

///// studie / articles //////////////////////////////////////

**OD KULTURY ZPĚTNÉ VAZBY
KE KYBERNETICE****From Feedback Culture to
Cybernetics**

Abstrakt: *Cílem článku je v historickém kontextu analyzovat základy, na nichž stojí dnešní vědní obor kybernetika, a nabídnout takovou definici kybernetiky, která by odpovídala jak jejím původním kořenům, tak i aktuální institucionalizované vědeckovýzkumné a vývojové praxi. Článek klade důraz na hluboce zakořeněnou inženýrskou motivaci kybernetiky, kybernetickou metaforu člověk-stroj, na spřažení mezi člověkem a strojem a na kybernetiku jako diskurzivní praktiku. Historický kontext je zaměřen na rané období americké kybernetiky a proto-kybernetiky.*

Klíčová slova: *kybernetika; historie; zpětná vazba; spřažení člověk-stroj; cyberspeak*

Abstract: *The aim of this article is to analyse in historical context the foundations of contemporary cybernetics and to offer such a definition of cybernetics that corresponds both with cybernetics' original roots as well as its actual institutionalised research and development form. The article stresses deeply rooted engineering motivation of cybernetics, cybernetical man-machine metaphor, man-machine coupling and cybernetics as a discursive practice. The historical context is focused on the early period of American cybernetics and proto-cybernetics.*

Keywords: *cybernetics; history; feedback; man-machine coupling; cyberspeak*

Původní verze tohoto textu bez recenzních úprav byla vydána v rámci projektu ESF OPVK CZ.1.07/2.4.00/17.0055 „Mezioborové partnerství pro umělou inteligenci“ jako studijní text s názvem *Kapitoly z historie kybernetiky*, zdarma dostupný studentům předmětu „Historie kybernetiky a umělé inteligence“ na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni. Děkuji anonymním recenzentům za jejich připomínky.

JAN ROMPORTL

Katedra kybernetiky, Fakulta aplikovaných věd ZČU
Univerzitní 8, 306 14 Plzeň
email / rompi@kky.zcu.cz

Úvod

Současný stav institucionalizace kybernetiky na českých vědeckovýzkumných pracovištích je dán zejména historickými vazbami na politicky motivovanou podporu kybernetiky v Sovětském svazu od šedesátých let 20. století.¹ Naproti tomu akademický svět západně od našeho domácího prostředí dnes již prakticky zapomíná existenci „kateder kybernetiky“ (či „ústavů kybernetiky“ apod.) na většině významnějších institucí.² Při bližším pohledu je však zřejmé, že i „východní“ katedry kybernetiky jsou nyní již spíše jen organizačním zastřešením pro řadu vedle sebe existujících specializovanějších disciplín, jako je např. teorie řízení, teorie systémů, umělá inteligence, průmyslová automatizace, informační inženýrství, biotechnologické inženýrství, atd. Poněkud se tak vytrácí povědomí o tom, co kybernetika vlastně je, nebo alespoň čím by chtěla být.

V tomto článku se tedy pokusím na základě stručného historického exkurzu do období vzniku americké kybernetiky připomenout, co stojí v základech kybernetiky jako samostatného vědního oboru, a to jak s důrazem na její hluboce zakořeněnou inženýrskou motivaci, tak i na její důležitý epistemologický moment vnesený Norbertem Wienerem a jeho spolupracovníky. Takovéto připomenutí může pomoci ukázat, že shora zmíněné organizační zastřešení není jen rázu formálního, nýbrž že ony dílčí disciplíny jsou nadále propojeny kybernetickým diskurzem; že kybernetika je pro teorii řízení či umělou inteligenci metaforicky tím samým, čím je moderní fyzika pro kvantovou mechaniku či teorii relativity.³

¹ Slava GEROVITCH, *From Newspeak to Cyberspeak: A History of Soviet Cybernetics*. Cambridge, MA: MIT Press 2002.

² K ověření tohoto faktu postačí prozkoumat výsledky vyhledávání Googlu na zadané fráze typu „department of cybernetics“, „institute of cybernetics“ apod. (s vypnutou lokalizací a personalizací Googlu). Převážná většina záznamů odkazuje na pracoviště z bývalého sovětského bloku či na některé méně významné univerzity v západní Evropě.

³ Poznámka k citacím: velkou část historických faktů v rámci tohoto článku sekundárně čerpám z knihy Davida A. Mindella *Between Human and Machine* z roku 2002 (David. A. MINDELL, *Between Human and Machine, Feedback, Control, and Communication Before Communication*. Baltimore: John Hopkins University Press 2002). Pokud tedy v mém článku u historického faktu nebude uveden zdroj jeho původu (v rámci typografické úspornosti a lepší čitelnosti), pochází z Mindellovy knihy. Jinou zásadu však zavádím pro *interpretace* či *závěry* činěné z historických faktů: pokud u nich není uveden zdroj, pak jsem jejich autorem já. Ve všech ostatních případech zdroj uvádím, a to i pokud interpretace pocházejí z Mindellovy knihy. Totéž se týká historických faktů čerpaných odjinud než od Mindella.

Řízení střelby a proto-kybernetika

První světová válka přinesla zcela zásadní zlom do způsobů vedení boje, spočívající v nasazení doposud nevídané techniky. Tato změna se dramaticky projevila v námořním loďstvu, které do své výzbroje získalo bitevní lodě s obrovskou palebnou silou a dostřelem až 10 mil. Námořní bitvy se tedy začaly vést na obrovské vzdálenosti a velení muselo začít řešit vážný problém, jak vůbec zasáhnout nějaký cíl, který je tak daleko. Pokud byla tím cílem jiná bitevní loď pohybující se rychlostí 20 uzlů a vypálený dělostřelecký granát k ní letěl přibližně minutu, nebylo již v silách individuálního střelce vzít v potaz veškerou aktuální situaci pohybu obou plavidel a v zápalu boje ještě vypočítat trajektorii, po níž vystřelit.

Britské námořnictvo vypracovalo metody a techniky, s jejichž pomocí skupiny speciálně školených důstojníků prováděly v útrobách lodi modelování celé aktuální bojové situace, předpočítávaly střelecké trajektorie a instruovaly obsluhu palebných zbraní. Zaměřování se tedy již neodehrávalo v mysli a schopnostech individuálního „střelce“ pozorujícího svůj cíl, nýbrž ve formálně definovaném kolektivním systému bez přímé lidské vizuální vazby na nepřítele. Tento britský systém však fatálně selhal v květnu 1916 v bitvě u Jutska. Americké námořnictvo (konkrétně *Bureau of Ordnance*, *BuOrd*) se tedy následně rozhodlo, že k provádění některých dílčích výpočetních a plánovacích činností při řízení střelby, jež doposud v britském systému měli na starosti lidé, využije stroj. Konkrétně šlo o jeden z prvních analogových počítačů, *Mark 1 Ford Rangekeeper*, jehož autorem byl Hannibal Choate Ford a jeho firma Ford Instruments.

U systému zaměřování tak došlo k nahrazení člověka (či skupiny lidí) zapojeného do procesu integrace dat, neboť *rangekeeper* tuto integraci prováděl automaticky, a to jak ve smyslu kombinování a usouvstažňování zadaných dat, tak i ve smyslu jejich matematického integrování. Je důležité si povšimnout, že takovéto nahrazení člověka strojem zde rozhodně nebylo ve formě zvýšení jeho fyzické síly (tj. hlavní motivace průmyslové revoluce), nýbrž ve smyslu informačním a rozhodovacím. Stroj se zde stal člověku komunikačním partnerem a vznikly zde oboustranné informační toky a vazby mezi člověkem a strojem. *BuOrd* a Hannibal Ford tak byli jedni z prvních, kteří v praxi zrealizovali to, co později začalo ztělesňovat jeden z důležitých aspektů kybernetiky.

