

Úvod

Je skoro klišé to říkat: nikdo se nechlubí tím,
že se nevyzná v literatuře, ale je zcela společensky přijatelné
holedbat se neznalostí přírodních věd a hrdě prohlašovat,
že matematika je pro vás španělská vesnice.

(Richard Dawkins v přednášce na počest Richarda Dimblebyho, BBC, 1996)

Jednoho prosincového rána roku 2019 mě v záplavě nejrůznějších průzkumů veřejného mínění a předvolebních statistik v britském tisku, zpravodajských televizních pořadů a zpráv v mé e-mailové schránce obzvláště zaujaly dvě novinové zprávy a jedno tiskové prohlášení.

Z tiskové zprávy jsem se dozvěděl, že 10 milionů lidí ve Velké Británii pravidelně trpí bolestí hlavy, zatímco zprávy hovořily o tom, že 37 % dětí v Croydonu žije v relativní chudobě a že export z Číny do Spojených států v listopadu poklesl oproti předchozímu roku o 23 %.

Žijeme ve světě, kde zprávám čím dál víc vévodí data a číselné údaje, jenže až příliš často se na nás valí bez dostatečných informací umožňujících správnou interpretaci. Ta čísla v nás mohou vyvolat soucit s lidmi sužovanými migrací, pracovníky dětských sociálních zařízení v Croydonu nebo čínskými exportéry, ale většina z nás – včetně těch, kdo patří do oněch tří skupin – se jen sotva pozastaví nad tím, co skutečně znamenají a jak se k nim dospělo. Jen je

otupěle přelétáme očima, aniž by nás napadlo položit si například následující otázky:

Co znamená „pravidelné bolesti hlavy“? Míní se tím „časté“ bolesti? Pravidelně znamená například jednou za rok, ale co se týče bolesti hlavy, jednou za rok nijak často není. Připomnělo mi to reklamní ceduli, kterou jsem vídal na nádražích a která inzerovala „pravidelný spoj do Londýna“. Pravidelným spojem může být jeden vlak týdně, ale to je jen stěží dobrá reklama pro jakéhokoli dopravce. A pokud někdo těmi bolestmi hlavy trpí často, znamená to každý den, nebo každé ráno po velkém flámu, nebo když se nakupí hodně práce, nebo co přesně?

A co ty děti z Croydonu žijící v relativní chudobě? Co přesně má znamenat to „relativní“? Jen tu samozřejmost, že 37 procent dětí je chudých ve srovnání se 63 procenty těch bohatších? A jsou relativně chudé oproti jiným dětem v Croydonu, anebo je porovnáváme se zbytkem země? Bez definování pojmu „relativní chudoba“ nedává přesná hodnota, jako například oněch 37 %, žádný smysl.

A konečně, co máme vyrozumět z informace o poklesu exportu z Číny do USA? Když se řekne „pokles o 23 % oproti dřívějšímu“, znamená to, že se porovnávají údaje za měsíc listopad v letech 2019 a 2018, nebo se porovnávají údaje vždy za celý rok, který končí tímto měsícem? Během roku také značně kolísá kurz mezi americkým dolarem a čínským jenem. Dostaneme stejný výsledek 23 %, když budeme údaje porovnávat v čínské měně? A jak je na tom export z USA do Číny?

Když už o něčem takovém mluvíme, měli bychom se vždy zamyslet, co znamená srovnání údajů za jeden rok (ať už jde o obchodní ukazatele, zisk, obrat, nebo cokoli jiného) s údaji za rok předešlý. Byly výsledky v tom roce mimořádně dobré,

nebo naopak hodně znepokojivé? Znamená letošní pokles o 23 % očekávané vyrovnání loňského nárůstu, anebo jde jen o pokračování nebo dokonce prohloubení sestupného trendu, který trvá už několik let?

Většina z nás nemá ani čas ani náladu hledat odpovědi na takové otázky, ale aspoň bychom si měli být vědomi toho, že čísla, která se na nás denně valí, neříkají celou pravdu. Zejména v době voleb politici, marketéři a další lidé, kteří se nás snaží ovlivnit, pečlivě vybírají právě taková čísla, která podporují jejich argumenty.

