

ÚVOD

Základní problém komunikace spočívá v tom, že v jednom bodě má víceméně přesně reprodukovat zprávu vybranou v jiném bodě. Zprávy často mívají význam.

CLAUDE SHANNON (1948)

Po zlomovém roce 1948 se lidé domnívali, že přesně vědí, co bylo inspirací k dílu Clauda Shannona. Byl to však zpětný pohled. Sám Shannon to viděl jinak: *Má mysl bloudí a já si dnem i nocí představuji různé věci. Přemýšlím jako spisovatel sci-fi: „Co kdyby to bylo takhle?“¹*

Rok 1948 byl rokem, kdy Bell Labs oznámily vynález nepatrného elektronického polovodičového zařízení. Byl to „úžasně jednoduchý vynález“, který svedl všechno co elektronka, a ještě účinněji. Tyto krystalické plátky byly tak malé, že se jich do dlaně vešla stovka. V květnu vědci vytvořili komisi, která měla pro vynález vymyslet jméno. Komise předala vedoucím technikům z Murray Hill v New Jersey hlasovací lístky, na nichž byly různé možnosti: *polovodičová trioda... iotatron... tranzistor* (hybridní název, který vznikl z *varistoru* a *transkonduktance*). „Tranzistor“ to vyhrál. Bell Labs prohlásily ve zprávě pro tisk: „Může mít dalekosáhlou důležitost v elektronice a v komunikaci pomocí elektřiny.“ Tentokrát skutečnost předčila reklamu. Tranzistor zahájil revoluci v elektronice – tato technologie se vydala cestou miniaturizace a rozšířila se všude. Tři hlavní vynálezci zanedlouho obdrželi Nobelovu cenu. Pro Bell Labs znamenal korunovační klenot. V tomto roce to však byl až druhý nejdůležitější objev. Tranzistor byl přece jen pouhý hardware.

Mnohem promyšlenější a zásadnější vynález se objevil v článku, který v červnu a listopadu zabral 79 stran firemního časopisu *The Bell System Technical Journal*. S tiskovou zprávou o tomto vynálezu se nikdo neobtěžoval. Název zněl zároveň jednoduše i velkolepě: „Matematická teorie komunikace.“ Stručně shrnout jeho obsah nebylo snadné; stal se však opěrným bodem, kolem kterého se začalo všechno točit. Stejně jako tranzistor, i tento vynález inspiroval vznik novotvaru: slova *bit*. Tentokrát ho nevytvořila komise, ale sám autor, dvaatřicetiletý Claude Shannon. Bit se nyní přidal k metru, kilogramu a sekundě jako fyzikální veličina – základní měrná jednotka.²

Co ale měřila? Shannon napsal: „Jednotka pro měření informací“ – jako by něco takového jako měřitelná a vyčíslitelná informace existovalo.

Claude Shannon v Bell Labs teoreticky patřil do skupiny matematického výzkumu, většinou ale zkoumal sám.³ Když se tato skupina přemístila z pracoviště v New Yorku do prostor na předměstí New Jersey, které zářily novotou, držel se zpátky. Často přebýval v malé, odloučené místnosti ve staré dvanáctipatrové budově ze žlutých cihel na West Street. Její průmyslový zadní trakt byl otočen k řece Hudson a průčelí směrem k sousedící čtvrti Greenwich Village. Shannon neměl rád dojíždění do práce. Líbilo se mu okolí městského centra, kde mohl v nočních klubech poslouchat klarinetisty, jak hrají jazz. Stydlivě se dvořil mladé ženě, která v Bell Labs pracovala na výzkumu mikrovln. Její pracoviště bylo hned v protější ulici, ve dvoupodlažní budově dřívější továrny Nabisco. Lidé Shannona pokládali za chytrého mladého muže. Jako čerstvý absolvent MIT se pustil do práce v laboratoři pro vojenský výzkum. Nejprve vytvářel systém automatického řízení palby u protiletadlových kanonů. Později se zaměřil na teoretickou podporu utajené komunikace – šifrování – a vypracoval matematický důkaz bezpečnosti Systému X, telefonní horké linky mezi Winstonem Churchillem a prezidentem Rooseveltem. Po těchto úspěších byli jeho nadřízení ochotni nechat ho pracovat samotného, i když přesně nechápali, co vlastně dělá.