Další důležitou osobou tohoto raného období byl Fordův přítel a kolega Elmer Ambrose Sperry, který v New Yorku založil firmu Sperry Gyroscope Company. S Fordovou pomocí Sperry vyvinul a začal prodávat důležité

navigační zařízení – gyrokompas. A právě gyrokompas se stal další zásadní složkou systému zaměřování – překvapivě nikoli v oblasti navigace, ale k přenosu informací. Zaměřování dělostřeleckých věží na bitevních lodích totiž spočívalo ve vzájemné interakci mezi řídicím palby, zakreslovací místností a operátory jednotlivých věží. Tito operátoři tak již prakticky neměli vizuální kontakt a zpětnou vazbu se svým cílem a předchozí palbou. Zpětnou vazbu zde zprostředkoval řídicí, který vydával instrukce pro operátory, ovšem nikoli přímo, ale přes zakreslovací místnost, kde důstojníci predikovali pozici cíle a vyhledávali příslušné balistiky v numerických tabulkách. Operátoři zbraní se tak v celém procesu stali pouhými artikulátory. Musel však být vyřešen problém efektivního předávání informací mezi jednotlivými stanovišti. Ukázalo se, že hlasová komunikace se neosvědčila (například kvůli silnému hluku z bojiště, nepřesnosti a těžkopádnosti), a tak zde spatřil příležitost Sperry se svým gyrokompasovým opakovačem – zařízením, které na dálku přenášelo odečty z hlavního gyrokompasu do jeho opakovačů. Toto zařízení pak začalo přenášet informace o azimutu cíle mezi zakreslovací místností a věžemi a uzavřelo tak zpětnovazební smyčku, jejíž součástmi byli lidé, informační stroje a silové stroje, a která realizovala poměrně složitý kognitivní proces – totiž nalezení, zaměření a iniciaci zneškodnění nepřátelského cíle. Ačkoli to tehdy patrně nijak explicitně nereflektovali, stáli Hannibal Ford a Elmer Sperry spolu s *BuOrd* amerického námořnictva u jednoho z prvních prorůstání strojů do oblasti lidských informačních, řídicích a kognitivních kompetencí. Tento fakt přibližoval jejich tehdejší aktivity kybernetice více než to, že *rangekeeper* ke korekci svých výpočtů využíval zpětnovazební smyčky.

Lodivod

Ačkoli se Sperry rozešel ve dvacátých letech s americkým námořnictvem v nepříliš dobrém duchu, jeho role v rozvíjení kybernetických myšlenek zdaleka neskončila. Sperry měl poměrně přesnou představu o tom, co jsou stroje, obzvláště pak stroje pohybující se, a tato představa byla jasně animistická a přisuzující strojům autonomnost podobnou té, kterou mají zvířata:

Ze všech dopravních prostředků na zemi, pod zemí i nad zemí je letadlo tou zvláštní spoutávanou šelmou [beast of burden],⁴ která je posedlá pohyby, boč-

⁴ K tomuto překladu viz dále.

ním tlakem, smýkáním, akceleračními tlaky a silnými odstředivými momenty ... to vše v nekonečných variacích a nekonečných kombinacích.⁵

Létání a letadla tedy pro Sperryho byla obzvláště důležitá, zajímavá, a dalo by se říci, že i vzrušující. Anglický termín „beast of burden“ krásně vystihuje napětí mezi „divokostí“ a „spoutaností“ naráz ve zvířeti přítomnou, což se však bohužel ztrácí v českém překladu „soumar“ či „nákladní zvíře“. Rozhodně je mně a patrně i Sperrymu bližší představa letadla jako „šelmy posedlé pohybem“, kterou je navíc nutno řídit kvůli křehké rovnováze v ní neustále přítomné:

Kormidlování lodí, torpéd, letadel, vzducholodí, atd., kde je kormidlo na zádi, přináší několik problémů, z nichž přinejmenším některé jsou způsobeny faktem, že řízení směru takového plavidla je v neustálé nestabilní rovnováze.⁶

V tomto duchu firma Sperry Gyroscope představila roku 1922 zařízení s názvem *Gyro-Pilot* – automatického lodního kormidelníka. Toto zařízení využívalo klasické zpětnovazební smyčky, kdy výstup senzoru (gyrokompasu) byl přes zesilovač (elektromotor otáčející lodním kormidlem) napojen k akčnímu členu (kormidlo), který ovlivňoval směr lodi, a tím opět hodnoty odečítané senzorem. Sperry tento systém ve svém antropomorfním vidění strojů pojmenoval „železný navigátor“ („iron quartermaster“)⁷ a veřejnost mu v ještě silnějším antropomorfismu dala přezdívku „Metal Mike“. Zcela fascinující totiž bylo, že *Gyro-Pilot* ke své činnosti nepotřeboval žádného lidského operátora a pro pozorovatele situace vypadala tak, že kormidlo se otáčí samo od sebe a přitom loď pluje správným směrem. To mimo jiné činilo zařízení ještě zajímavějším, neboť mu propůjčovalo jistý mysteriózní háv, obzvláště spojený s kulturně tak silným obrazem, jako je plavba na moři.

Hromadným nasazováním gyropilotů se postupně lidský kormidelník přesunul do role nejslabšího článku řetězu řízení. Jeho úkolem bylo ovládání gyropilota, který sám ovládal loď. Vznikl tak nový typ komplexní zpětné vazby a těsnějšího *spřažení* (angl. *coupling*) člověka se strojem. Po první světové válce se Sperryho produkce gyroskopických zařízení rozrostla o směrové gyro (směrový indikátor) a umělý horizont – opět dodnes základní

⁵ Elmer SPERRY, „Automatic Steering.“ *Transactions of the Society of Naval Architects and Marine Engineers*, roč. 30, 1922, s. 53–61. Cit. dle MINDELL, *Between Human and Machine*, s. 351, překlad JR.

⁶ *Ibid.*

⁷ Anglický termín „quartermaster“ je používán k označení poddůstojníka zodpovědného za navigaci lodi.

prvky přístrojového vybavení letadel. A právě na základě těchto zařízení vyvinul v letech 1925–1929 Elmer Sperry Jr. prvního leteckého autopilota, kterého firma Sperry Gyroscope představila v roce 1931 pod označením A-1.

Opět zde vznikla taková konfigurace, že lidský pilot ovládal autopilota, který ovládal letoun. To později umožnilo vytvořit systém spárování bombardovacího zaměřovače s autopilotem, který udržoval směr a hladinu letu, zatímco bombometčík naváděl letoun na cíl pomocí vizuální zpětné vazby. Docházelo zde tak k ještě těsnějšímu spřažení mezi člověkem a strojem: bombometčík se stával jedním z orgánů bombardovacího stroje, či naopak bombardér se stal ve chvíli zaměřování a bombardování ústrojným rozšířením bombometčíkova fyzického těla, které ve zpětné vazbě reagovalo na pokyny generované jeho kognitivním aparátem.