Jak napsal Lewis Carroll: „Dlouhá a bolestná zkušenost mě naučila jednu účinnou metodu při správě obchodních záležitostí jiných lidí, a sice: chceš-li vzbudit důvěru, *uváděj spoustu statistických údajů*. Nemusejí být přesné a dokonce ani srozumitelné, hlavně když jich bude dostatečné množství“ (Lewis Carroll, *Tři roky správcování, od toho, kdo píše z vlastní zkušenosti*, 1886). Když lidé zjistí, že se na ně už už chystá záplava čísel, až příliš často pozdvihnou na obranu pomyslné protinumerické deštníky a nechají čísla a vzorce bez povšimnutí padat na zem. Tato kniha je pokusem zbavit čtenáře otupělosti, kterou čísla často vyvolávají, a přitom mu ponechat zdravou skepsi pro případy, kdy na něj čísla a statistiky jenom prší.

Každá věda prochází třemi vývojovými fázemi: fází pověr, empirickou fází a konečně matematickou fází. Chemie má kořeny v teorii, se kterou jako první přišel Empedokles v 5. stol. př. n. l. a která tvrdí, že vše se skládá ze čtyř prvků: země, vzduchu, ohně a vody. Středověcí alchymisté zavedli experimenty a dokonce i sám Isaac Newton se při hledání matematických zákonitostí fyziky a chemie označoval za alchymistu. Když Aristoteles ve 4. stol. př. n. l. vysvětloval, proč se děti podobají rodičům, připisoval to představivosti

matky: „Když žena při pohlavním obcování upřeně hledí na muže a upíná se myslí k němu, bude se dítě podobat svému otci. Jestliže žena i při nepovoleném obcování upne mysl ke svému manželovi, bude se mu dítě podobat, i když je nepočal.“

Toto mylné vysvětlení nejspíš položilo základy genetiky, která vstoupila do éry empirismu až s experimentálním křížením hrachu, které v 60. letech 19. stol. prováděl augustiniánský řeholník Johann Gregor Mendel. Trvalo téměř celé další století, než objev DNA učinil z genetiky opravdovou matematickou disciplínu.

Angličtina neznala slovo „vědec“ (*scientist*) až do roku 1834 a pojem „genetika“ se poprvé objevil až v roce 1872. Navzdory rozvoji moderní vědy a narůstající závislosti veřejnosti na vědě se stále příliš mnoho z nás spokojuje se setrváním v říši pověr, s občasnými výpady do oblasti experimentálních metod empiriků, aniž by se vůbec nechali zlákat k výpravám do říše matematiky, která dokáže vše fundovaně objasnit. Rádi bychom rozuměli, ale odrazuje nás abstraktní povaha matematiky, která z celého oboru dělá zapovězenou zónu.

Mám určité podezření, že na vině je ve skutečnosti fakt, že zpracováváme jazyk tak rychle, že když přijde na číselné údaje, musíme zpomalit, abychom je dokázali vstřebat, a to se nám nechce. Matematika obecně a zejména čísla se staly pouhými ozdobami, jimiž je potřeba prošpikovat zprávy a politické dokumenty, aby řečenému dodaly zdánlivou váhu a vyvolaly dojem vědecké platnosti.

Když slyšíme o primitivních společnostech, které nemají slova pro vyjádření čísel větších než tři, jen se samolibě usmíváme a napadne nás, že počítání stylem „jedna, dvě, tři, mnoho“ není přece žádné počítání, a přitom sami máme co dělat, když přijde na velká čísla. Obvykle nemáme problém

s čísly čtyři a pět a také slušně rozumíme stovkám a tisícům, ale jakmile dojde na miliony, miliardy či biliony, už jsme zmatení. Jaký je vlastně rozdíl mezi miliardou a bilionem? Obojí chápeme jako „opravdu hodně“, a když se doslechneme, že státní dluh Velké Británie přesáhl 1,8 bilionu liber, jen nad tím číslem pokrčíme rameny. Teprve když se dozvíme, že 1,8 bilionu liber odpovídá částce víc než 27 000 liber na každého obyvatele země, dojde nám, jak obrovský ten dluh je.