Telekomunikační společnost AT&T v polovině století nepožadovala od své výzkumné divize okamžité výsledky. Dovolila odbočky do matematiky či astrofyziky, byť komerční význam nebyl jasný. Na pracovištích této telefonní společnosti, která byla obrovská, monopolní a měla téměř globální dosah, se zrodil bezpočet objevů moderní vědy. Přesto hlavní předmět činnosti této firmy zůstal stranou zájmu výzkumníků. V roce 1948 se prostřednictvím 222 000 000 kilometrů telefonních kabelů společnosti a 31 000 000 telefonních přístrojů uskutečnilo 125 000 000 telefonických hovorů. Úřad pro sčítání lidu oznámil tyto údaje v pasáži „Komunikace ve Spojených státech“, ale byl to jen hrubý odhad objemu komunikace. Sčítání také zaznamenalo několik tisíc rozhlasových a pár desítek televizních vysílacích stanic, které se v komunikačních formách přidaly k novinám, knihám, letákům a poště.⁴ Pošta může spočítat své dopisy a balíky, co ale přesně přenášela firma Bell System? V jakých jednotkách se to počítalo? Jistě ne v *hovorech*, ani ve *slovech*, a už vůbec ne v *písmenech*. Snad to byla jen elektřina. Technici společnosti byli elektrotechnici. Každý chápal, že elektřina slouží jako prostředník pro přenos zvuku lidského hlasu, když zvukové vlny přenášené vzduchem vstupují do telefonního mluvítko a získávají podobu elektrických vln. Díky této přeměně telefon předstihl telegraf – předchozí technologii, která už tehdy vypadala starožitně. Telegrafie se opírala o jinou přeměnu: kód z teček a čárek vůbec není založen na zvucích, ale na psané abe-

cedě, což je koneckonců další kód. Při pohledu zblízka vidíme řetězec abstrakcí a proměn – tečky a čárky zastupují písmena abecedy, písmena zastupují zvuky a v kombinacích tvoří slova, slova zastupují jakousi konečnou živnou půdu významu, kterou je možná lepší přenechat filozofům.

Bell System žádné filozofy neměl, ale prvního matematika najal v roce 1897. Byl jím George Campbell z Minnesoty, který měl v té době za sebou studia v Göttingenu a Vídni. Okamžitě byl postaven před zásadní problém raného telefonního přenosu. Když signály procházely obvody, deformovaly se. Čím větší byla vzdálenost, tím větší bylo i zkreslení. Campbell to řešil prostředky matematiky i elektrotechniky.⁵ Jeho zaměstnavatelé se naučili, že se nemají příliš zabývat jejich rozlišováním. Sám Shannon se ve studentských letech nemohl rozhodnout, zda být technikem nebo matematikem. Pro Bell Labs byl chťe nechťe obojím – ovládal obvody a relé, ale nejšťastnější byl v království symbolické abstrakce. Většina odborníků v oboru sdělovací techniky se zaměřila na hmatatelné problémy: zesílení a modulaci, fázové zkreslení a zhoršování odstupů signálu od šumu. Shannon měl rád hry a hádanky. Už když jako chlapec četl Edgara Allana Poea, uchvátily ho tajné šifry. Dával si dohromady jedno s druhým, jako by skládal mozaiku. V prvním roce studií na MIT pracoval jako asistent výzkumu na proto-počítači – diferenciálním analyzátoru Vannevara Bushe, který používal k řešení rovnic velké otočné převody, hřídele a kola. Ve dvaadvaceti letech napsal disertační práci, v níž k návrhu elektrických obvodů použil ideu z 19. století, Booleovu logickou algebru (kombinace logiky a elektřiny se zdála zvláštní). Později pracoval s matematikem a logikem Hermannem Wylem, který ho naučil, co je teorie: „Teorie dovolují vědomí ‚překročit vlastní stín‘, zapomenout na to, co je dané, a zastupovat transcendentní skutečnosti; nicméně, jak je zcela evidentní, pouze v symbolech.“⁶

