impulsu sloužícího ke komunikaci uvnitř těla. Nikoli metafora, nýbrž experiment by měl ilustrovat způsob fungování organických komunikačních systémů.

Živočišná elektřina v roce 1848

Ve čtyřicátých letech devatenáctého století bylo pro fyziology obtížné přesně určit, jaký je materiální základ nervového principu. Jediné, co o něm bylo možné vědět, byly jeho vlastnosti; tak jako bylo možné znát vlastnosti elektřiny a nerozumět přitom její skutečné podstatě. Emil DuBois Reymond sdílel Müllerovu víru v experiment a zasvětil svůj život vyvíjením postupů zkoumajících elektrickou činnost nervů a svalů. První tvůrci telegrafu a první neurofyziologové záviseli při vytváření svých aparátů na totožných objevech v oblasti elektřiny a magnetismu, zejména na leydenské láhvi (1746) a voltaickém článku (1800). Ještě zásadnější bylo zjištění Hanse Christiana Oersteda z roku 1820, že tok elektrického proudu cívkou či drátem dokáže vychýlit magnetickou střelku a objev Michaela Farada-ye z roku 1834, že k magnetickým výkyvům dochází vždy při zapojení či rozpojení elektrického obvodu.²³ Tyto výzkumy elektromagnetické indukce umožnily vědcům, zkoumajícím organické i uměle vytvořené „obvody“, zjistit přítomnost elektřiny.²⁴ Častá přirovnání nervových prvků k leyden-

18 *Ibid.*, s. 311.

19 Mary A. B. BRAZIER, *Neurophysiology in the Nineteenth Century*. New York: Raven Press 1988, s. 12 a DuBOIS-REYMOND, *On Animal Electricity*. s. 16–17.

22 Johannes MÜLLER, *Elements of Physiology*. Londýn 1839, 1. sv., s. 689.

23 Geoffrey CANTOR – David GOODING – Frank A. J. L. JAMES, *Faraday*. Londýn: Macmillan 1991, s. 65 a Charles C. GILLISPIE, *The Edge of Objectivity: An Essay in the History of*

ským láhvím, bateriím, vodičům a galvanometrům naznačují, že obeznamenost vědců s elektrickými obvody ovlivnila jejich chápání nervového systému. Timothy Lenoir tvrdí, že stále citlivější nástroje DuBois-Reymonda formovaly otázky, jež si kladl, a mechanismy, jež navrhoval k vysvětlení fungování nervů.²⁵

Pokusy Michaela Faradaye o pochopení vztahu mezi elektrickým a magnetickým polem se ukázaly mít zásadní význam pro telekomunikace i elektrofyziologii. Emil DuBois-Reymond věnoval roku 1848 svoji učebnici nazvanou *Živočišná elektřina* Faradayovi a svůj model elektrických vzruchů v nervech a svalech založil na jeho výkladu indukce v elektrických obvodech. DuBois-Reymond vedl mezi organickými a technickými systémy „přímou analogii“ a dokonce použil Faradayova termínu k popisu změněného, excitovaného stavu nervu: nazval jej „elektrotonickým stavem“.²⁶ Faraday tento termín zavedl při pokusu objasnit vztah mezi hmotou a elektřinou a tak popsat jejich interakci na úrovni částic.²⁷ Faraday projevoval o živočišnou elektřinu hluboký zájem a byl přesvědčen, že „elektřina, ať už je její zdroj jakýkoli, je ve své podstatě jedna a táž“.²⁸

Za použití stále dokonalejších stimulujících elektrod a galvanometrů DuBois-Reymond upozoroval změny v elektrických činnostech nervů a svalů. Za normálních podmínek byl podélný (vnější) povrch svalu či nervu kladný vůči příčnému (vnitřnímu). Při stimulaci či stazích byla však tato nerovnováha buď zrušena nebo převrácena. V *Živočišné elektřině* DuBois-Reymond prohlásil, že „svaly a nervy [...] jsou během života nadány elektromotorickou silou [...], jež zachovává určité zákony“.²⁹ Tak jako Galvani, snažil se i on demonstrovat příbuznost živočišné elektřiny s elektřinou zkoumanou fyziky a prokázat tak, že se chovají podle identických pravidel.

Inspirován Faradayem, DuBois-Reymond navrhnul první experimentálně podložený mechanismus přenosu nervového impulsu. Věřil, že neuroplazma sestávala z řady „elektro-motorických molekul“, elementárních částic s jednou kladnou a jednou zápornou stranou. Tyto částice mohly svou orientaci měnit v závislosti na elektrochemickém prostředí. Pokud byl nerv vzrušen nějakým podnětem, nevytvářel ani neničil žádné elektromotorické prvky; polarizoval částice a indukoval tak dočasnou elektrickou změnu převrácením jejich orientace. V jeho očích tak základní částice organických tká-

ní jednoduše sledovaly tytéž fyzikální a chemické zákony jako částice kovu, procházející změnou v elektrickém obvodu.

