



Pravděpodobnostní teorie kauzality

Zdeňka Jastrzemska

Pryč jsou doby, kdy se od kauzálního vztahu vyžadovala nutnost. Ten, kdo alespoň zběžně sleduje diskusi v oblasti filosofie kauzality, musí uznat, že nutné a dostatečné podmínky jsou pro analýzu příčiny příliš hrubým nástrojem a že specifikace dalších podmínek a okolností ve smyslu *ceteris paribus* také žádný uspokojivý výsledek nepřinesla. Alternativní přístup v tomto směru nabízejí teorie, které se pokoušejí založit analýzu kauzálního vztahu na pravděpodobnostní úvaze. Pravděpodobnostní teorie kauzality se objevují především v souvislosti s rozvojem moderní fyziky, tyto zdroje a impulsy jsou nepřehlédnutelné. Pravděpodobnostní kauzální koncepce jsou ovšem také nemyslitelné bez teorie pravděpodobnosti samotné, která poskytuje dané úvaze formální aparát. V neposlední řadě se pravděpodobnostní teorie kauzality mohou pochlubit silnou oporou přirozeného jazyka. Přesto přese všechno je pravděpodobnostní pohled na kauzální vztah spojen s celou řadou problémů a nejasností. Cílem tohoto článku bude poukázat alespoň na některé z nich. Postupovat budu následujícím způsobem: nejprve bude charakterizována obecná myšlenka, která v pozadí pravděpodobnostních teorií leží. Na jejím základě pak budou formulovány dva základní problémy, se kterými je třeba se vyrovnat. Možnosti řešení budou ilustrovány prostřednictvím dvou reprezentativních pravděpodobnostních teorií, a to makrostatistické teorie Hanse Reichenbacha a kvantitativní teorie I. J. Gooda. Každá z těchto koncepcí užívá jiné nástroje a postupy, přičemž platí, že zvolená varianta řešení má podstatný vliv na podobu dalších problémů a otázek. Úkolem proto bude nejen posoudit, zda se daná teorie dokáže uspokojivým způsobem vypořádat se dvěma základními problémy, ale na základě jejich srovnání také ukázat, která z nich nabízí výhodnější a inspirativnější východiska pro další diskusi.

I. Rostoucí pravděpodobnost

Pojetí příčin jako nutných a/nebo dostatečných podmínek stojí a padá s předpokladem, že mezi příčinou a účinkem existuje nutný a jednoznačný vztah. Zdá se však, že kauzální výroky každodenního jazyka se tak striktním požadavkem vůbec nezatěžují. Pokud se běžně tvrdí, že existuje kauzální souvislost mezi kouřením a vznikem rakoviny plic nebo jedením sladkostí a tvorbou zubního kazu, vůbec se tím nevylučuje možnost, že nastane případ, kdy se účinek vyskytne v nepřítomnosti příčiny, nebo se naopak nevyskytne v její přítomnosti. Přesvědčení, že analýza kauzálních vztahů determinismus nepředpokládá ani nevyžaduje, představuje jeden z nejdůležitějších impulsů pro rozvoj pravděpodobnostních teorií kauzality. Vliv moderní fyziky je v tomto směru zřetelný. Kvantová fyzika ukázala, že na mikroskopické úrovni se jevy chovají pravděpodobnostně a že tuto pravděpodobnost není možné přičítat ani naší neznalosti ani skrytým parametrům. Zároveň nijak nepopřela, že jevy mezi sebou kauzálně reagují, čímž dveře pro pravděpodobnostní analýzu kauzality nechala otevřené.

Základní myšlenkou každé pravděpodobnostní teorie kauzality je představa, že příčiny je možné chápat jako faktory, které zvyšují pravděpodobnost svých účinků. Pokud říkáme, že jedení sladkostí způsobuje tvorbu zubního kazu, pak toto tvrzení můžeme interpretovat tak, že pravděpodobnost vzniku zubního kazu (jevu B) spolu s jedením sladkostí (jevem A) je větší než bez jeho přítomnosti. Formálně lze tuto myšlenku vyjádřit následujícím způsobem:

A zapříčiňuje B, jestliže $P(B|A) > P(B)$.