V roce 1943 anglický matematik a odborník na prolamování šifer Alan Turing navštívil kvůli kryptografii i Bell Labs. Zde potkal Shannona a u oběda společně probírali budoucnost umělých myslících strojů. (Turing vykřikl: „Shannon chce počítačový mozek nakrmit nejen *daty*, ale i kulturou! Chce mu pouštět hudbu!“⁷) Shannon se setkal i s Norbertem Wienerem, svým dřívějším učitelem z MIT, který v roce 1948 navrhl pro nový vědní obor název „kybernetika“, studium komunikace a řízení. Mezitím se Shannon začal podrobně zabývat televizním signálem, ovšem z nezvyklého důvodu. Přemýšlel, zda lze jeho obsah nějak stlačit či zhustit, aby se umožnil rychlejší přenos. Logika a teorie obvodů se spojily a vytvořily nového křížence. Totéž udělaly kódy a geny. Po svém, v odloučení, hledal Shannon systém, kterým by poskládal dohromady svou bohatou mozaiku, a tak začal vytvářet teorii informace.

Všude kolem byla spousta nevybroušeného materiálu. Leskl se a bzučel v krajině začínajícího 20. století – dopisy a zprávy, zvuky a obrazy, novinky a pokyny, čísla a fakta, signály a znaky. Změť příbuzných druhů, které byly v pohybu. Přenášela je pošta, dráty nebo elektromagnetické vlny. Neexistovalo však jedno slovo, které by celou tuto směsici nějak pojmenovávalo. V roce 1939, na MIT, napsal Shannon Vannevaru Bushovi: „Pracoval jsem na analýze některých základních aspektů obecných systémů, jež slouží k přenosu zpravodajství.“⁴⁸ *Zpravodajství* byl prastarý výraz, v běžné mluvě velmi přizpůsobivý. V 16. století napsal sir Thomas Elyot: „Nyní se používá jako elegantní slovo v případech, kdy vznikla vzájemná dohoda nebo se sjednala schůzka, ať už písemně nebo ústně.“⁴⁹ Tento výraz však získal i jiný význam. Několik techniků, zvláště v telefonních laboratořích, začalo hovořit o *informaci*. Mluvili o ní ve smyslu něčeho technického: množství či míra informace. Shannon tento význam přijal za svůj.

Pro použití ve vědě muselo slovo *informace* znamenat něco specifického. O tři století dříve nemohla fyzika jako nový vědní obor pokročit dál, dokud si Isaac Newton nepřizpůsobil slova, která byla dávná a nejasná – *sila*, *hmotnost*, *pohyb* a dokonce *čas* – a nedal jim nový význam. Newton z nich udělal veličiny, vhodné k použití v matematických vzorcích. Do té chvíle byl například *pohyb* stejně přizpůsobivý a všeobsažný výraz jako *informace*. Pro stoupence Aristotelovy školy znamenal pohyb rozsáhlou množinu jevů: zrání broskve, pád kamene, růst dítěte, rozklad těla. Byl to příliš široký pojem. Většinu podob slova *pohyb* bylo nutné zavrhnout, než se mohly použít Newtonovy zákony a vědecká revoluce mohla uspět. V 19. století začalo procházet podobnou proměnou slovo *energie* – filozofové přírodních věd přijali význam aktivita či intenzita. Udělali z ní matematickou veličinu a přisoudili jí zásadní místo v pohledu fyzika na přírodu.