Řízení a komunikace

Paralelně se zaváděním strojů automatizujících procesy řízení docházelo k výraznému rozšiřování a modernizování americké národní telefonní sítě (tzv. *Bell System* ve správě společnosti AT&T). K tomu se jako klíčový ukázal vývoj *lineárního* zesilovače signálu (protože klasické elektronkové zesilovače jsou nelineární, čímž dochází ke zkreslení přenášeného řečového signálu a k následné nesrozumitelnosti). Pro tento účel byl nakonec objeven tzv. zpětnovazební zesilovač, což vedlo k intenzivnímu výzkumu chování takto vzniklé zpětné vazby, zejména s ohledem na stabilitu systému, filtraci signálu apod. Dochází tedy k prvnímu spojení formálních procesů řízení s procesy přenášení informace, zatím pouze v inženýrské rovině, a objevují se zde jména výzkumníků z Bell Labs, která jsou od té doby až dodnes známá snad všem studentům elektrotechnických a jiných příbuzných oborů: Harold Black, Harry Nyquist a Hendrik Bode.

Příběh vzniku a postupného rozvoje telefonní sítě v USA ilustruje několik aspektů kybernetického myšlení. V rovině technické a matematické šlo o přímé uplatnění záporných zpětných vazeb, o vznik metod explicitního vyšetření stability systému a návrhu signálových filtrů podle požadovaných kritérií. To ovšem není to, co apriorně činí kybernetiku kybernetikou – podobné metody spadají spíše do teorie řízení či signálové filtrace a pod křídla kybernetiky byly zařazeny ex post (alespoň je však nutno si uvědomit, že celé tyto teoretické koncepce vznikly v podstatě na zakázku zcela praktických inženýrských aplikací). Na rozdíl od systémů řízení střelby či letadel zde nemůžeme hovořit ani o strojovém nahrazení činností, které dříve vykonávali lidé, poněvadž zesilování či filtrování elektrického signálu mezi ně

rozhodně nepatří. O co zde z kybernetického hlediska jde především, je specifické formální uchopení přirozené lidské komunikace. Komunikace lidskou řečí začala být převáděna do kvantifikovatelné a měřitelné domény signálu, frekvencí, modulací a sítí. Lidská řeč se tak stala něčím, s čím lze manipulovat a co lze měřit a strojově zpracovávat. Telefonní síť začala být nazývána „nervovým systémem společnosti“ či „míchou národa“.⁸ K tomu přispěl i vývoj v další oblasti sítě *Bell System* – automatického přepínacího systému, který umožňoval spojení dvou telefonních aparátů bez účasti lidského operátora, pouze na základě uživatelem provedené číselné volby. Takovýto relový spojovací systém se později stal technickou metaforou lidského mozku.⁹

Závěry teoretického výzkumu v Bell Labs ukázaly, že text, řeč i obraz mohou být při dálkovém přenosu zpracovávány zcela stejným způsobem. Díky tomu zprovoznilo AT&T začátkem třicátých let dálkopisnou službu Telex, která umožňovala vysílání textu z jedné stanice (podobné psacímu stroji) na libovolné množství stanic jiných. Tomu předcházela snaha maximalizovat přenosovou kapacitu telefonních a telegrafních linek, čehož se po teoretické stránce ujal opět Harry Nyquist. Ve svých analýzách z roku 1924 rozdělil telegrafní signál na diskrétní informační signálové elementy a rychlost jejich posílání nazval „rychlost přenosu zprávy“.¹⁰ Dále například ukázal, že informační propustnost telegrafní linky je rovna polovině provozní frekvence telegrafu. Později se k tomuto poznatku jako k „Nyquistově frekvenci“ (angl. „Nyquist rate“) odkázal Claude Shannon ve svém vzorkovacím teorému.

Ve stejnou dobu další výzkumník z Bell Labs, Ralph Hartley, pracoval na teorii měření informace. V roce 1928 nahradil Nyquistův antropomorfní termín „zpráva“ neutrálnějším termínem „informace“¹¹ a navrhl možnost porovnávání kapacity různých přenosových kanálů pomocí „logaritmu počtu možných symbolových sekvencí“.¹² Nyquist a Hartley tak položili základy pro teorii informace, kterou plně formuloval Claude Shannon až roku 1948. Ze společných výsledků práce Blacka, Nyquista, Bodeho a Hartleyho je již zřetelně patrný jeden ze základních principů kybernetiky: *jednota řízení a komunikace* (vzpomeňme, že vše začalo snahou „určit“ elektronkový

⁸ MINDELL, *Between Human and Machine*, s. 131.

⁹ Andrew PICKERING, *The Cybernetic Brain: Sketches of Another Future*. Chicago: University Of Chicago Press 2010.

¹⁰ GEROVITCH, *From Newspeak to Cyberspeak* s. 63.

¹¹ *Ibid.*, s. 68.

¹² MINDELL, *Between Human and Machine*, s. 134.

zesilovač). Toto zcela přesně koresponduje s tím, co o bezmála dvě desetítky let později píše Wiener:

V rovině komunikačního inženýrství již začalo být panu Bigelowovi¹³ a mně jasné, že problémy řízení a komunikace jsou od sebe neoddelitelné a že se točí nikoli kolem techniky elektroinženýrství, nýbrž kolem mnohem fundamentálnějšího pojmu zprávy, přenášené ať již elektricky, mechanicky či nervovými prostředky.¹⁴

Je tedy vidět, že Wienerův přínos v této oblasti skutečně nebyl tak převratný, jak je mu připisováno, a že si jednoty řízení a komunikace mnohem dříve před ním a Bigelowem všimli přinejmenším inženýři z Bell Labs.

Zrození kybernetiky

Začátkem třicátých let bylo inženýrské myšlení zcela prosycené postupy a metodami, které později našly své místo v kybernetice. Stále však nešlo o sjednocený samostatný vědní obor – Mindell toto období charakterizuje jako „kultura zpětné vazby“ (*feedback culture*).¹⁵ Teprve později v průběhu desetiletí začalo docházet k metodologickému i terminologickému sjednocení do oboru, který dnes známe jako *teorie řízení*, a to zejména zásluhou Harolda Hazena. Zároveň byl nastartován významný rozvoj výpočetní techniky a budování obrovských analogových počítačů, z nichž obzvláště důležitý byl diferenciální analyzátor vyvíjený na MIT pod vedením Vannevara Bushe za finanční podpory Rockefellerovy nadace, kde byl ředitelem sekce přírodních věd Warren Weaver (obě jména jsou důležitá pro další rozvoj kybernetiky).

Ve stejné době se Spojené státy, znepokojené vývojem mezinárodní situace v Evropě, začaly připravovat na další válku. V roce 1938 odešel Vannevar Bush z MIT do Washingtonu, a to na jednu z nejvyšších pozic vedení vědy a výzkumu v USA – ředitele jednoho z hlavních zdrojů financování vědy, Carnegie Institution. Z této pozice si mohl dovolit v roce 1940 navrhnout prezidentu Rooseveltovi, aby zřídil radu koordinující výzkum v oblasti obrany. Prezident souhlasil a sestavením rady pověřil Bushe. Vznikla tak NDRC – National Defense Research Committee. Šlo v podstatě o skupinu

¹³ Julian Bigelow byl asistentem Norberta Wienera, viz dále.

¹⁴ WIENER, *Cybernetics: or the Control and Communication in the Animal and the Machine*, s. 8, překlad JR.