A, B, C, ... označují entity, které mohou potenciálně vstupovat do kauzálního vztahu. P je pravděpodobnostní funkce taková, že $P(A)$ vyjadřuje empirickou pravděpodobnost, se kterou se faktor A vyskytuje. Pravděpodobnost B, je-li dáno A, pak vyplývá ze vztahu $P(B|A) = P(A \cdot B)/P(A)$. Interpretací se nabízí hned několik. Pokud například A, B, C, ... budeme chápat jako třídy individuí nebo událostí (jevů), pak $P(A)$ představuje pravděpodobnost výskytu události, která je členem třídy A. $P(B|A)$ je pravděpodobnost výskytu události, která je členem třídy B, je-li dán výskyt události, která je členem třídy A. Každá pravděpodobnostní teorie kauzality se pokouší charakterizovat vztah mezi příčinou a účinkem užitím nástrojů teorie pravděpodobnosti přinejmenším v té podobě, která byla právě představena. Jádrem je vztah rostoucí pravděpodobnosti a s ním se pojí také nejvíce potíží. Pokud redukujeme kauzální vztah na vztah rostoucí pravděpodobnosti, musíme se vyrovnat přinejmenším se dvěma základními problémy:

i) Za prvé, jde o to, že vztah rostoucí pravděpodobnosti je symetrická relace, zatímco kauzální vztah symetrický není. Jestliže $P(B|A) > P(B)$, potom také platí, že $P(A|B) > P(A)$, nebo jinými slovy, jestliže pravděpodobnost jevu B je vyšší za přítomnosti jevu A než bez jeho přítomnosti, potom také pravděpodobnost jevu A je vyšší za přítomnosti B než bez něj.¹ Kauzální vztah se naopak vyznačuje jistou asymetrií, která říká, že pokud A zapříčiňuje B, potom B nezapříčiňuje A.

ii) Druhý závažný nedostatek bývá charakterizován jako problém falešných kauzálních vztahů a vyplývá z faktu, že pouhé statistické souvislosti mezi dvěma událostmi ještě nic neříkají o tom, zda dané události jsou ve vztahu příčina-účinek. Jestliže například jevy A i B mají nějakou společnou příčinu C, pak se může stát, že $P(B|A) > P(B)$ i kdyby A nezapříčinilo B.

II. Kauzální asymetrie

Existují v podstatě dva základní způsoby, jak problém symetričnosti relace rostoucí pravděpodobnosti a asymetričnosti kauzality řešit. Tou první a zároveň jednodušší možností je definovat kauzální asymetrii pomocí časové priority, zanést temporální omezení přímo do definice a požadovat, že A je příčinou B, jestliže $P(B|A) > P(B)$ a A se vyskytuje dříve než B. Mnohem náročnější a složitější způsob představuje pokus charakterizovat kauzální asymetrii pomocí pravděpodobnostních vztahů samotných.

Druhý způsob nabízí Hans Reichenbach ve své makrostatistické teorii.² Na úvod je třeba říci, že Reichenbach rozvíjí pravděpodobnostní analýzu kauzality v rámci kauzální teorie času. Jeho koncepce vychází z přesvědčení, že pravděpodobnostní vztahy představují objektivní nástroje, pomocí nichž může být vymezeno kauzální spojení mezi konkrétními (fyzikálními) událostmi. Pokud je časový řád redukovatelný na kauzální řád a pokud se podaří konstruovat takovou teorii kauzálních vztahů, ze které vyplyne jejich asymetrie, potom podle Reichenbacha může být tato asymetrie použita také k definování časové priority. Klíčovou

¹ Symetričnost vyplývá z následujících souvislostí: $P(B|A) = P(A \cdot B)/P(A)$ a $P(A|B) = P(A \cdot B)/P(B)$.

² Reichenbach, H.: *The Direction of Time*. IV. The Time Direction of Macrostatistics. Berkeley and Los Angeles: University of California Press 1991, s. 145–205.