Stejná situace nastala u slova *informace* – musela se provést jeho rituální očista. Když pak bylo zjednodušeno, vytříbeno a spočítáno v bitech, zjistilo se, že informace jsou všude. Shannonova teorie postavila most mezi informací a nejistotou, informací a entropií, informací a chaosem. Výsledkem jsou kompaktní disky, faxy, počítače a kyberprostor, Mooreův zákon a všechna světová mediální centra. Zrodilo se zpracování informací, uchovávání informací i vyhledávání informací. Lidé začali pojmenovávat věk, který nadešel po době železné a věku páry. V roce 1967 Marshall McLuhan poznamenal: „Kdysi byli lidé sběrači potravy¹⁰ a nyní se znovu projevují jako sběrači informací.“* Napsal to právě včas, za prvního rozbřesku výpočetní techniky a kybernetického světa.

* A suše dodal: „V této roli není elektronický člověk o nic menším nomádem než jeho paleolitický předek.“

Dnes vidíme, že náš svět pohánějí informace. Jsou jeho krví a palivem, životně důležitým principem. Zcela prostupují všechny vědní obory a proměňují každý obor poznání. Teorie informace vznikla jako most mezi matematikou a elektrotechnikou a pak spojila elektrotechniku s výpočetní technikou. To, čemu anglicky mluvící obyvatelstvo říká *computer science* čili „počítačová věda“, znají Evropané pod názvy *informatika*, *informatique*, *informatica* či *Informatik*. Nyní je vědou o informacích i biologie. Stala se naukou o zprávách, pokynech a kódech. Geny uchovávají informace a umožňují si v ní číst a vypisovat ji. Život se šíří síťovým sdílením informací. Samo tělo je informačním procesorem. Paměť nesídlí jen v hlavě, ale v každé buňce. Není divu, že vedle teorie informace vzkvétala i genetika. DNA je základní informační molekula, nejpokročilejší procesor zpráv na buněčné úrovni – abeceda a kód, šest miliard bitů tvořících lidskou bytost. Richard Dawkins, který se zabývá evoluční teorií, prohlásil: „Podstatou všeho živého není oheň, horký dech ani ‚jiskra života‘. Je to informace, slova, pokyny... Pokud chcete porozumět životu, neuvažujte o kypícím a pulzujícím rosolovitém bahně. Uvažujte o informačních technologiích.“¹¹ Buňky každého organismu jsou spojovacími články v hustě provázaných komunikačních sítích – předávají a přijímají, kódují a dekódují informace. Sama evoluce ztělesňuje pokračující výměnu informací mezi organismem a prostředím.

Werner Loewenstein po třiceti letech zkoumání mezibuněčné komunikace prohlásil: „Informační kruh se stává jednotkou života.“¹² Připomněl nám, že *informace* dnes značí něco hlubšího: „Znamená i vesmírný princip organizace a řádu a přináší jeho přesnou míru.“ Gen má také svou kulturní obdobu: mem. V kulturní revoluci je mem tím, co replikuje a propaguje: ideu, módu, řetězový dopis i konspirační teorii. Když máme špatný den, stane se memem počítačový virus.

V dnešní době, kdy vývojový oblouk od hmoty k bitům dokončují i samotné peníze, uložené v počítačové paměti a na magnetických páskách, považuje ekonomie sama sebe za vědu o informacích. Světové finance proudí globálním nervovým systémem. I v době, kdy se peníze ještě pokládaly za hmotné bohatství a zatěžovaly kapsy i trezory a podpalubí lodí, byly jen informací. Mince a bankovky, šekely i mušličky – to vše představovalo jen krátkodobé technologie k vyjádření informace, co kdo vlastní.