Podobně jako Galvani popisoval i DuBois-Reymond elektrickou aktivitu těla po vzoru vybavení své laboratoře. Používal své přístroje jako metaforické prostředky; spoléhal na metaforu při představování si toho, co mu tyto přístroje ještě nedokázaly ukázat: jak v nervech a svalech docházelo na úrovni částic k přenosu impulsů. Srovnáváním elektrické aktivity ve svalech, nervech, bateriích a drátěných cívkách mohl lépe porozumět „síti vzájemných vztahů“, jež mu jeho data nabízela.³⁰ Podobnosti mezi přenosy v nervech a drátech byly tak zjevné, že DuBois-Reymond používal celou svoji kariéru tohoto přirovnání k ilustrování klíčových aspektů tělesné komunikační sítě. Svou Crooneovskou přednášku zahájil v roce 1868 následovně:

tak jako malé telegrafní dráty neprozrazují ani nervy žádným vnějším příznakem zda či jaké zprávy jimi uhánějí; a podobně jako tyto dráty musejí být vcelku, aby byly připraveny k provozu. Narozdíl od těchto drátů však poté, co jsou přerušeny, nezískají nazpět po spojení jejich konců vodivou schopnost.³¹

V organických i technologických systémech signál „neznamenal“ nic, dokud nebyl interpretován odpovídajícím přijímacím orgánem. Neschopnost nervů pokračovat ve své činnosti po rozpojení a spojení však naznačovala klíčový rozdíl mezi organickými a technologickými systémy komunikace. Byly analogické, nikoli však identické. O něco dále v téže přednášce DuBois-Reymond tvrdil, že nervový princip „musí být nutně něčím materiálním, [...] nikoli však elektřinou, jaká probíhá v telegrafním drátě“.³² Stále ovšem odkazoval k telegrafu coby k nejužitečnější analogii nervového systému, poněvadž velmi dobře ukazovala jak jejich podobnosti tak i odlišnosti.

V již zmiňované přednášce, označující nervový systém za „model“ telegrafu, dospěl DuBois-Reymond k mnohem komplikovanější analogii mezi organickými a technologickými komunikačními sítěmi, tentokrát doplněné o politické implikace:

Vidíte snad duši v mozku jako jedinou citlivou, vědomou oblast v těle a celý zbytek těla jako neživý stroj, jež ovládá? Právě tak i život velkého francouzského národa – centralizovaný tak, až skomírá – pulzuje pouze v Paříži. Francie však není správnou analogií; Francie stále čeká na Wernera Siemense, až ji opřede

25 Timothy LENOIR, „Models and Instruments in the Development of Electrophysiology, 1845-1912.“ *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 1986, č. 17, s. 4-7.

26 DuBOIS-REYMOND, *On Animal Electricity*. s. 185–186 a LENOIR, „Models and Instruments in the Development of Electrophysiology.“ s. 12.

30 LENOIR, „Models and Instruments in the Development of Electrophysiology.“ s. 15.a

31 Emil DuBOIS-REYMOND, „On the Time Required for the Transmission of Volition and

telegrafní sítí. Neboť právě tak, jako komunikuje ústřední stanice elektrického telegrafu na Poštovním úřadě na Königsstrasse s nejzazšími okraji monarchie prostřednictvím gigantické sítě měděného drátu, tak i duše ve svém úřadě, v mozku, neustále přijímá depeše z nejzazších okrajů své říše prostřednictvím telegrafních kabelů, nervů, a vysílá příkazy všemi směry svým státním úředníkům, svalům.³³

Německá vláda a sociální struktura byly podle něj nadřazené francouzským, neboť německý komunikační systém kopíroval přesněji tělesné způsoby přenosu informací. Telegrafní síť vytvořená po vzoru organického systému by umožnila společnosti přežívat – a dobývat – tak jako důmyslný nervový systém umožňoval uspět živému tvorovi. Zatímco chemie a fyzika nabízely modely, jež pomáhaly představit si způsob, jímž nervy přenášejí informace, tak nabízel i nervový systém neocenitelný model fyzikům a inženýrům, navrhujícím telegrafní síť.

Specifičnost organické komunikace

Nikdo neilustruje příbuznost fyziky a fyziologie devatenáctého století lépe než Hermann Helmholtz, který k oběma významnou měrou přispěl. Jako fyzik Helmholtz posunul chápání termodynamiky svým zákonem zachování energie z roku 1847. Stejně dobře známý je však i pro své úspěchy ve fyziologii a medicíně: měření rychlosti nervových impulsů (1850); vynález oftalmoskopu, sloužící ke zkoumání povrchu sítnice (1850); a jeho stále platnou teorii vidění barev. Podobně jako DuBois-Reymond se i Helmholtz usilovně snažil vysvětlit lidské smyslové systémy prostřednictvím fyzikálních zákonů a překonával experimentální či teoretické překážky díky schopnosti uvažovat v analogiích. Sám o sobě tvrdil, že zvláště vynikal v aplikování postupů jedné oblasti na problémy jiné oblasti.³⁴ Některé z přístrojů, jež Helmholtz vyvinul ke zkoumání oka, byly založeny na nástrojích astronomického pozorování.³⁵ Ve svých populárních esejích o energii, optice a akustice sledoval stejnou strategii jako v laboratoři: problémy vnímání formuloval z hlediska fyziky a problémy fyziky z hlediska těla.

Na konci čtyřicátých let devatenáctého století, kdy DuBois-Reymond zkoumal elektřinu v nervech a svalech, bylo již jasné, že telegrafní a neuronální signály se v jistých klíčových ohledech lišily. Fyziologové si uvědomili, že k porozumění vztahu mezi živočišnou elektřinou a elektřinou proudící

33 DuBOIS-REYMOND, *Ueber thierische Bewegung*. 2. sv., s. 50–51.

34 Hermann HELMHOLTZ, *Science and Culture: Popular and Philosophical Essays*. Chicago: University of Chicago Press 1995, s. 387.