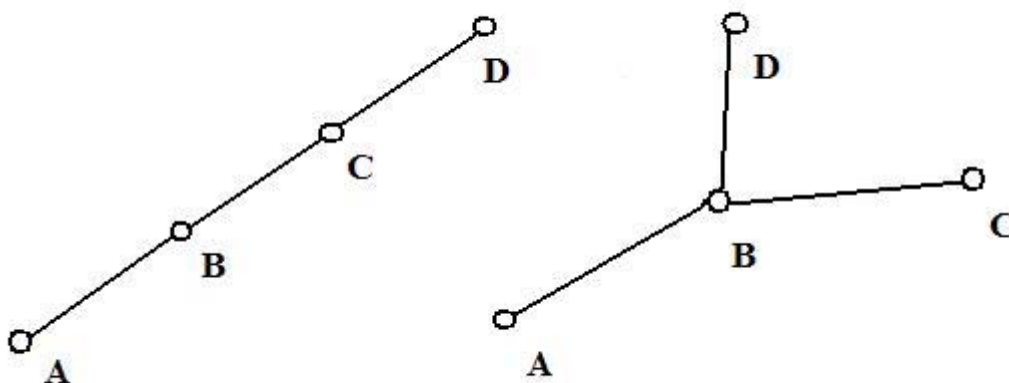
roli zde hrají dva pojmy: vztah kauzálně-mezi (relation causally-between), jehož hlavní funkcí je ustanovení lineárního (kauzálního) řádu, a struktura označovaná jako konjunktivní vidlice (conjunctive fork), která do tohoto řádu vkládá směr.

Def.

Událost B je kauzálně mezi událostmi A a C, jestliže relace splňuje následující tři podmínky:³

- (1) $1 > P(C|B) > P(C|A) > P(C) > 0$
- (2) $1 > P(A|B) > P(A|C) > P(A) > 0$
- (3) $P(C|A \cdot B) = P(C|B)$

Z předložené definice vyplývá, že vztah kauzálně-mezi je symetrická relace. Jestliže B je mezi A a C, pak je také mezi C a A. Pro danou relaci také platí, že je jednoznačná v tom smyslu, že jsou-li dány tři události, pak pouze jedna z nich může být kauzálně mezi ostatními dvěma. Další důležitou vlastností, která sice nemusí být bezprostředně odvoditelná z daných podmínek, nicméně Reichenbach ji explicitně zmiňuje, je to, že relace není, resp. nemusí být tranzitivní. Pokud například čtyři události A, B, C, D jsou v takových statistických korelacích, ze kterých vyplývá, že B je kauzálně mezi A a C a C je kauzálně mezi B a D, pak tranzitivnost platí a událost C je také mezi A a D. Pokud ovšem jsou statistické souvislosti takové, že B je kauzálně mezi A a C a zároveň mezi A a D, pak tranzitivnost neplatí a mezi událostmi C a D žádná kauzální souvislost existovat nemusí.



Obrázek 1: Tranzitivní a netranzitivní struktura.

³ Reichenbach, H.: *The Direction of Time*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press 1991, s. 190. Převedeno do standardní notace.

Potenciální tranzitivnost relace kauzálně-mezi je důležitá právě proto, že jednotlivé události konstituují nejen kauzální řetězy, ale i sítě. Směr do této sítě je zaveden pomocí konjunktivní vidlice.