¹⁵ MINDELL, *Between Human and Machine*, s. 138.

vyvolených, která rozhodovala o tom, co se v USA bude a nebude v rámci mainstreamové válečné vědy zkoumat a vyvíjet (pod NDRC zpočátku spadl i *Manhattan Project* vyvíjející první atomovou bombu).

Bush rozdělil vnitřní strukturu NDRC do čtyř divizí, přičemž pro další rozvoj kybernetiky byla klíčová divize D (radar, řízení střelby, nástroje; vedl Karl T. Compton). Ta byla rozdělena do čtyř sekcí: D-1, detekce a radar; D-2, řízení střelby; D-3, nástroje; D-4, vyzařování tepla. Právě sekce D-2 se zabývala teorií řízení a byla nepřímo zodpovědná za definitivní vznik kybernetiky jako samostatné vědy.

Rozvoj kybernetiky pak kromě Bushe jako předsedy NDRC nesmírně ovlivnil již zmíněný Warren Weaver, kterého Bush požádal, aby vedl sekci D-2. Pod Weaverovým vedením D-2 (a později její nástupce *Division 7*) integrovala, rozvíjela a aplikovala veškeré poznatky teorie řízení a komunikace. Za dobu své pětileté existence podpořila 80 výzkumných kontraktů v celkové výši 11 090 595 amerických dolarů. V této obrovské řadě projektů se nacházel jeden maličkatý, ze všech nejlevnější, podpořený částkou pouhých 2 000 dolarů. Řešen byl jen v průběhu deseti měsíců roku 1942, než byl předčasně zrušen, jeho název zněl „Extrapolation, Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series“ a jeho hlavním řešitelem byl Norbert Wiener z MIT.

Člověk ve zpětné vazbě

Intenzivní rozvoj teorie řízení umožnil na začátku druhé světové války vývoj již velmi rafinovaných a automatizovaných zbraňových systémů. Tento vývoj byl ještě urychlen a zintenzivněn aktivitami NDRC. Stále však v celém kauzálním řetězci řízení těchto systémů hrál obrovskou roli člověk. V květnu 1941 napsal Harold Hazen Weaverovi zprávu s názvem „The Human Being as a Fundamental Link in Automatic Control Systems“ („Lidská bytost jako zásadní článek v systémech automatického řízení“):

Stále silněji a silněji mě napadala myšlenka, že bychom měli vědět co možná nejvíce o dynamických charakteristikách lidské bytosti jako servomechanismu, a tudíž jejího vlivu na dynamiku celého řídicího systému.¹⁶

Právě otázky, jak může lidský operátor ovlivnit stabilitu řídicího systému, jak navrhnout stroj, aby bylo pro člověka co nejsnazší se s ním sžít, jak by měli být operátoři vybíráni a školeni, apod., iniciovaly v souvislosti s Haze-

¹⁶ *Ibid.*, s. 276, překlad JR.

novou zprávou v NDRC podporu výzkumného programu v oblasti interakce člověk-stroj (*human-machine interaction*). Tento program nejenom že zvolil přístup, kterým se později začala vyznačovat kybernetika, ale zároveň ovlivnil Wienera ve formulování jeho vlastních myšlenek.

Wiener se kolem roku 1940 zabýval teorií sítí a jeho přáním bylo aplikovat ji na problematiku servomechanismů, a to v kombinaci s frekvenční analýzou a Fourierovou teorií. Nijak se příliš nezajímal o řízení střelby, nicméně koncem roku 1940 aplikoval svoje poznatky na nejnáročnější matematický problém v oblasti řízení střelby – na *predikci*. Tehdejší metody, které prováděly diferenciální analýzu polohy cíle, byly limitovány pouze na přímé trajektorie cílů a hlavně byly vysoce citlivé vůči šumu, kterého se při jejich reálném nasazení vyskytovalo hodně. Wiener navrhl metodu novou, založenou na elektrické predikční síti, a spolu se Samuelem Caldwellem provedli slibné simulace na diferenciálním analyzátoru v MIT. Caldwell, který tehdy začal pracovat v D-2, předložil za Wienera návrh k vybudování „anticipační“ sítě. D-2 návrh podpořilo a od prosince 1940 dalo Wienerovi kontrakt na *Project 6*, „General Mathematical Theory of Prediction and Application“, s náklady 28 209 amerických dolarů a dobou řešení 2 roky. Wiener si v rámci projektu jako asistenta najal mladého elektroinženýra Juliana Bigelowa a v průběhu roku 1941 spolu sestavili zařízení, které simulovalo jejich nové predikční metody.

Brzy však také narazili na problém se stabilitou systému, neboť se ukázalo, že i jeho síť je velice citlivá vůči vysokofrekvenčnímu šumu. Wiener brzo pochopil, že jde o problém zcela fundamentální, a dokonce jej v duchu analogické neodstranitelnosti přirovnal k Heisenbergovu principu neurčitosti v kvantové mechanice.¹⁷ Rozhodl se tedy vytvořit s Bigelowem zcela nový prediktor založený na statistické analýze korelace mezi minulým výstupem funkce času a jejím výstupem přítomným či budoucím.

Weaver byl v roce 1941 s Wienerovými výsledky simulací velice spokojen a zajistil, aby mu D-2 přidělilo další kontrakt v podobě již zmíněného projektu „Extrapolation, Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series“ (*Project 29*). Po Wienerovi chtěl, aby sepsal své teoretické výsledky. V rámci tohoto projektu Wiener vytvořil vlivnou interní zprávu s názvem „The Extrapolation, Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series with Engineering Applications“, v níž explicitně spojil statistiku s teorií komunikace a pokusil se sjednotit různá odvětví elektroinženýrství:

¹⁷ *Ibid.*, s. 278.

Energetické inženýrství se liší od komunikačního inženýrství pouze v úrovních energie a v příslušném aparátu vhodném pro tyto úrovně, ale ve skutečnosti nejde o samostatné inženýrské odvětví.¹⁸

Ačkoli byla tato práce úspěšná a vlivná po teoretické stránce, Wiener měl problém uplatnit její výsledky v praxi. Algoritmus například předpokládal nekonečný čas sledování minulé trajektorie cíle, zatímco v reálné situaci bylo možné nepřátelské letadlo zaměřovat pouze několik sekund. V červenci 1942 Wiener s Bigelowem předvedli svůj prediktor zástupcům D-2. Ti byli vesměs nadšeni, ovšem Weaver stejně vyjádřil pochybnosti, „zda je to užitečný zázrak, nebo zbytečný zázrak“.¹⁹ Je důležité si totiž uvědomit, o co se to přesně Wiener pokoušel: chtěl vytvořit stroj schopný předvídat budoucnost, kterou má ve svých rukou nepřátelský pilot snažící se za jakoukoli cenu zachránit svůj život.

A zde Wiener učinil další důležitý a nový metodologický krok: dospěl k názoru, že jejich prediktor je limitován nedostatkem znalostí o chování pilotů při únikových manévrech a o zákonitostech jejich letových trajektorií, a že tento nedostatek odstraní tím, že nashromáždí dostatečné množství reálných empiricky získaných dat, která následně statisticky zpracují (jasná paralela s dnešními metodami umělé inteligence a strojového učení). Rozhodl se tedy, že se s Bigelowem vydá na prohlídku různých vojenských zařízení a pokusí se získat potřebná data. Zde ovšem dle Mindella (2002) došla již Weaverovi trpělivost s Wienerovou „naivní“ snahou nalézt ideální analytické řešení. NDRC sice v době svého vzniku kladla důraz na základní výzkum, avšak v roce 1942 již byla silně zaměřena pouze na konkrétní v praxi fungující výsledky. Do takového prostředí se již Wiener přestával hodit.