35 *Ibid.*, s. 131.

dráty je třeba se zaměřit právě na tyto odlišnosti. Jednou z nich se zdály být rychlosti, jimiž se různé signály pohybovaly, ačkoli fyziologové neměli žádné přesné informace o rychlosti přenosu nervového impulsu. V roce 1850 jej Helmholtz dokázal změřit díky přenesení postupů z balistiky a telegrafie do fyziologické laboratoře.³⁶

V letech 1845–1855 Helmholtz aktivně spolupracoval se členy Berlínské fyzikální společnosti, s vědci z rozmanitých oblastí sdílejícími jeho zájmy o vizualizaci, grafické znázorňování a měření velmi malých časových intervalů. Byl mezi nimi i Werner Siemens, jeden z nejvýznamnějších komunikačních inženýrů tehdejšího Německa. Siemens byl původně vyškolen v pruské armádě jako balistický expert a v roce 1845 vyvinul techniku měření rychlosti dělostřeleckých granátů. Když Helmholtz studoval Siemensova řešení balistických a telegrafních problémů, začal pojímat nervový systém a smyslové orgány jako „mediální aparát“.³⁷ Od roku 1843 Helmholtz zkoumal vztahy mezi chemickými, mechanickými a teplotními změnami v organických systémech. Byl blízkým přítelem DuBois-Reymonda a věřil, že elektrické změny, jež zaznamenával jeho kolega, se k těmto tělesným transformacím nějak vztahovaly. Helmholtzova esej „O zachování síly“ (1847), zdůrazňující zaměnitelnost přírodních sil, vzešla z jeho zkoumání svalové činnosti a živočišného tepla. V roce 1849 se snažil analyzovat časový průběh svalových kontrakcí detailněji a přejal metodu C. S. M. Pouilleta, využívající galvanometru k měření nepatrných časových úseků.³⁸

Ke sledování svalových kontrakcí Helmholtz vytvořil elektrický obvod, jenž zahrnoval sedací nerv a lýtkový sval žáby. Když se sval stáhnul, zvednul závaží a přerušil tak obvod. V balistice umožňovalo podobné zařízení počítat vysoké rychlosti měřením krátkých časových intervalů, v nichž procházel proud.³⁹ Helmholtz zjistil – víceméně náhodou –, že je-li v organickém systému sval stimulován nervem a nikoli přímo, liší se čas mezi podnětem a kontrakcí podstatným způsobem a v závislosti na tom, v jakém místě byl nerv stimulován. Toto zjištění Helmholtze zaujalo a přerušil proto svá bádání nad svalovou činností, neboť našel způsob, jak měřit rychlost přenosu signálů v nervu.⁴⁰ V sérii pokusů stimuloval nerv a následně měřil čas potřebný k vyvolání kontrakce ve svalu. Elektrodu postupně vzdaloval více

36 DuBOIS-REYMOND, „On the Time Required.“ s. 102–103 a LENOIR, „Helmholtz and the Materialities of Communication.“ s. 185–188.

37 LENOIR, „Helmholtz and the Materialities of Communication.“ s. 185.

38 Kathryn M. OLESKO – Frederic L. HOLMES, „Experiment, Quantification, and Discovery: Helmholtz's Early Physiological Researches, 1843-50.“ in: David CAHAN (ed.), *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth-Century Science*. Berkeley: University of California Press 1993, s. 66–67, 84–85.

39 DuBOIS-REYMOND, „On the Time Required.“ s. 102.

40 OLESKO – HOLMES, „Experiment, Quantification, and Discovery.“ s. 87.

a více od svalu a zjišťoval, jak se časový interval s vzdáleností proměňuje. Po odečtení jisté minimální reakční doby – k níž docházelo i když byl sval stimulován přímo – bylo zjevné, že se impuls pohybuje v sedacím nervu rychlostí 26,4 metrů za sekundu. Vynálezce britského jehličkového telegrafu Charles Wheatstone vypočítal roku 1834 rychlost elektřiny na 288 000 mil za sekundu. Pokud bylo možno těmto cifrám důvěřovat, pak živé a telegrafní komunikační systémy nefungovaly stejně.

Když Helmholtz a DuBois-Reymond popsali Helmholtzovy výsledky, představili zpoždění mezi podnětem a reakcí v organicko-metalickém obvodu jako Helmholtzovo nejzásadnější zjištění. Byl to tento interval tisíciny vteřiny, jenž jej vedl k provádění experimentů; a byl to tento interval, jež se snažil změřit co možná nejpřesněji.⁴¹ „Zjistil jsem“, začíná Helmholtz své pojednání, „že uběhne měřitelný časový interval, během něhož je impuls [...] přenesen do vstupního sedacího nervu v lýtkovém svalu“.⁴² Příslušná zpráva Francouzské akademii věd nazvala tento interval „*un espace de temps*“, odrážela tak tendenci tohoto experimentu i lidské mysli vůbec k vyjádření prostoru na základě času a času na základě prostoru.⁴³ Podle Kathryn Olesko a Frederica Holmese DuBois-Reymond přeložil Helmholtzův článek do francouzštiny, aby jej mohl Alexander von Humboldt představit Francouzské akademii věd, a doporučil přitom zásadní změny ve struktuře textu, neboť původní koncept byl podle něj „temný“ a vedl by pravděpodobně k nesprávnému výkladu. Byl to tedy DuBois-Reymond, kdo dal přednost zahájení výkladu odkazem na „nikoli příliš složitě určitelný“ časový interval.⁴⁴