A co atomy? Hmota má svou vlastní měnovou soustavu a fyzika, nejhmatatelnější věda, podle všeho dozrála. I fyzika však pocituje, že ji nový intelektuální model odstrčil stranou. Po 2. světové válce prožívali fyzici svůj zlatý věk. Rozštěpení atomu a ovládnutí jaderné energie se pokládalo za skvělé novinky vědy. Teoretická fyzika zaměřovala své zdroje a prestiž na hledání elementár-

ních částic a na zákony, které řídí jejich vzájemné působení. Fyzici se soustředili na výstavbu obrovských urychlovačů a odhalení kvarků a gluonů. Zdálo se, že výzkum v oblasti sdělovacích prostředků je jejich vznešeným snahám nesmírně vzdálený. Claude Shannon v Bell Labs nepřemýšlel o fyzice. Fyzika částic nepotřebovala bity.

Náhle je však potřebovat začala. Fyzici a informatici jsou stále častěji jedni a titíž lidé. Bit je elementární částicí jiného druhu. Není jen nepatrný, ale i abstraktní – binární číslice, přepínač, ano/ne. Je nehmotný, ale s tím, jak vědci nakonec začínají rozumět informaci, docházejí k úvaze, zda by mohl být primární, zásadnější než samotná hmota. Tvrdí, že bit je již neredukovatelné jádro a že informace tvoří samotnou esenci života. John Archibald Wheeler, poslední žijící spolupracovník Alberta Einsteina i Nielse Bohra, který přemostil fyziku 20. a 21. století, shrnul toto prohlášení do prorockých jednoslabičných slov: „Před, tím‘ je bit.“ Informace vyvolává existenci „každého ‚to‘ – každé částice, každého silového pole i samotného pokračování prostoru a času“.¹³ Jedná se o další způsob, jak proniknout do paradoxu pozorovatele, který spočívá v tom, že výsledek je ovlivněn nebo dokonce předurčen tím, že je pozorován. Pozorovatel jen nepozoruje, ale také se ptá a předkládá tvrzení, které se nakonec musí vyjádřit v jednotlivých bitech. Wheeler zdrženlivě napsal: „To, čemu říkáme realita, vzniká v poslední analýze z kladení otázek, na něž odpovídáme buď ano, nebo ne.“ A dodal: „Všechny hmotné věci jsou informatického původu a toto je sdílený vesmír.“ Celý vesmír je jako počítač – vesmírný stroj na zpracování informací.

Klíčem k rozluštění hádanky je druh vztahu, který v klasické fyzice neměl místo: jev známý jako entanglement neboli kvantové provázání. Když se částice nebo kvantové systémy prováží, jejich vlastnosti zůstanou navzájem korelovány i na obrovské prostorové a časové vzdálenosti. Bez ohledu na počet světelných let, který je mezi nimi, sdílejí něco, co je hmotné, a přece ne pouze hmotné. Vyvstanou děsivé a neřešitelné paradoxy – dokud člověk nepochopí, jak toto provázání kóduje informaci, měřenou v bitech nebo v jejich směšně pojmenovaných kvantových protějšcích: qubitech. Když na sebe vzájemně působí fotony, elektrony a další částice, co vlastně opravdu dělají? Vyměňují si bity, předávají kvantové stavy, zpracovávají informaci. Přírodní zákony jsou algoritmy. Každá žhavá hvězda, každá tichá mlhovina, každá částice, která zanechává v mlžné komoře záhadnou stopu – to vše je procesor, který zpracovává informace. Vesmír jako počítač vypočítává svůj vlastní osud.