Koncem roku 1942 se D-2 transformovala do *Division 7* a Wienerův *Project 29* tento přechod nepřežil. Byl předčasně ukončen a Weaver dal přednost konkurenčnímu návrhu Hendrika Bodeho, jehož výsledky byly v praktických testech jen nepatrně horší než u Wienerova systému, avšak s výhodou mnohem snazší realizace. Wienerův *Project 6* skončil v lednu 1943, a tak bylo završeno Wienerovo působení pro NDRC.

Mindell se domnívá, že ani transformace D-2 do *Division 7*, ani dočasná neschopnost převést Wienerovy výsledky v konkrétní aplikaci řízení střelby nebyla tou skutečnou příčinou, která způsobila předčasné ukončení Wienerova výzkumu v NDRC – obzvláště když byl za celou dobu podpořen velmi

¹⁸ *Ibid.*, s. 279, překlad JR.

¹⁹ *Ibid.*, s. 280.

nízkou částkou 30 000 dolarů, odpovídající méně než 0,3 % rozpočtu všech projektů D-2. Podle Mindella byla patrně skutečnou příčinou Wienerova osobnostní nekompatibilita se specifickým prostředím NDRC, jeho někdy až podivínská povaha, neschopnost udržet vojenské tajemství, a možná pro některé členy komise i všeobecná nedůvěra v židovského levicově smýšlejícího profesora.²⁰ V roce 1942 byl Wiener svým „nezdarem“ v NDRC zklamaný a začal těžiště své práce přesouvat z oblasti vojenského výzkumu do oblasti zaměřené na hledání souvislostí mezi zpětnovazebními systémy a chováním člověka.

Jak již bylo zmíněno, Hazenovy myšlenky našly u Weavera velkou odezvu a na jeho popud D-2 iniciovala program výzkumu člověka jako prvku ve zpětnovazební smyčce. V době, kdy Wiener s Bigelowem začali na vlastní pěst cestovat po vojenských zařízeních kvůli analýzám chování pilotů (tj. druhá polovina roku 1942), již mělo NDRC nastartovaný vlastní program zkoumající i tento aspekt „kybernetiky“ – byť „jen“ ve zcela aplikovaném a inženýrském duchu. Všechny studie v rámci tohoto programu vytvářely analogii mezi lidským operátorem a servomechanismem a chápaly interakci člověk-stroj jako zpětnovazební systém. Když tedy Wiener formuloval své myšlenky o sjednocení přístupu při popisu člověka a stroje, nešlo o ojedinělý a převratný nápad génia, nýbrž o čerpání z mnohovrstevnatého a v inženýrské kultuře té doby všeprostopupujícího motivačního ducha. Wiener však na rozdíl od svých kolegů inženýrů pracujících ve firmách a pro NDRC rezignoval na válečný výzkum a vývoj, a tak nebyl zatížen nutností okamžité technické aplikovatelnosti, válečné využitelnosti, ani vojenským tajemstvím. Proto se mu podařilo kybernetiku nakonec vybudovat jako *civilní* intelektuální podnik, nikoli jako válečnou snahu – jak se mnozí její kritici, zejména v Sovětském svazu padesátých let, snažili ukázat.

Domnívám se, že zásadním přínosem Wienera byla jeho schopnost zformulovat kybernetiku jako *fundamentální princip*, tj. jako něco, co ve světě *je*, čím se svět *skutečně řídí* (ontologické hledisko), či jak jej lze *skutečně popsat* (epistemologické hledisko) – v tomto smyslu můžeme chápat kybernetické poznatky ve stejném duchu jako například druhý termodynamický zákon. Vybuďoval kybernetiku jako teorii o světě, a překročil tak stín všech svých předchůdců, kteří sice již s „kybernetickými myšlenkami“ intenzivně pracovali, avšak pouze jako s nástrojem řešení konkrétních inženýrských problémů.

²⁰ *Ibid.*, s. 288.

Wienerova chvíle

Ačkoli Wienerův přínos pro vojenský výzkum v NDRC rozhodně nebyl nevýznamný a jeho matematické poznatky týkající se extrapolace, interpolace a vyhlazování signálu byly pro jeho kolegy nesmírně důležité, Wiener po ukončení svých projektů v NDRC zaměřil svou pozornost značně jiným směrem. Wiener se v době, kdy už nejspíše cítil, že jeho práce není na NDRC přijímána zcela kladně, seznámil na setkáních harvardského *Science of Philosophy Club* s mexickým lékařem a fyziologem Arturo Rosenbluethem,²¹ s nímž našel společnou řeč ve věcech analogií mezi lidskou fyziologií, chováním a servomechanismy.

V roce 1943 publikovali Rosenblueth, Wiener a Bigelow důležitý článek „Behavior, Purpose and Teleology“.²² Tento článek byl psán ve filozofickém duchu a podtrhuje tak Wienerův badatelský odklon od inženýrských vojenských aplikací. Pro Wienera bylo též zřejmě příznivé, že tento filozofický duch mu umožnil vyhnout se problémům s vojenským utajováním informací, které bylo v roce 1943 velmi aktuální. Zmíněný článek zcela explicitně spojoval v teoretické rovině (tj. nikoli jen v úrovni řešení nějaké aplikace) fundamentální koncepty z teorie řízení (zpětná vazba), filozofie (teleologické vysvětlení oproti kauzálnímu) a psychologie (účelovost jednání jednotlivce). Dostával se tak k velmi zajímavému problému: zda a jak může v kauzálně fungujících systémech (kterými dozajista jsou stroje, ale i živé organismy z hlediska fyziologického popisu) vzniknout účelovost jednání, tj. kdy lze změnit kauzální (příčinný) výklad fungování systému na výklad teleologický (účelový) – tj. změnit „něco se stalo, protože ...“ na „něco se stalo, aby ...“. Wiener podává jasnou odpověď: možnost teleologického výkladu vzniká přítomností *zpětné vazby*.

Tímto článkem Wiener jasně definoval směr vznikající kybernetiky. Kybernetika není jen „o řízení“, byť sebesofistikovanějším; kybernetika je o tom, co „udržuje při životě“ živé organismy, čím fundamentálním se tyto organismy liší od neživých objektů a co z toho mají společné se stroji.

V roce 1942 uspořádala *Josiah Macy Jr. Foundation* v New Yorku konferenci o cerebrální inhibici, kde Alberto Rosenblueth přednesl výsledky svého společného bádání s Wienerem. Této konferenci se účastnil i Warren McCulloch z *University of Illinois Medical School*, který spolu s Walterem Pittsem z *University of Chicago* prováděl výzkum zaměřený na modelování

²¹ GEROVITCH, *From Newspeak to Cyberspeak*, s. 62.