Tuto první zprávu následoval podrobný článek, v němž Helmholtz blíže vymežil, že svalové kontrakce zahrnují tři fáze: reakční dobu mezi časem, kdy impuls dorazí a kdy započne kontrakce, kontrakci samotnou a návrat do klidového stavu. Reakční dobu nazval DuBois-Reymond ve svém překladu „*le temps perdu*“ – specifický rys organických komunikačních systémů.⁴⁵ Při rozboru důsledků Helmholtzova objevu v roce 1868 přišel DuBois-Reymond s termínem, o němž máme zato, že jsme jej vymysleli my, obyvatelé kybernetického věku: „reálný čas“.⁴⁶ Kvůli způsobu fungování nervového systému vždy existuje významný „prostor času“ mezi událostmi podněcujícími neurální signály a vnímáním těchto událostí živými bytostmi.

41 *Ibid.*, s. 88.

42 Hermann HELMHOLTZ, „Vorläufiger Bericht über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenreizung.“ *Archiv für Anatomie, Physiologie, und wissenschaftliche Medizin* 1850, č. 17, s. 71.

43 Hermann HELMHOLTZ, „Note sur la vitesse de propagation de l'agent nerveux dans les nerfs rachidiens.“ *Comptes rendus de L'Académie des Sciences* 1850, č. 30, s. 204.

44 OLESKO – HOLMES, s. 10.

Ačkoli se zdálo, že „*le temps perdu*“ odděluje živé bytosti od jejich okolního fyzického světa, Helmholtz cítil, že připouští konsistentní relativní, ne-li přímo absolutní vědění. Dokud zůstal „*le temps perdu*“ konstantní a badatel se zaměřil na časy vnímaných událostí ve vzájemných poměrech, bylo možné použít jazyka nervů k vytvoření přiměřeně věrné reprezentace vnějšího světa. Podle Helmholtze se pro věrohodnost tohoto modelu stačilo podívat na telegraf. V telegrafu – a stejně tak i v nervovém systému – nebyl význam vytvářen samotnými signály, nýbrž přijímacím aparát. „V telegrafní síti nacházíme všude stejné měděné či železné dráty nesoucí tentýž druh pohybu, proud elektřiny, avšak vytvářející nejrozmanitější výsledky na různých stanicích v závislosti na přidavných aparátech, s nimiž jsou spojeny“.⁴⁷ Pro Helmholtze principy telegrafie vyjevovaly způsob, jakým tělo zpracovává informace. V obou systémech dostávaly různými příčinami vytvořené, nerozlišitelné impulsy smysl pouze tehdy, když byly přijaty a interpretovány. Úspěch telegrafu vyjadřoval jeho příbuznost s organickými komunikačními systémy.

Živoucí telegrafní síť

Deset let před tím, než Helmholtz a DuBois-Reymond prováděli své elektrofyziologické výzkumy, napsal Samuel Morse svému spolupracovníku F. O. J. Smithovi, že „nebude trvat dlouho, než budou celý povrch této země brázdit nervy šířící rychlostí myšlenky informace o všem, co se kde děje“.⁴⁸ Tak jako vnímal Helmholtz nervy jako telegrafy, vnímali Morse i jiní tvůrci telegrafu své dráty jako nervy. Morse byl do značné míry inspirován elektrofyziologií a jal se sestavit komunikační systém, jenž by dokázal soupeřit se schopností těla přenášet elektrické signály. Ve svém deníku si poznamenal, že jednoho říjnového dne roku 1832, poté, co na lodní palubě debatoval o nových objevech v oblasti elektřiny a magnetismu, „uzřel“ způsob, jímž by tyto mohly být využity pro komunikaci.⁴⁹ Malíř Morse se tehdy vracel z Paříže, kde studoval výtvarné techniky. Když slyšel o nových objevech, zaujala ho především „skutečnost, že elektřina procházela okamžitě libovolně dlouhým drátem, a že její přítomnost bylo možné v jakémkoli místě zjistit přerušením obvodu“. Napadlo ho tudíž, že „může-li být přítomnost elektřiny zviditelněna v libovolném místě obvodu, neexistuje důvod, proč by nemohla být elektřinou mžikově přenášena sdělení“.⁵⁰ Tak jako Helmholtz byl i Morse

47 HELMHOLTZ, *Science and Culture*. s. 150.

48 Samuel F. B. MORSE, Samuel F. B. Morse: *His Letters and Journals*. Boston: Houghton Mifflin, 1939, s. 10.

zvyklý prozkoumávat své myšlenky vizuálně a okamžitě si načrtl potenciální obvod, v němž by „přerušení“ představovala písmena abecedy.