V této knize se pokusím vysvětlit některé myšlenky, které stojí za čísly a vzorci, s nimiž se každý den setkáváme, a trochu té matematiky, která se za tím skrývá. Odhalíme mnohé z pochybných metod, jimiž nás politici a marketéři za pomoci statistiky leckdy klamou, i způsob, jakým filmoví scénáristé a novináři komolí nádherné matematické myšlenky, například teorii chaosu, a vnucují nám příšerně zjednodušenou verzi, ze které si odneseme naprosto mylnou představu.

V této knize bych chtěl především ukázat, že matematika je nádherná a nabízí potřebné nástroje, díky nimž snáze dokážeme porozumět světu okolo nás a zaujmout racionální postoje k životním problémům. Doufám, že tato kniha pomůže čtenářům překonat strach z čísel, který je snad trápí. A až se na ně příště zase pořine liják čísel, statistických údajů a matematických symbolů, nechají deštníky pěkně složené a všechna ta čísla přivítají s otevřenou a lépe informovanou myslí.

Pokud jde o mne, mnohé úvahy v téhle knize vlastně začaly u mrožů. Tito mořští savci se přikolébali na scénu dlouho poté, co jsem promarnil mládí studiem matematiky a přílišným hraním šachů. Po takto strávených formativních letech jsem se začal zajímat také o svět okolo sebe a začal jsem číst noviny. Tehdy jsem zjistil, že naprostá většina lidí reaguje na čísla úplně jinak než matematici. Kdykoli jsem v novinovém článku narazil na statistické nebo jiné číselné

údaje, zarazil jsem se a ptal se v duchu, co ve skutečnosti znamenají, a tahle otázka ve mně většinou zanechala pocity nespokojenosti nebo dokonce rozčarování. Slovní doprovod k uvedeným číslům obvykle neposkytoval dostatečné informace o datech, o která se opírala, takže jsem nebyl schopen výsledky posoudit, natož je hlouběji pochopit.

Došlo mi, že většina lidí, včetně novinářů, kteří byli za ty novinové články odpovědní, a téměř všech jejich čtenářů, v číslech viděla jen ozdobnou dekoraci v pozadí, a bez přemýšlení je pouštěli ze zřetele, s důvěrou, že sdělují totéž, co slova v článku. Čísla vyvolávala ukolébavající otupělost, která čtenáře uklidňovala. Ale když jsem se jednou dočetl o mrožích, měl jsem ke klidu hodně daleko.

Zpráva, která se objevila v několika britských novinách, popisovala zajímavý výzkum publikovaný v časopise *BMC Ecology* v roce 2003 pod názvem „Chování volně žijících mrožů při shánění potravy s poznámkami o patrném praváctví při používání ploutví“. V této studii se objevila věta, které se chytily všechny tyto články, totiž že „při požívání potravy používají mroži 89 % doby svou pravou ploutev“, ale jejich interpretace se lišily.

Některé došly k závěru, že 89 % mrožů jsou tudíž praváci, a přidávaly komentář, že stejné procento praváků najdeme i v lidské populaci. Podle jiných článků bylo při výzkumu zjištěno, že všichni mroži ve studii jsou praváci a používají pravou ploutev 89 % doby, zatímco levou jen 11 % doby.

Kromě toho, že jsem chtěl vědět, která z těchto variant platí, mě také zaujal údaj o 89 % praváků u mrožů i lidí a v duchu jsem se ptal, zda nám opravdu ta čísla ukazují něco takového. Pokud je 89 % mrožů praváků, máme snad očekávat, že v 89 % zaznamenaných úkonů ploutví se zapojuje jen ta pravá?

Rychlým propočtem jsem zjistil, že tohle překvapivě není pravda. Zkusme si stanovit několik rozumných předpokladů kvůli snazšímu počítání a podívejme se, kam nás to dovede.

Ohledně podílu praváků v populaci se různé výzkumné studie mírně liší – výsledky se pohybují v rozmezí 85 až 92 %. Pro zjednodušení výpočtu předpokládejme, že 90 % z nás jsou praváci a že každý z nás používá svou dominantní ruku 90 % času.