²² Arturo ROSENBLUETH – Norbert WIENER – Julian BIGELOW, „Behavior, Purpose and Teleology.“ *Philosophy of Science*, roč. 10, 1943, č. 1, s. 18–24.

logického fungování mozku.²³ McCullochovým cílem bylo zodpovědět základní otázky o možnostech a způsobech lidského vědění:

Otázka po fyziologickém substrátu vědění zde bude přetrvávat do té doby, než bude úplně vyřešena, to je, dokud nebudeme mít uspokojivé vysvětlení toho, jak víme to, co víme, vyjádřené v termínech fyziky a chemie, anatomie a fyziologie, v termínech biologických systémů. [...] Cílem mým jako psychologa bylo objevit svého druhu nejmenší psychickou událost, neboli „psychon“. [...] V roce 1929 mi došlo, že za tyto události mohou být považovány dvouhodnotové „vše-nebo-nic“ impulsy neuronů [...].²⁴

V roce 1943, tedy ve stejnou dobu jako Rosenblueth, Wiener a Bigelow, publikovali McCulloch a Pitts vlivný článek „A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity“, kde jako základní pravidlo nervové aktivity formulovali princip „vše-nebo-nic“ (*all-or-none*), tj. buď neuron (jako základní nervová jednotka) indukuje nějaký signál, nebo neindukuje žádný signál:

[...] psychon není nic jiného než aktivita jednoho neuronu. [...] Povaha „vše-nebo-nic“ těchto aktivit a konformita jejich vztahů s těmi, které platí v logice propozic, zajišťuje, že vztahy mezi psychony jsou tytéž jako vztahy dvouhodnotové logiky. Tudiž fundamentální vztahy v psychologii introspektivní, behaviorální nebo fyziologické jsou vztahy dvouhodnotové logiky.²⁵

V tomto textu dále McCulloch a Pitts diskutují dopady svého modelu na psychiatrii a na uchopení mysli a myšlení, a právě v tomto kontextu zmiňují kauzalitu a vznik účelovosti jednání. McCulloch se dozvěděl o Rosenbluethově a Wienerově práci na již zmíněné konferenci, a tak jim roku 1943 zaslal svůj a Pittsův článek. I on tak přispěl ke zformování kybernetiky.

Dříve než se dostanu k poválečným kontaktům mezi Wienerem a McCullochem, je nutné zmínit další důležitou paralelní větev výzkumu, který se odehrával během druhé světové války. Ten se týkal teorie informace a výpočetních zařízení. Problematikou sdělování a informace se zabýval Claude Shannon. Ten pracoval pro NDRC na projektu „Mathematical Studies Relating to Fire Control“ (*Project 7*), kde díky spojení svých zájmů

²³ GEROVITCH, *From Newspeak to Cyberspeak*, s. 75.

²⁴ Warren MCCULLOCH – Walter PITTS, „A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity.“ *Bulletin of Mathematical Biophysics*, roč. 5, 1943, č. 4, s. 1, 5–6 (reprint in *Vordenker*, Winter Edition 2008), překlad JR.

²⁵ *Ibid.*, s. 19, překlad JR.

o matematickou teorii komunikace a kryptografii vypracoval komplexní teorii informace založenou na formalizaci přenosového kanálu mezi zdrojem a příjemcem informace. Jeho pojetí člověka jako „informačního zdroje“ opět přispělo k vytváření sjednocující metafory mezi člověkem a strojem, a tak dopomohlo k formování kybernetických myšlenek.

Navíc díky teoretické práci Shannona a Turinga stále více sílila potřeba po zařízeních pracujících v diskrétním (číslíkovém), nikoli spojitém (analogovém) režimu. Zatímco Shannon popsal číslicový počítač jako zařízení na zpracování logických operací, Alan Turing vytvořil koncept popisující člověkem realizované výpočty jako logické procedury. Turingův stroj jako teoretický model počítače se spolu s Churchovo-Turingovo tezí stal základním pilířem nově vznikající digitální výpočetní techniky. Komplexní vize myslí a mozku jako logických výpočetních zařízení se začala rodit v průsečíku McCullochova a Pittsova logického modelu mozku, Turingova logického modelu myslí a Shannonova logického modelu číslicových výpočtů. Těto vize se s výjimečnou silou chopil matematik John von Neumann.

Von Neumann, který měl na starosti složité matematické výpočty pro *Manhattan Project* a spolupracoval na vývoji prvních číslicových počítačů ENIAC a EDVAC, dostal na jaře 1945 od Weavera žádost na zpracování zprávy shrnující aktuální stav na poli výpočetní techniky. V této zprávě nakonec von Neumann vypracoval to, čemu se později začalo říkat „von Neumannova architektura“ počítače. Učinil přitom důležitý metodologický posun: nepopisoval architekturu počítače prostřednictvím relových a elektronkových struktur, jak tomu bylo doposud běžné, nýbrž se inspiroval u McCullocha a Pittse a jejich logické analýzy nervové struktury mozku založené na abstraktních neuronech s principem „vše-nebo-nic“. Na základě této „neuronální analogie“ vypracoval systém logického formalismu pro návrh struktury počítače – oddělil funkcionalitu jednotlivých komponent počítače od jejich konkrétní technické realizace.²⁶

Von Neumann radikálně reinterpretoval McCullochův a Pittsův článek z roku 1943 tak, že prohlásil, že libovolně komplexní chování, které jde popsat slovy, může být redukováno na výpočty ve formální neuronové síti:

Z toho dozajista vyplývá, že cokoli, co může být popsáno slovy, může být uděláno i metodou neuronů. A vyplývá z toho také, že nervy nemusejí být nadpřirozeně chytré či komplikované. Vlastně nemusejí být ani tak chytré a komplikované, jak jsou ve skutečnosti, protože takový objekt, který je jako

²⁶ GEROVITCH, *From Newspeak to Cyberspeak*, s. 80.

značně okleštěný neuron, který má mnohem méně atributů a reaguje mnohem schematičtěji než neuron, tak již může dělat vše, co vymyslíte.²⁷

Von Neumann dále tyto závěry spojil se svojí teorií sebereprodukcí se automatů a navrhl, aby se formální jazyk jejich popisu stal společným jazykem pro popis počítačů i lidského mozku. Vytvořil tak zásadní dvojitou metaforu – mozek jako počítač, a počítač jako mozek.

Kybernetika je na světě

Významnou roli v dalším formování myšlenek kybernetiky sehrála série *Macy Conferences* – řada interdisciplinárních konferencí pořádaných v New Yorku v rámci filantropických aktivit *Josiah Macy Jr. Foundation* od roku 1946 do roku 1953. Předsedou těchto konferencí byl Warren McCulloch a mezi účastníky byly známé osobnosti z celého spektra různých oborů, od matematiky přes inženýrské vědy až po lingvistiku či psychologii.

Tento velmi interdisciplinární cyklus konferencí záhy nalezl společný jazyk – byl jím, jak ukážu dále, *cyberspeak*. Ačkoli tedy příspěvky jednotlivých účastníků přicházely ze zcela odlišných končin vědeckého poznání, a vytvářely tak značně různorodý a chaotický obraz, ukazovalo se, že každý se z pozic svého oboru svým způsobem vyjadřování blíží těm ostatním, takže docházelo k zásadnímu sdílení celé řady analogií a metafor člověk-stroj: tělo jako zpětnovazební servomechanismus, život jako zařízení na snižování entropie, člověk jako informační zdroj, lidská komunikace jako přenos zakódované zprávy, lidský mozek jako síť logických prvků, lidská mysl jako číslicový počítač.²⁸

A právě skupina účastníků *Macy Conferences* v letech 1946–1947 se na Wienerův popud rozhodla své nově vzniklé transdisciplinární badatelské pole, jazyk a prostředky nazvat *kybernetika*. Wiener se v průběhu konferencí aktivně spolupodílel na tvorbě nového společného jazyka sjednocujícího řízení a komunikaci ve strojích a živých organismech. Upravil například Shannonovu definici informační entropie tak, že obrátil její znaménko (na negativní entropii), čímž nyní odkazovala k míře zbývající informační nejistoty poté, co byla zpráva přijata, místo původního Shannonova pojetí

²⁷ John von NEUMANN, „Theory and Organization of Complicated Automata.“ In: ASPRAY, W. – BURKS, A. (eds.), *Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory*. Cambridge: MIT Press 1986. Cit. dle GEROVITCH, *From Newspeak to Cyberspeak*, s. 80, překlad JR.