O pět let později, v dopise nabízejícím Kongresu jeho vynález k celostátnímu využití, Morse tvrdil, že byl inspirován Benjaminem Franklinem a jeho přenosem elektřiny přes řeku Schuylkill (1748). James Fenimore Cooper, jenž s Morsem strávil v Paříži zimu 1831–32 si však vzpomíná, že při jejich vzájemných debatách Morse hovořil o „využití elektrické jiskry prostřednictvím telegrafu“. Během svých malířských studií Morse v Paříži potkal řadu evropských vědců včetně Alexandra von Humboldta, jednoho z prvních obhájců živočišné elektřiny.⁵¹ Ačkoli Humboldt prováděl svá elektrofyziologická zkoumání o desetiletí dříve a v roce 1832 byl již primárně geografem, jeho přednesení Helmholtzova článku před Francouzskou akademií věd roku 1850 naznačuje, že se i nadále o vztah mezi elektřinou a nervovými impulsy zajímal. Morseovy vztahy s Humboldtem a evropskou vědeckou komunitou na počátku 30. let dávají tušit, že přemýšlel o živočišné i o běžné elektřině.

V letech 1836–38 nebyl Morse jediným vědcem, jenž navrhoval systém komunikace založený na přenosu elektrických signálů, a nebyl ani jediným, kdo byl inspirován nervy.⁵² Přestože je telegraf spojován s celebrity 19. století Morseova typu, nikdo jej ve skutečnosti „nevynalezl“. Spíše se postupně objevoval a vyvíjel, neboť mnoho jedinců přispělo svými myšlenkami a aplikovalo nové fyzikální objevy při řešení technologických problémů. William Cooke, syn profesora anatomie, začal svou kariéru vytvářením voskových anatomických modelů pro studenty medicíny. V letech 1833–34 studoval anatomii a fyziologii v Paříži, kde se „horlivě cvičil v modelování anatomických řezů z barevného vosku – v tomto umění nakonec dosáhl úžasné zručnosti“.⁵³ Cooke se o elektrickém telegrafu doslechl poprvé, když se v Heidelbergu věnoval anatomickým pitvám.⁵⁴ Když měl možnost pozorovat Schillingův a Munckeho telegraf v provozu, slíbil si, že se bude plně věnovat vytváření elektrického komunikačního systému, nikdy se však zcela nevzdal svého předešlého vědeckého školení. Po letech modelování nervových tkání z vosku používal Cooke tentýž termín – „model“ – i k označení svého telegrafního zařízení. 5. dubna 1836 se o něm v dopise své matce zmiňoval a prohlásil, že se „připravil na vytvoření modelu“. To se mu však příliš nedařilo, v listopadu byl již poněkud zoufalý a postěžoval si: „již jsem se skoro rozhodl, že pokud mi mé zařízení neodpoví, vrátím se k modelování

[...], připravím se na obnovení své práce s voskem“.⁵⁵ Jeho popisy naznačují, že k organickým a technologickým komunikačním systémům přistupoval stejným způsobem.

Navzdory vědecké skepsi vůči Galvaniho výsledkům podporoval ve 30. letech 19. století běžný jazyk ztotožňování organických a elektromagnetických sil. Veřejný zájem o živočišnou elektřinu se snoubil s rostoucí oblibou mesmerismu. V průběhu debat amerického Kongresu v letech 1842–43, týkajících se financování zkušební telegrafního vedení s Morseovým aparátem, využili protivníci pokusu této nejednoznačnosti ke znevážení Morseova modelu. Roku 1837 americká vláda vyzvala vědce a inženýry, aby předložili návrhy na státní telegrafní vedení mezi New Yorkem a New Orleansem. Uvažovali tehdy o semaforovém systému, neboť v této době termín „telegraf“ znamenal vizuální komunikační systém. Morseův návrh byl jediný, jenž využíval elektřinu, a řada kongresmanů byla vůči této nové technologii skeptická.⁵⁶ Poslanec Cave Johnson požadoval, aby byla polovina peněz vyhrazena na mesmerické experimenty: „Nepřeji si, aby byla mesmerická věda zanedbávána a přehlížena“. Poslanec Stanley odpověděl, že s radostí tomuto požadavku vyhová, pokud bude ovšem pokusnou osobou Johnson; a předseda Kongresu určil, že „rozhodnutí, zda je mesmerický magnetismus analogický telegrafnímu, by si vyžádalo odbornou analýzu“. Časopis *Congressional Globe* vzal spojení obou oblastí mnohem vážněji než samotní kongresmani: svůj článek referující o této debatě nazval „Elektrický a živočišný magnetismus“.⁵⁷ Společnost, jež postavila první Morseovo vedení, se jmenovala *Magnetic*; když veřejnost uslyšela toto jméno, představila si mesmeristy ovlivňující své subjekty prostřednictvím nervové energie.

Kongres nakonec zkušební vedení financoval a v letech 1844–52 byla americká i evropská veřejnost – včetně fyziologů typu Helmholtze či DuBois-Reymonda – svědkem prudkého rozvoje telegrafních sítí. Americká vláda byla Morseovými argumenty přesvědčena a vyhradila 30 000 dolarů na elektrické telegrafní vedení z Baltimoru do Washingtonu. První veřejný telegraf začal ve Spojených státech fungovat v roce 1844. Podle Toma Standage však uběhlo od postavení prvních vedení ještě několik let, než byla telegrafie veřejností přijata jako pohodlná a spolehlivá forma komunikace.⁵⁸

V prvních letech byl telegraf oceňován zejména specifickými komunitami – novináři, obchodníky a železničními inženýry –, které závisely na rychlém přenosu informací. Tisk si cenil „bleskové komunikace“ a stal se závislým na „záblescích“ událostí ze vzdálených měst. Pro železnici telegrafní signá-

51 *Ibid.*, sv. 1, s. 419 a sv. 2, s. 365.