Pak lze říci, že ve vzorku 100 lidí budeme mít průměrně 90 praváků a 10 leváků. Když každý z nich bude mít deset pokusů, každý z praváků ve vzorku použije devětkrát svou pravou ruku a jednou ruku levou, zatímco leváci to budou mít přesně naopak. U našich 90 praváků tak v souhrnu zaznamenáme 810 použití pravé ruky a 90 použití levé ruky, zatímco u 10 leváků uvidíme 90 použití levé ruky a 10 použití ruky pravé. Celkem tak záznamy našich pozorování budou obsahovat 820 použití pravé ruky a 180 použití levé ruky. Zdánlivě paradoxně tak naše předpokládané rozdělení 90 % vs. 10 % podle preference pravé a levé ruky vede k pozorování s rozdělením 82 % vs. 18 %. Mroži a lidé se tedy přece jen liší – alespoň co se týče preference levé a pravé končetiny.

Přečetl jsem si studii, z níž všechny tyto zprávy o mrožích vycházely, a kontaktoval jsem jednoho z autorů s dotazem, co popsané výsledky opravdu ukazovaly. Vyšlo najevo, že výzkum byl založen na videozáznamech mrožů v Grónsku, přičemž každé video bylo rozdělené na úseky o stejné délce a vědci zkoumali používání ploutví v jednotlivých úsecích. Do analýzy, z níž posléze vyšlo oněch 89 %, byly zahrnuty pouze úseky, v nichž se vyskytovalo upřednostňování jedné ploutve před druhou. Přesný počet mrožů, kteří se vyskytli ve výzkumu, nebyl znám, nicméně podle výzkumníků jich bylo nejméně pět.

Jenže pět mrožů netvoří reprezentativní vzorek (jak ještě uvidíme dále v této knize, až budeme mluvit o velikosti vzorku a jeho reprezentativnosti), a jak sami badatelé přiznávali, ve výzkumech je zjevně nutné pokračovat.

Později jsem však už na žádné další výzkumy zaměřené na preference levé a pravé ploutve u mrožů bohužel nenašel, s výjimkou zprávy z roku 2014 o zkoumání klů z mrožích koster, pocházejících z Nového Skotska ze 17. století, jehož závěrem bylo, že mroži jsou nejspíš převážně leváci. Záhada ohledně leváctví a praváctví u mrožů tak zůstává nevyřešená, ale aspoň v něčem jsme o něco chytřejší: lépe víme, jaké otázky bychom si měli klást ohledně výsledků jakýchkoli pozorování nebo experimentů.

Ale aby toho zmatku nebylo málo, měl bych na závěr přidat ještě pár slov o jiném výzkumu zaměřeném na praváctví a leváctví jiného mořského živočicha, o němž jsem se dozvěděl právě při psaní o mrožích. Na konci listopadu roku 2019 vyšel v *Guardianu* článek o čerstvě publikovaném výzkumu pod titulkem „Vědci zjistili, že většina delfínů jsou praváci“. Ve zprávě stanice BBC World Service byla použita navlas stejná slova a stejnou zprávu horlivě citovala i další média, ale – nehledě na to, že delfíni nemají ruce –, takový závěr není tak zjevný, jak v jejich podání vypadá.

Výsledky výzkumu, z něhož všechny zprávy vycházely, byly publikovány v listopadovém čísle časopisu *Royal Society Open Science* z roku 2019 v článku s názvem „Behaviorální laterálníita při shánění potravy u delfínů skákavých (*Tursiops truncatus*)“, který podrobně popisoval pozorování chování sytících se delfínů u souostroví Bimini na Bahamách. Podle autorů k tomuto chování patří to, že delfíni plavou pomalu podél oceánského dna a pomocí echolokace se snaží přesně lokalizovat potenciální zdroj potravy. Jakmile něco k snědku

najdou, udělají prudkou otočku, zaboří rostrum (zobák) do mořského dna a potravu vyhrabou.