²⁸ GEROVITCH, *From Newspeak to Cyberspeak*, s. 86.

jako počáteční nejistoty. Tím byl schopen zobecnit pojem informace (negativní entropie) jako univerzální míry organizace, jistoty a řádu jak pro systémy technické, tak i živé.²⁹ Informace (a jí představovaný řád) totiž stála nyní v opozici proti entropii (a chaosu). Formálně definovaným konceptem informace se mu tak podařilo uchopit jeden ze základních rysů živých organismů:

Metafora, jíž věnuji tuto kapitolu, je ta, ve které je [živý] organismus viděn jako zpráva. Organismus je v protikladu k chaosu, rozkladu a smrti, stejně jako zpráva je v protikladu k šumu.³⁰

Jde vskutku o velmi převratné uchopení živého, neboť nám nesmírně rozšiřuje pole toho, co můžeme chápat jako živý organismus. Živý tak může být například jazyk, příběh, mezilidský vztah, společnost, ale i stroj, který sám sebe řídí prostřednictvím zpětné vazby. Živé se zde oprostuje od biologických požadavků na látkovou výměnu, rozmnožování, pohyb apod. Wiener dále sjednotil řízení a *informaci* tím, že interpretoval řízení jako komunikaci se zpětnou vazbou, a to jak u strojů, tak i u lidí a společnosti.

Cyberspeak a hra metafor

Skupina prvních *kybernetiků* sjednocená kolem *Macy Conferences* zkombinovala pojmy z fyziologie (homeostáze a reflex), psychologie (chování a cíl), teorie řízení (řízení a zpětná vazba), termodynamiky (entropie a řád) a teorie informace (informace, signál a šum), zgeneralizovala je, a umožnila tak jejich aplikaci jak na živé organismy, tak i na stroje se sebeřízením a na společnost.³¹ Známary americký lingvista ruského původu Roman Jakobson viděl v nově vzniklé kybernetice nesmírně účinný rámec pro popis jazyka, v němž přeformuloval klasickou de Saussurovu strukturální lingvistiku: místo *langue* a *parole* začal Jakobson používat *kód* a *zpráva*, *kontextové variace* nahradil za *redundantní prvky*, *produkci* a *porozumění* za *kódování* a *dekódování*, *mluvčího* a *posluchače* za *enkodér* a *dekodér*.³² Jakobsonova práce se tak stala důležitým teoretickým základem pro budoucí počítačnou lingvistiku a rozvoj technologií strojového zpracování přirozeného jazyka.

²⁹ *Ibid.*

³⁰ Norbert WIENER, *The Human Use Of Human Beings: Cybernetics And Society*. Boston: Da Capo Press 1988, s. 95, překlad JR.

³¹ GEROVITCH, *From Newspeak to Cyberspeak*, s. 87.

³² *Ibid.*, s. 92.

Veškerý tento terminologický posun provázající budování rozsáhlých analogií a metafor mezi člověkem a strojem spoluvytvářel novou vědeckou diskursivní praxi – *cyberspeak*. *Cyberspeak* tak nejen dokázal vytvořit společnou platformu pro doposud nesouměřitelné vědecké teorie, ale zároveň se mu dařilo působit jako magnet přitahující nové a nové kybernetické reinterpretační vědeckých problémů z obrovského spektra všech možných vědních disciplín. Díky tomu v padesátých a šedesátých letech dvacátého století nesmírně vzrostla popularita kybernetiky, a podle mého názoru by bylo možno ji považovat za jeden z nejúspěšnějších transdisciplinárních podniků v historii moderní vědy.

Proliferace *cyberspeaku* byla nakonec tak silná, že proti ní v polovině padesátých let vystoupil dokonce i sám Wiener, který se veřejně ohradil proti používání slova *kybernetika* „skupinou horlivců“ (angl. „by a group of eager beavers“). V roce 1954 Wiener napsal:

Nemohu protestovat proti tomu, aby kdokoli svobodně užíval slova [kybernetika], které jsem zamýšlel jako obecné jméno, ale protestuji proti přivlastňování si slov pokrývajících určitou oblast filozofie inženýrství skupinou inženýrů, kteří mají jen zlomkovitou představu o tom, co tato slova znamenají.³³

Tím, že kybernetika prostřednictvím velmi slibného a efektivního *cyberspeaku* začala přitahovat lidi z mnoha oblastí bádání, a to i z oblastí ryze humanitních, začali si *cyberspeak* osvojovat i ti, kteří nedisponovali dostatečnými znalostmi v oblasti matematiky a technických věd, jež jsou přes veškerá „měkčí“ rozšíření kybernetiky jejím absolutním základem. Kybernetiku tak vytrhli z kontextu svého vzniku, připravili ji o její formální a rigorózní základ a započali tak dodnes trvající proces kulturního přenosu kybernetiky do laických vrstev společnosti.

„Kybernetický“ totiž od padesátých let dvacátého století začalo konotovat s „novými technologiemi“, „blyštivými futuristickými zařízeními“, „sci-fi vizemi“, „humanoidními roboty“, „lepšími zítřky“, „společností bez diskriminace“, „novými světy“, „technologickou vzrušujícím“ apod.³⁴ V těchto konotacích vůbec nejde o fundamentální roli zpětné vazby, o jednotu řízení a informace, o výpočetní realizace myšlenkových procesů, a automatizaci kognitivních a rozhodovacích funkcí, ba ani o sjednocující metaforu člověk-stroj. V těchto konotacích totiž jde zejména o kolektivně

³³ Cit dle GEROVITCH, *From Newspeak to Cyberspeak*, s. 98, překlad JR.

³⁴ V této konotační funkci dnes působí právě již dříve zmíněná předpona „kyber-“.

ventilované ztělesnění archetypálních představ a snů naší společnosti o stvořitelství roli člověka.

Pro dnešní kybernetiku je pak velice důležité, že takovéto „kolektivní ztělesnění snů“ má sociálně-konstruktivní rys, a stává se tak sociální realitou. Dnes je to právě masa laické společnosti, která svými představami určuje, co je a kterým směrem leží ta „vysněná budoucnost“ plná robotů a nových technologií. Není totiž vůbec náhoda, že se mnohým autorům „klasické sci-fi“ (např. Isaac Asimov, Arthur C. Clarke, Ray Bradbury, Stanisław Lem, Arkadij a Boris Strugačtí, Philip K. Dick, William Gibson a mnozí další), kteří byli silně ovlivněni všeprostopupujícím *cyberspeakem* své doby, dařilo tak dobře předpovídat technologický rozvoj, jenž přišel až několik desetiletí po jejich novelách a románech. Oni totiž svým sci-fi dílem opírajícím se o *cyberspeak* doslova vykonstruovali reálný rys společnosti, vtiskující jí poprávku a představy přesně o takové budoucnosti (či jejích technologických artefaktech), která byla v jejich sci-fi dílech vyobrazena.