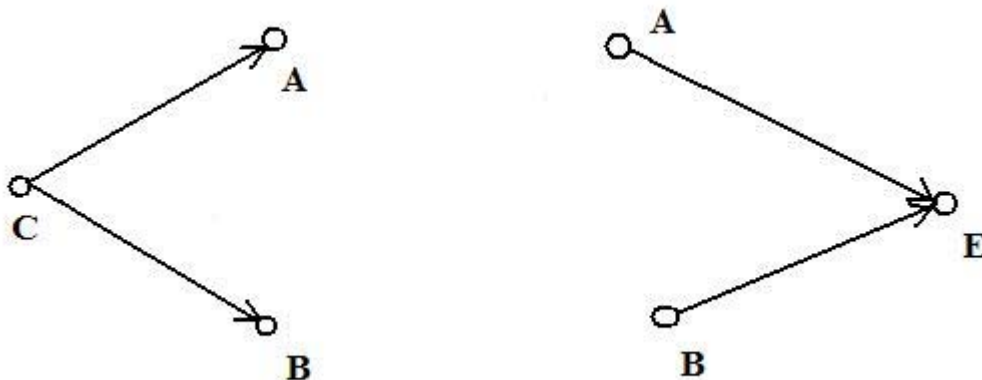
Události ABC formují konjunktivní vidlici, jestliže splňují následující podmínky:⁴

- (4) $P(A \cdot B | C) = P(A | C) \cdot P(B | C)$
- (5) $P(A \cdot B | \text{non-}C) = P(A | \text{non-}C) \cdot P(B | \text{non-}C)$
- (6) $P(A | C) > P(A | \text{non-}C)$
- (7) $P(B | C) > P(B | \text{non-}C)$

Aby byl zcela zřejmý význam této struktury pro následnou definici časové priority, je třeba upozornit na to, že konjunktivní vidlice je pouze jedna z typů struktur, které v kauzální síti můžeme objevit. Obecně se dá říci, že tři události mohou vytvořit dva typy vidlice, která bude otevřená na jednu stranu, a to, zda je otevřená do budoucnosti nebo do minulosti, závisí právě na tom, zda události splňují předcházející podmínky. Podle předložené definice totiž platí, že pokud jakékoli tři události splňují dané podmínky, pak C je dříve než A nebo B.

Def.

V konjunktivní vidlici ABC, která je otevřená na jednu stranu, je C dříve než A nebo B.⁵



Obrázek 2: Vidlice otevřená do budoucnosti a vidlice otevřená do minulosti.

⁴ Tamtéž, s. 159.

⁵ Tamtéž, s. 162.

Kvantitativní teorie I. J. Gooda⁶ nabízí ve srovnání s Reichenbachovou teorií mnohem úspornější a elegantnější řešení. Pokusím se však ukázat, že Reichenbachův přístup je mnohem inspirativnější a plodnější. Good se s problémem kauzální asymetrie vypořádal jediným předpokladem, totiž že A je příčinou B pouze tehdy, pokud se A vyskytuje dříve než B. Zanást temporální omezení přímo do definice představuje zjevně nejjednodušší způsob, jak se s problémem symetričnosti relace rostoucí pravděpodobnosti a asymetrie kauzace vyrovnat. Pokud řekneme, že příčina je taková událost, která předchází svému účinku v čase, celý problém s asymetrií zmizí. Nicméně další a neméně závažné se vynoří. Uvedený předpoklad totiž v sobě spojuje dvě různé asymetrie, které je potřeba od sebe odlišit. Kauzální asymetrie říká, že jestliže A je příčinou B, pak B není příčinou A. Časová asymetrie kauzálního vztahu pak doplňuje předchozí tím, že říká, že jestliže A je příčinou B, pak A je dříve než B. Kauzální asymetrii ovšem není možné na asymetrii časovou zcela redukovat. Časová priorita je (snad) nutnou, nikoli však dostatečnou podmínkou kauzálního vztahu. Časovou asymetrii bychom proto měli chápat pouze jako jednu z možných podob asymetrie kauzální. Vztah mezi kauzální a časovou asymetrií je podrobně diskutován v rámci problému zpětné kauzality. Jádro sporu lze formulovat velice jednoduše a prostě: je časová posloupnost příčiny a účinku (dopředu jdoucí, vpřed směřující kauzalita) záležitostí logické nutnosti? Anebo je řetězec účinek-příčina stejně možný jako řetězec příčina-účinek? Zastánci možnosti zpětné kauzace zdůrazňují nahodilost faktu, že příčiny předcházejí své účinky v čase, a tvrdí, že je možný takový svět, ve kterém příčina a účinek po sobě budou následovat v obráceném (časovém) pořadí. Případy zpětné kauzality tedy obrací pouze časovou asymetrii, zatímco kauzální asymetrii nechávají neporušenou. Pokud nevymežíme kauzální asymetrii pomocí času, můžeme se pokusit odvodit jeho směr právě ze směru kauzality, podobně jak se o to pokusil Reichenbach. Reichenbachův přístup se ovšem zdá být inspirativnější ještě z jiných důvodů. První výhodou nabízí relace kauzálně-mezí svojí symetričností. Předtím než je definována kauzální asymetrie, je vhodné mezi událostmi, které do kauzálního vztahu vstupují, charakterizovat nějaký typ spojení nebo souvislosti. Příčina souvisí se svým účinkem, stejně jako účinek souvisí se svojí příčinou. Můžeme proto říci, že události A a B jsou kauzálně spojeny jen tehdy, pokud A je příčinou B nebo B je příčinou A. Sympatická je také navrhovaná podoba tranzitivnosti relace kauzálně-mezí, která má charakter potenciální vlastnosti. Jestliže se jasně nevymeží entity, které do kauzálního vztahu mohou vstupovat, a jasně nespecifikuje proces, který kauzální vliv z jedné entity na druhou přenáší, je