52 Robert SABINE, *The Electric Telegraph*. Londýn 1867, s. 40.

53 Latimer CLARK, „Memoir of Sir William Fothergill Cooke.“ in: F. H. WEBB, *Extracts from*

55 CLARK, „Memoir of Sir William Fothergill Cooke.“ s. 5, 12.

ly znamenaly životně důležité informace o poloze vlaků.⁵⁹ Nejdůležitějšími obhájci telegrafu se však stali obchodníci a makléři, kteří těžili z bleskurychlého šíření informací o cenách na trhu. Koncem čtyřicátých a v padesátých letech devatenáctého století ochotně financovali výstavbu nových vedení. Tak mohl prezident Western Union William Orton roku 1870 vychválit telegraf jako „nervový systém obchodního systému“.⁶⁰ Postupně všichni, kdo si to mohli dovolit, začali zakoušet hodnotu okamžité komunikace. Od zavedení prvních telegrafních sítí ve čtyřicátých letech mohli lidé poprvé vědět, co se v jakýkoli okamžik děje ve vzdálených městech.⁶¹

Odstraněním zpoždění v komunikaci, jež lidé odjakživa brali jako samozřejmost, telegraf proměnil jejich pojetí času a prostoru. Když Samuel Morse roku 1838 předváděl svůj systém kongresovému výboru, prohlásil, že „prostor [je] zrušen“.⁶² Vlákna telegrafu propojila společnosti způsobem do té doby nevídaným, vzdálenost mezi městy se stala nepodstatnou a lidé k sobě mohli navzájem mluvit v „reálném čase“. Transatlantickému kabelu, jenž byl úspěšně položen roku 1866, připíjeli jako „nervu mezinárodního života“.⁶³

Od konce čtyřicátých let inspiroval pocit jednoty, vyvolaný telegrafním vedením, mnohé autory ke srovnávání technologických a organických komunikačních systémů, a pomohl tak včlenit telegraf do tradičního metaforického systému popisujícího společnost jako živý organismus. Díky tomu, že organické sítě – nejen ty pavoučí, ale i sítě živých tkání – připomínaly telegrafní sítě co do vzhledu i funkce, staly se dokonalým metaforickým nástrojem nového komunikačního systému. V důsledku toho autoři z řady oblastí popisovali telegrafní sítě organickými pojmy. Henry Field nazval transatlantický kabel „živoucím, citlivým poutem mezi oddělenými částmi lidské rodiny“ a jiný publicista roku 1878 oceňoval „elektrické dráty, jež opřádají svět sítí pulzujícího života“.⁶⁴ Organická síť umožnila coby metaforický prostředek přenést organické a technologické komunikační systémy do nových významových sfér a podněcovala čtenáře k posuzování důsledků jejich shodných rysů.

Jak prokázaly Helmholtzovy experimenty, tělesná komunikační síť se lišila od telegrafní v několika klíčových rysech. Nikoli všechny však hovořily v její neprospěch. Nervový systém kupříkladu předčil technologické sys-

témy díky schopnosti paměti. Morse a další tvůrci telegrafu se od počátku zabývali otázkou, jak vytvořit trvalý záznam přenášených signálů. Morse označoval své telegrafické přenosy jako „znaky“ a po dlouhá léta se snažil vytvořit účinný kód jejich vysílání. Tvůrci semaforových systémů předvedli, jak může dobrý kód informaci komprimovat a přenášet ji v zhuštěných balíčcích, jež bylo možné po přijetí rozvinout a interpretovat. Morse si okamžitě uvědomil, že kód je zásadní součástí jeho mechanismu; už ve svém prvním návrhu takový kód zahrnul a následně strávil pět let jeho zdokonalováním. Je dost možné, že jeho vynález kódu je důvodem, proč je mnohdy považován za vynálezce telegrafní komunikace vůbec.

Morse si představoval magnetický přijímač, jenž by přepisoval tečky a čárky na papír. Myšlenka této transkripce se objevila již v jeho návrhu z roku 1832 a ve svém dopise Kongresu z roku 1837 výslovně uvedl, že jeho telegraf je dokonalejší než semaforové systémy, neboť „záznam zprávy je trvalý“.⁶⁵ Roku 1838 se ucházel o britský patent a zdůrazňoval přitom, že jeho model se liší od Cookeova a Wheatstoneova modelu jehličkového telegrafu díky schopnosti „vytisknout na dálku trvalé znaky“.⁶⁶ Tato schopnost přímého a trvalého zápisu učinila Morseův telegraf lákavějším jehličkového a vedla k jeho přijetí na celém světě. Od počátku totiž bral v potaz i reprezentaci a napodoboval biologickou funkci paměti, jakkoli se jí nemohl rovnat.

Závěr: jazyk komunikace

Tak jako se Morse snažil vyvinout funkční znakový systém, jenž by reprezentoval lidský jazyk elektrickými signály, přemýšlel intenzivně i Hermann Helmholtz o vztahu mezi nervovými impulsy a vnějšími událostmi, jež reprezentují. Morse uvažoval o svých elektrických čárkách a tečkách jako o „systému znaků“ a Helmholtz (podobně jako před ním Müller) nazýval nervové impulsy „*Zeichen*“ („znaky“ či „symboly“) jejich podněcujících příčin.⁶⁷ „Vzruchy našich smyslových nervů jsou pouhými symboly značícími jisté vnější předměty,“ tvrdil Helmholtz; a trvalo velmi dlouho, než se je člověk naučil správně interpretovat.⁶⁸ V oku jsou podle něj „vzruchy optického nervu obyčejnými smyslovými znaky přítomnosti světla“, jiné typy stimulace – tlak na oční bulvu či elektrický šok optickému nervu – však mohly

59 MORSE, *Samuel F. B. Morse: His Letters and Journals*. sv. 1, s. 335.

60 STANDAGE, *The Victorian Internet*. s. 170.

61 Edwin N. ASMANN, *The Telegraph and the Telephone: Their Development and Role in the Economic History of the United States: The First Century 1844–1944*. Lake Forest: Lake Forest College 1980, s. 16.