Musíme si tedy uvědomit, že paradoxně i role těch, kteří ve druhé polovině dvacátého století aktivně participovali na rozvoji *cyberspeaku*, aniž by vlastní kybernetice rozuměli více než jen velmi povrchně a „jen“ vytvářeli společensky silně přístupné „kybernetické“ metafory, je vposledku pro dnešní kybernetiku velice důležitá. Přes společenský a kulturní přenos nám totiž s časovým odstupem takto vzniklé „kybernetické sny“ určují významné motivační směry, jimiž se má kybernetika a s ní spojený výzkum a vývoj ubírat do budoucna.

Závěr: Co je tedy kybernetika?

Definice kybernetiky existuje velké množství. Některé z nich se od sebe liší pouze v detailech, jiné jsou vzájemně skoro nesouměřitelné.³⁵ Některé velmi specifickým výčtem vyjmenovávají, čím vším se kybernetika zabývá, jiné naopak používají obecné metafory. Pokusím se nyní od již existujících definic částečně odhlédnout a zformuluji definici takovou, která reflektuje shora nastíněné historické kořeny kybernetiky, zejména pak Wienerovský epistemologický moment. *Kybernetika je transdisciplinární vědecký diskurz, jehož prostřednictvím se snažíme strojům vtisknout to, co činí živé organismy živými.*

³⁵ Viz. např. heslo „Cybernetics“: *Cybernetics* [online]. Dostupné z: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Cybernetics>> [cit. 15. 8. 2014].

Za živé organismy zde můžeme považovat nejen organismy biologické, ale i organismy společenské. Je tedy vhodné znovu zdůraznit, jak důležitou roli pro formování kybernetického myšlení přinejmenším od Wienera a *Macy Conferences* hrálo teoretické uchopení paralel mezi živým organismem a samočinně fungujícím strojem. Parafrázujeme-li významného průkopníka kybernetiky Williama Rosse Ashbyho, můžeme říci, že kybernetika je obrazem živého organismu (nebo „živého stroje“) tak, jako je geometrie obrazem prostoru:

Kybernetika se má ke skutečným strojům – elektronickým, mechanickým, nervovým a ekonomickým – právě tak, jako se má geometrie k reálným předmětům v prostoru kolem nás.³⁶

V období před druhou světovou válkou analogie mezi člověkem a strojem neměla tak fundamentální a teoretickou roli, byla však silným praktickým prvkem inženýrsky motivovaného aplikovaného výzkumu a vývoje řešícího konkrétní technické problémy. Tuto inženýrskou motivaci tedy dále považuji za nedílnou součást kybernetiky, za další její rys, za druhou stranu téže kybernetické mince: *Kybernetika je životní, badatelský a inženýrský přístup, jenž je schopen řešit zcela nové a bezprecedentní problémy vyplývající z požadavků nahradit člověka strojem v určitých rolích, které se opírají o lidské myšlení a schopnosti.*

Přesně v tomto duchu je v dnešní době rozvíjena činnost na katedrách či odděleních kybernetiky, ať již se týká návrhů a realizací složitých systémů průmyslového řízení či například automatického titulkování televizních pořadů v přímém přenosu. Tyto úlohy by totiž těžko plně spadaly pod některou jinou samostatnou disciplínu, jako například teorii řízení, informatiku, matematiku, lingvistiku, psychologii, apod. Jsou totiž ze své podstaty tak komplexní a provázané jak se světem lidským, tak se světem technologií, že jediné kybernetika je schopna je řešit svým transdisciplinárním rozsahem, vybudovanou teorií a úzkým sepětím s inženýrským přístupem.

Nyní se pokusím shrnout aspekty, jimiž se vyznačuje kybernetika jako explicitně formulovaná vědní disciplína a které vyplývají ze shora přibližného historického kontextu:

- popis reality pomocí formálně definovaných abstraktních systémů
- aktivní vytváření a využívání metafory a analogií člověk-stroj; sjednocený popis pro živé organismy a stroje

³⁶ William Ross ASHBY, *An Introduction to Cybernetics*. London: Chapman & Hall 1957, s. 2.

- vytváření interakce člověk-stroj a systémů se sprážením (*coupling*) mezi člověkem a strojem
- využití informační zpětné vazby k vytvoření teleologického chování systému, které lze v mnohých případech ztotožnit s řízením
- ontologie černé skříňky³⁷
- silná vazba na inženýrské řešení aplikačních problémů
- *cyberspeak* a silné sociálně-konstruktivní vlivy

Kybernetika klade důraz na *samočinnost* zkoumaných či konstruovaných systémů. Tuto samočinnost vystihuje řecké slovo *automaton*. Jedním z důležitých motivačních pilířů kybernetiky je tedy automatizace. Tím systematicky vznikalo ve druhé polovině 20. století celé důležité odvětví kybernetiky, které můžeme nazvat *technická kybernetika* a charakterizovat touto „klasickou“ definicí: *Technická kybernetika je věda, která se zabývá automatizací řídicích, rozhodovacích, monitorovacích a dalších procesů (systémů).*

Je zapotřebí si ovšem také uvědomit, čím kybernetika *není*. *Kybernetiku* nelze redukovat na pouhou *technickou kybernetiku* – k tomu definice uvedené výše. Dále kybernetika dozajista není teorií řízení. Jejich vazby jsou samozřejmě nesmírně silné a z předchozího textu jasně patrné, nicméně teorie řízení vznikla prokazatelně před kybernetikou a od dob Wienera se ve vzájemném souznění rozvíjela paralelně s ní. Rozhodně tedy nemůžeme říci, že by teorie řízení vznikla z kybernetiky. Můžeme však říci, že pro kybernetiku je teorie řízení jedním z jejích nástrojů, a to jak v epistemologickém smyslu, tak i ve smyslu inženýrském. Samotná teorie řízení oproti kybernetice neobsahuje onen fundamentální aspekt teoretického vztahu mezi strojem a živým organismem. Teorie řízení je pochopitelně nesmírně silně inženýrsky a aplikačně motivovaná, avšak oproti kybernetice je výrazně omezenější co do typu řešených úloh (teorie řízení například nevyužívá postupů modelujících lidské kognitivní schopnosti).

Kybernetika také není teorií informace, ani informatikou (ve smyslu *computer science*). Její vztah k těmto disciplínám je velmi podobný jako vztah k teorii řízení. Dále kybernetika není ani teorií systémů, byť cokoli, s čím kybernetika pracuje, abstraktním systémem je. Teorie systémů totiž sice vytváří unifikující teoretické koncepty použitelné při popisu strojů i živých organismů, avšak zcela jí chybí reálné a prakticky zrealizované interakce člověk-stroj či skutečně vtělené sprážením mezi člověkem a strojem.

³⁷ Z důvodů prostorových omezení jsem v tomto článku zcela vynechal diskuzi kybernetické metafory „černé skříňky“.

Inženýrská a aplikační motivace teorie systémů je též výrazně nižší než kybernetiky. Kybernetika je holistickým spojením všeho výše uvedeného, navíc spojením, které je schopno *vytvářet* věci, které *fungují*. Můžeme tedy nyní již lépe obhajovat pozici, že kybernetika má i dnes zcela jasně vymezené a nenahraditelné místo na poli vědeckého bádání, neboť v oblasti vědeckého diskurzu stále ztělesňuje jeden z nejvíce motivujících technicko-společenských cílů naší civilizace.