⁶ Good, I. J.: A Causal Calculus I-II. *British Journal for the Philosophy of Science*, 11, 1961, s. 305–318; 12, 1962, s. 43–51.

tranzitivnost kauzálního vztahu spíše na obtíž. Především při aplikaci na vysvětlení pak může mít tranzitivnost kauzality přímo katastrofální důsledky. Zásadní otázkou pak samozřejmě je to, zda se Reichenbachovi plán kauzální teorie času skutečně podařilo naplnit. Tuto otázku však ponechám otevřenou. Pro naše účely se jako mnohem významnější jeví problém falešným příčin. V dalším textu se navíc se ukáže, že oba klíčové pojmy jeho teorie musí čelit vážným námitkám také v souvislosti s falešnými kauzálními vztahy.

III. Falešné příčiny

Problém s falešnými příčinami u pravděpodobnostních teorií nastává v okamžiku, když si uvědomíme, že pozitivní statistická relevance není dostatečnou podmínkou kauzality právě proto, že dva jevy mohou být statisticky spojeny, ale vůbec nemusí být ve vztahu příčina-účinek. Pokud například pozorujeme, že vždy před bouřkou náš barometr zaznamená náhlý pokles tlaku, nic by nám nemělo bránit odvodit vztah $P(B|A) > P(B)$ vyjadřující statistickou souvislost mezi bouřkou (B) a poklesem barometru (A). Nicméně přesto bychom se asi zdráhali říci, že A a B jsou v kauzálním vztahu. Hlavním úkolem pravděpodobnostních teorií kauzality by tedy mělo být najít takový nástroj, který by zamezil tvrdit, že z výše uvedených statistických korelací vyplývá, že údaj na barometru je příčinou vzniku bouřky.

Reichenbach k tomuto účelu zavedl pojem odclonění (screening off), který je definován třetí podmínkou v relaci kauzálně-mezi.

$$(3) \quad P(C|A \cdot B) = P(C|B)$$

Jestliže pravděpodobnost jevu C, je-li dán společný výskyt jevů A a B, je stejná jako pravděpodobnost jevu C, je-li dán pouze výskyt jevu B, pak můžeme říci, že B odclouňuje A z C, nebo jinými slovy, B činí A pravděpodobnostně irelevantní k C. Pojem odclonění implementovali do svých teorií i další zastánci pravděpodobnostní analýzy kauzality a důvod tohoto kroku se zdá být zřejmý. Odclouňující podmínka dokáže vyloučit ty statistické souvislosti, které jsou vzájemně irelevantní. V Reichenbachově teorii hraje pojem odclonění důležitou úlohu především při definování kauzální relevance, ovšem můžeme si všimnout, že je součástí také definice konjunktivní vidlice, kde jej vymezují podmínky (4) a (5). Pokud aplikujeme odclouňující podmínku na náš příklad s barometrem, může se zdát, že daný problém mizí. V tomto případě jsou to atmosférické změny (B), které odcloní údaj na