65 ASMANN, *The Telegraph and the Telephone*. s. 312.

66 MORSE, *Samuel F. B. Morse: His Letters and Journals*. sv. 2, s. 92.

vytvořit tentýž znak.⁶⁹ Záleželo na myslí, jak tyto vzory interpretuje a vyvodí z nich, co ve skutečnosti reprezentují.

Jistou slabinou starších výzkumů vnímání byla podle Helmholtze neschopnost rozlišit pojmy „znaku“ a „obrazu“:

Dokud nám kvalita našich vjemů přináší informace o zvláštích vnějších vlivů, jež ji podnítily, potom ji lze označit za znak – nikoli však za obraz. Neboť od obrazu očekáváme nějaký druh podobnosti se zobrazeným předmětem [...] Znak se však tomu, co označuje, nemusí nikterak podobat.⁷⁰

Obraz, vysvětloval Helmholtz, byl „znázorněním či reprezentací originálu“, neboť vypadal jako on; byl „stejněho druhu jako to, co [bylo] reprezentováno“.⁷¹ Na druhé straně nervový impuls vypadá víceméně stejně ve všech nervech a u všech podnětů, nenese žádný mimetický vztah k událostem, jež ho stimulovaly. S odkazem na telegraf Helmholtz prohlásil, že „nervová vlákna a telegrafní dráty jsou stejně pozoruhodnými příklady ilustrujícími poznatek, že tytéž příčiny mohou – za různých podmínek – vést k různým výsledkům“.⁷² Podobně jako elektrické fluktuace nevedly ani nervové impulsy k určitým výsledkům kvůli svým příčinám či snad kvůli sobě samým, nýbrž jen díky tomu, jakým zařízením byly přijímány.

Nervové impulsy coby znaky arbitrárně přiřazené k reprezentovaným předmětům podle Helmholtze blízce připomínají slova v jazyce. Není náhodou, že Thomas Young, autor prvního přijatelného modelu barevného vidění, zároveň vynikal v interpretování egyptských hieroglyfů.⁷³ „Existuje zvláštní analogie,“ prohlašoval Helmholtz, „mezi celou škálou procesů, jež jsme probírali, a jiným Systémem znaků, jenž není dán přirozeně, nýbrž je arbitrárně zvolen a je třeba se mu nepochybně naučit, abychom mu dokázali rozumět. Mám na mysli slova našeho mateřského jazyka.“⁷⁴ K ospravedlnění tohoto srovnání Helmholtz dodával, že vztahy mezi jmény a předměty se musíme naučit stejně jako vztahy mezi vjemy a předměty. „Slova jsou arbitrárně či náhodně vybrané znaky,“ tvrdil. „Různé jazyky mají různé znaky. Jejich porozumění není zděděné.“⁷⁵ Jakmile však byly utvořeny vazby mezi vjemy a předměty, staly se tak „pevnými a nezničitelnými“ jako spojení slov a předmětů.⁷⁶ Vjemy vytvářené nervovými impulsy

mohly být stejně jako tyto impulsy samotné chápány jako znaky vnější skutečnosti.

Mezi Helmholtzem a jeho učitelem Johannesem Müllerem byl však v užití pojmu „znak“, označujícím vztah mezi vnějším podnětem, nervovým impulsem, jenž jej přenáší, vjemem zaznamenaným smyslovým orgánem a reprezentací tohoto vjemu v mysli podstatný rozdíl. Pro Müllera byla reprezentace vůči vjemu jednoduše „znakem předmětu“. Helmholtz naopak přenesl do fyziologie smyslů myšlenku „lokálních znaků“ Hermanna Lotze; tvrdil, že lidé se učí utvářet vztahy mezi znaky a předměty ve světě zkoumáním toho, jak pohyby jejich očí a rukou ovlivňují jejich pozici vůči těmto předmětům.⁷⁷ Podle Müllera se člověk mohl naučit číst znaky nervů, nikdy však nemohl poznat svět o sobě. Helmholtz však věřil, že člověk může vztahů mezi znaky využít k experimentování se světem a k získání smysluplného vědění o něm.