Při analýze 709 takových otoček provedených nejméně 27 různými delfíny autoři zjistili, že 705 z nich směřovalo doleva, přičemž pravý bok a pravé oko měl delfín natočené dolů. Navíc všechny čtyři otočky doprava provedl stejný delfín, který měl podle vysvětlení výzkumníků „abnormálně tvarovanou pravou prsní ploutev“, což mohlo mít vliv na jeho chování při otáčení.

Ve zprávách informujících o výzkumu se nijak nevysvětlovalo, proč by otočka doleva měla znamenat praváctví, ale výzkumníci poukazovali na to, že podle předchozích výzkumů delfín lépe vidí pravým okem a zákmity pro echolokaci se mu lépe vydávají dýchacími otvory na pravé straně než na levé.

Proto u delfína dává smysl, že pluje natočený pravým bokem dolů, kde se nachází potrava. Ale připadá mi, že kdybych náhodou byl delfínem, dokázal bych se obrátit pravým bokem dolů stejně snadno při otočce doprava jako doleva.

Vědci poukazují na to, že u mnohých živočichů byla zjištěna preference jedné strany na úkor druhé. U šimpanzů a goril pozorujeme významnou pravorukost, ale například orangutani jsou převážně levorucí. Stáda sobů mají tendenci kroužit proti směru hodinových ručiček a žirafy zase obvykle začínají levou nohou, když se chtějí rozkročit. Avšak u mnohem více druhů, například lvů, netopýrů, slepic, papoušků nebo ropuch, jednotliví živočichové upřednostňují používání své pravé nebo levé končetiny, ale žádná významná preference leváctví nebo praváctví u druhu jako celku pozorována není.

Značný počet výzkumů ukazuje, že novorozeňata mají sklon otáčet hlavičku častěji doprava a má se za to, že je to způsobené častějším výskytem praváctví (ačkoli může jít

také o známku nerovnoměrného vývoje svalstva). Není mi jasné, proč by otáčení doleva mělo být u nemluvňat známkou leváctví, ale u delfínů známkou praváctví.

Mnohé sbírky drobných kuriozit či takzvaně překvapivých informací obsahují také domnělý „fakt“, že „všichni polární medvědi jsou leváci“ – bez ohledu na renomovaný výzkum, který prokázal, že polární medvědi používají pravou i levou tlapu stejně často. Původ této dezinterpretace lze patrně hledat ve vyprávění jistého indiánského náčelníka, který spatřil polárního medvěda, jak se plíží k lachtanovi a přitom si pravou tlapou zakrývá čumák a následně lachtana napadne svou (preferovanou) levačkou. Pět mrožů ve výše uvedené studii byl malý vzorek, ale vzorek tvořený jediným polárním medvědem – to je ještě silnější káva.

Počet našich dnů

Jak očekávaná délka života dokáže oklamat naše očekávání

Hospodine, dej mi poznat můj konec
a jaký je počet mých dnů.

(Žalm 39,5, Bible, Český studijní překlad)

Snaha odhadnout, kolik času je každému z nás vyměřeno, je základní součástí životního pojištění a plánování penze, ale o věcech, jako je výpočet očekávané čili střední délky života (též naděje dožití), přemýšlí jen málokdo, a když už někdo ano, tak tomu leckdy ani za mák nerozumí.

Život je vždy smrtelná záležitost: 100 % lidí zemře. Nebo ne? Lidé, kteří se moc nezamýšlejí nad tím, co říkají, často tvrdí, že v současnosti na Zemi žije víc lidí, než kdy vůbec zemřelo. To je nesmysl. Podle odhadů OSN aktuálně na Zemi žije něco přes 7,7 miliardy lidí. Protože nemáme přesná data, a o větší části historie dokonce žádná, je velmi obtížné být jen odhadovat množství lidí, kteří žili v minulosti, následující tabulka nicméně uvádí hodnověrné odhady pro roky, v nichž bylo dosaženo zlomových počtů.

Z těchto údajů lze odhadnout, že za pětisetleté období mezi lety 600 a 1100 zemřelo hodně přes miliardu lidí (5 × 200 milionů), protože jen velmi málo z nich se dožilo více než stovky. Další miliarda zemřelých byla překročena