Kolik toho dokáže vypočítat? A jak rychle? Jak velká je jeho celková informační kapacita, kapacita paměti? Jaké je spojení mezi energií a informací? Kolik energie se spotřebuje na přepnutí bitu? Tyto otázky jsou těžké, ale nejsou tak

mystické nebo metaforické, jak vypadají. Fyzici a jejich nový druh, teoretici kvantové informatiky, se s nimi moří společně. Počítají a přinášejí předběžné odpovědi. (Wheeler říká: „Počet bitů vesmíru, ať už si to znázorníme jakkoli, je deset umocněno na obrovský exponent.“¹⁴ Seth Lloyd tvrdí: „[Vesmír] dosud neprovedl více než 10^{120} operací na 10^{90} bitech.“¹⁵) Nově pohlížejí na tajemství termodynamické entropie a na ony nechvalně známé pohlcovače informací – černé díry. Wheeler prohlašuje: „Zítřejí už se naučíme chápat a vyjadřovat celou fyziku v jazyce informace.“¹⁶

S tím, jak role informace roste nad všechna očekávání, ukazuje se, že roste až příliš. Lidé o tom dnes říkají: „TMI“ – too much information (příliš mnoho informací). Trpíme informační únavou, úzkostí a přesyceností. Setkali jsme se s ďáblem informačního zahlcení a jeho uličnickými poskoky – počítačovými viry, obsazovacím tónem, prezentacemi v PowerPointu a nefungujícími odkazy. I to vše lze nepřímou příčinou Shannonovi. Všechno se tak rychle změnilo. John Robinson Pierce (technik z Bell Labs, který přišel se slovem *tranzistor*) později uvažoval: „Je těžké si představit svět před Shannonem tak, jak ho tenkrát lidé vnímali. Je obtížné obnovit nevinnost, nevědomost a nedostatek znalostí.“¹⁷

Přesto se minulost opět dostává do středu pozornosti. Evangelium podle Jana říká: „Na počátku bylo Slovo.“ Jsme živočišný druh, který se pojmenoval *Homo sapiens* – člověk rozumný. A po zralé úvaze jsme název doplnili na *Homo sapiens sapiens*. Největším Prometheovým darem lidstvu koneckonců nebyl oheň: „Také čísla, nejpřednější z věd, jsem pro ně vytvořil, a spojování písmen, umění tvořivé matky Múz, pomoci něhož si vše udržíme v paměti.“¹⁸ Základní informační technologií byla abeceda. Telefon, fax, kalkulačka a nakonec počítač jsou až pozdní vynálezy, vytvořené s cílem ukládat, zpracovávat a předávat poznatky. Naše kultura pro tyto užitečné novinky použila pracovní slovník. Mluvíme o stlačování dat a víme, že se zcela liší od stlačování plynů. Víme o kontinuálním přenosu informací, jejich analýze, třídění, porovnávání a filtrování. K vybavení domácnosti patří už i iPody a plazmové obrazovky, mezi naše dovednosti patří posílání textových zpráv a googlování. Máme k tomu talent a zkušenosti, a tak vidíme informaci zvýrazněnou v popředí. Ona tam však byla vždy. Prostupovala i svět našich předků a přijímala různé podoby – od pevných k éterickým, od žulových náhrobních kamenů po pomluvy na panovnickém dvoře. Děrný štítek, pokladna v obchodě, Babbageův diferenční stroj z 19. století i telegrafní dráty – to vše hrálo svou úlohu při tkaní informační pavučiny, ke které lneme. Každá nová informační technologie přinesla rozkvět v uchovávaní a předávání informací. Z tiskáren vyšly nové druhy informačních organizérů: slovníky, encyklopedie, kalendáře – přehledy slov, klasifikace faktů, stromy

INFORMACE

poznání. Informační technologie sotva stihnou zastarat. Každá další vystřídá ty předchozí. Thomas Hobbes proto v 17. století odmítl obdivovat nová média své doby: „Vynález tisku je sice důmyslný, ale ve srovnání s vynálezem písma příliš neznamená.“¹⁹ Do jisté míry měl pravdu. Každé nové médium mění povahu lidského myšlení. Z dlouhodobého hlediska jsou dějiny příběhem o tom, jak si informace začíná uvědomovat sama sebe.

Některé informační technologie se dočkaly ocenění již v době svého vzniku, jiným se to nepoštětilo. Jednou z těch, které zůstaly hluboce nepochopeny, byly africké mluvící bubny.