Mezi roky 1850–80 se Helmholtzovy výzkumy vizuálního a sluchového vnímání staly v Evropě dobře známými a otázka možnosti poznání světa prostřednictvím jeho znaků zajímala filozofy i fyziology. „O pravdě a lži ve smyslu nikoli morálním“ (1870–73) Friedricha Nietzscheho předkládá tezi, že veškeré lidské „poznání“ přírody je založeno na metafoře:

„Věc o sobě“ (to by byla právě čistá pravda bez důsledků) je pro tvůrce jazyka zcela neuchopitelná a naprosto nežádoucí. On jen označuje vztahy věcí k lidem, a aby je vyjádřil, sahá k nejmělejšímu metaforám. Nervový vzruch nejprve přenesen v obraz! První metafora. Obraz zase ztvárněn ve zvuk! Druhá metafora.⁷⁸

Nietzsche, jenž projevoval o fyziologii hluboký zájem a s Helmholtzovou koncepcí vnímání byl dobře obeznámen, předpokládal, že náš přístup ke skutečnosti zprostředkovávají dva reprezentační systémy: smyslový obraz (arbitrární znak podnětu, jenž jej vyvolal) a slovo (arbitrární znak smyslového obrazu).⁷⁹ K vystižení stupně „poznání“, jež tento metaforický systém dovoluje, Nietzsche přispěl svou vlastní metaforou: mentální obraz se má k základní neurální činnosti stejně jako Chladniho zvukové obrazce ke skutečným tónům, jež reprezentují. Ernst Florens Friedrich von Chladni (1756–1827), zakladatel moderní akustické vědy, vytvořil důvtipný systém k vizualizaci zvukových vln. Kovové pláty pokryl jemným práškem, jenž se

69 *Ibid.*, s. 152.

70 *Ibid.*, s. 347.

71 *Ibid.*, s. 166.

72 *Ibid.*, s. 150.

73 *Ibid.*, s. 161 a BRAZIER, *Neurophysiology in the Nineteenth Century*, s. 7.

77 Timothy LENOIR, „The Eye as Mathematician: Clinical Practice, Instrumentation, and Helmholtz's Construction of an Empiricist Theory of Vision.“ in: CAHAN (ed.), *Hermann von Helmholtz*, s. 117–122.

78 Friedrich NIETZSCHE, „O pravdě a lži ve smyslu nikoli morálním.“ *Filosofický časopis*

přesouval k uzlovým bodům poté, co pláty rezonovaly působením silného zvuku. Díky Chladniho experimentům bylo možné „uvidět“ zvuk. Důrazem na metaforičnost poznání se Nietzsche velice přiblížil Helmholtzovi, který považoval nervový impuls a vnímaný vjem za arbitrární znaky původního podnětu, analogické slovům v jazyce.

Ironií je, že Nietzsche Helmholtzovu teorii vnímání (nebo alespoň způsob, jakým ji chápal) odmítnul – shledal ji příliš omezující. Podle Helmholtze se učíme vnímat svět prostřednictvím vytváření souvislostí, odhalováním zákonů ve znakových strukturách. Protože tyto fyziologické znaky odkazují k „neudržitelné sféře věcí o sobě“, považoval vytvářené souvislosti za „nevědomé domněnky“.⁸⁰ Nietzsche dovozoval, že Helmholtz považoval vnímání za nevědomý proces, v němž vnímané znaky nikdy nemohly odhalit skutečnou povahu reality. Takový postoj nemohl přijmout, a tak Nietzsche sám představil vnímání jako živoucí interakci vnímání a paměti.⁸¹ Základní neurální činnost podle jeho názoru vytvářela smyslový obraz, a protože tatáž činnost dávala vždy povstat témuž obrazu, existovala spolehlivá korepondence mezi touto činností a jí vytvořeným obrazem – takový byl ovšem i postoj Helmholtzův.

Ačkoli Nietzsche tvrdil, že nedává mnoho smyslu hovořit o „čisté pravdě bez důsledků“, když je veškeré poznání závislé na metafoře, nikdy nepopíral, že poznání existuje: neexistuje pro něj pouze „pravda“ a „poznání“ v tradičním smyslu, jako objektivní nezprostředkovaný popis skutečnosti. Pokud jde o to, co lidé mohou vědět, přísný experimentátor Helmholtz s Nietzschem v podstatě souhlasil. Vědec i filozof s klavírem vnímali poznání jako metaforické, zprostředkované systémem arbitrárních znaků; oba však zároveň věřili, že poznání se i tak daří, neboť je syceno znakovými systémy, jež jej umožňují.

Skutečným důvodem, proč metafory písma prostupují vědecký jazyk, je podle Timothy Lenoira fakt, že tato srovnání jsou „více než metaforická“.⁸² Nejsou zjednodušenými překlady používanými k popularizaci složitých či abstraktních myšlenek pro veřejnost a nejsou ani dekorativními rétorickými figurami, přidanými kvůli působení na čtenáře. Jak jsme viděli na srovnáních organických a technologických komunikačních systémů, metafory „nevyjadřují“ myšlenky vědců: jsou těmito myšlenkami. Metafory naznačují nové vize, obrazy a modely; inspirují vědce k novým přístupům k problémům. Telegraf a příbuzné výzkumy v oblasti elektromagnetismu naznačily fyziologům mechanismus, jímž tělo přenáší informace. Inženýrům navrhujícím

telegrafní sítě zase organické struktury naznačily způsoby, jak uspořádat centralizované systémy. Ještě podstatnější je, že daly společně popud k vytváření stále více spojení v naději, že dosáhnou bezmála organické jednoty. Ať už tito vědci mysleli vizuálně, tak jak to o sobě tvrdili Helmholtz či Morse, anebo spíše ve slovech, spočívala pod jejich úvahami o komunikaci srovnání organických a technologických systémů. Skutečným „jazykem komunikace“ byla v devatenáctém století metafora.

80 S. P. FULLINWIDER, „Hermann von Helmholtz: The Problem of Kantian Influence.“ *Studies in History and Philosophy of Science* 1990, č. 21, s. 50, 47.