barometru (A) zaznamenávající pokles tlaku, právě proto, že pravděpodobnost bouřky bude stejná, ať už barometr funguje či nefunguje. Pro vznik bouřky je skutečně naprosto irelevantní, zda doma barometr máme nebo nemáme. Budeme-li však zkoumat tento příklad podrobněji, ukáže se, že podmínka (3) neřeší problém falešných příčin dostatečně, protože eliminuje pouze případy, kde falešné kauzální souvislosti vyvolávají faktory, které zvyšují pravděpodobnost jiných faktorů, aniž by je zapříčiňovaly. Falešné kauzální vztahy ovšem mohou nastat také v případech, kdy příčina nezvyšuje pravděpodobnost účinku a není splněn vztah $P(C|B) > P(C)$ v podmínce (1). Uvažme následující příklad: Podle současných výzkumů je obezita ovlivněna dědičnými faktory. Pokud budeme chápat dědičnost (D) jako příčinu obezity (O); ($D \rightarrow O$), nic by nám nemělo bránit předpokládat, že $P(O|D) > P(O)$ nebo $P(O|D) > P(O|nonD)$, tedy že pravděpodobnost obezity u člověka s dědičnými dispozicemi je větší než u člověka, který tyto dispozice nemá. Očekávané zvýšení pravděpodobnosti se však nemusí dostavit, pokud dědičné faktory spojíme s nějakou dostatečně silnou a účinnou prevencí, řekněme cvičením (C); ($C \rightarrow nonO$). Pokud je cvičení účinnější a efektivnější v prevenci proti obezitě než dědičnost v jejím způsobování, potom pro skupinu lidí, kteří mají dědičné dispozice a cvičí, může být pravda, že $P(O|D) = P(O)$, nebo dokonce že $P(O|D) < P(O)$. Pokud nevíme, jaké hodnoty pravděpodobnosti jednotlivým vztahům kauzální relevance přiřadit, zdá se být identifikování příčiny nemožné. Kromě toho se v budoucnu může zjistit, že obezita je ve skutečnosti infekční nemoc, před kterou nás ochrání jedině řádné mytí rukou nebo očkování.⁷ Příklady podobného typu naznačují, v čem jádro problému vlastně vězí. Největší slabina pravděpodobnostních teorií kauzality totiž spočívá v tom, že podle základní teze se předpokládá, že příčina vždy zvyšuje pravděpodobnost svého účinku. Možnosti řešení se nabízí v zásadě dvě: Buď budeme trvat na tom, že příčina je skutečně ten faktor, který pravděpodobnost účinku zvyšuje, a zaměříme se na další specifikaci podmínek, za kterých k tomuto zvýšení dochází (už bylo naznačeno výše, že cesta tímto směrem k žádnému rozumnému cíli nevede). Anebo připustíme možnost snížení pravděpodobnosti a zvážíme, jakou roli hraje v kauzálních vztazích negativní statistická relevance. Obě řešení pak samozřejmě předpokládají, že se zavede nějaké konkrétní měřítko statistické relevance.

⁷ Na případy, v nichž každý ze dvou různých faktorů může být individuálně pozitivně relevantní k danému výsledku, ale jejich spojení se stane negativně relevantní nebo irelevantní, upozornila Nancy Cartwrightová. Viz Cartwright, N.: *Causal Laws and Effective Strategies*. *Noûs*, 13, 1979, s. 419–437. Základní myšlenku pravděpodobnostních teorií ovšem zpochybnil také Wesley Salmon, když ukázal, že příčina může zmenšit pravděpodobnost svého účinku také v případě, když je odstraněn faktor, který je pro daný výsledek více pozitivní. Viz Salmon, W. C.: *Statistical Explanation*. In W. C. Salmon (ed.), *Statistical Explanation and Statistical Relevance*. New York: Pittsburgh University Press 1971, s. 64.

Vraťme se tedy znovu k Reichenbachovi. Už bylo řečeno, že oba klíčové pojmy jeho teorie musí čelit vážným námitkám také v souvislosti s problémem falešných kauzálních vztahů.⁸ Také jeho definice totiž předpokládají, že příčiny zvyšují pravděpodobnost účinků, resp. že události, které vstupují do kauzálních vztahů, jsou navzájem pozitivně statisticky závislé. Pokud se podíváme na definici relace kauzálně-mezi, můžeme určitý náznak míry relevance vyčíst: podle první podmínky ($1 > P(C|B) > P(C|A) > P(C) > 0$) je A relevantní pro výskyt C, ale B je pro C mnohem relevantnější. Naopak podle druhé podmínky ($1 > P(A|B) > P(A|C) > P(A) > 0$) je C relevantní k výskytu A, ale B je mnohem více relevantní k A. Ve svém důsledku však takto vymezené vztahy relevance nejsou k ničemu, protože nedokáží zamezit případům, ve kterých B bude kauzálně mezi A a C, ale přesto jejich vzájemné pravděpodobnosti budou v opačném poměru, než vyžaduje definice. Uvažme následující příklad:⁹ Předpokládejme, že Karel je výborný hráč golfu. Předpokládejme, že při jednom nezdařeném úderu odpálený míček zasáhne větev stromu a že odtud se míček odrazí přímo do jamky. Obecně můžeme stanovit pravděpodobnost každého jednotlivého úderu kteréhokoli hráče golfu. Pokud je Karel dobrý hráč, pak si nejspíš vsadíme, že i pravděpodobnost úspěchu tohoto konkrétního úderu bude dost vysoká. Pokud bychom ovšem měli odhadnout jeho pravděpodobnost, je-li dáno, že míček trefí větev stromu, jistě bychom souhlasili, že bude mnohem menší. Jestliže A bude tento konkrétní úder, B jev, kdy míček trefí větev, a C jev, jak míček spadne do jamky, dostaneme porušení (1) podmínky relace, protože $P(C|B) < P(C|A)$. Nicméně platí, že událost B je kauzálně mezi jevy A a C.

Good v tomto směru nabízí mnohem uspokojivější řešení, protože jeho kvantitativní teorie s určitou mírou statistické relevance počítá. Základem jeho pravděpodobnostní analýzy kauzálního vztahu je rozlišení mezi tendencí ke kauzalitě $Q(E : F)$ a stupněm zapříčinění $\chi(E : F)$. Velmi zjednodušeně se dá říci, že zatímco tendence ke kauzalitě (Q) vyjadřuje sklon události F zapříčinit událost E a pro stanovení její hodnoty jsou důležité výhradně pravděpodobnosti $P(E|F)$, $P(F|E)$, $P(E)$ a $P(F)$, pro stupeň (χ), se kterým F zapříčinila E, mohou být relevantní všechny události, které se vyskytují později než událost F a dříve než událost E.¹⁰ Aplikujeme-li tuto analýzu na předcházející příklad, zdá se, že můžeme velmi

⁸ Na tomto místě uvedu jen protipříklad pro relaci kauzálně-mezi. To, že s Reichenbachovou definicí konjunktivní vidlice to nedopadá o moc lépe, ukazuje podrobně Salmon v článku, ve kterém se zaměřil na obecnou kritiku pravděpodobnostních teorií kauzality. Viz Salmon, W. C.: Probabilistic Causality. *Pacific Philosophical Quarterly*, 61, 1980, s. 50–74.

⁹ Příklad uveden podle Salmon, W. C.: Probabilistic Causality. In M. Tooley – E. Sosa (eds.): *Causation*. Oxford: Oxford University Press 1993, s. 139.

¹⁰ χ je definována jako limita síly kauzální sítě spojující F k E.

jednoduše vysvětlit, proč je původní odhadovaná pravděpodobnost úspěchu při tomto odpálení míčku (Q) větší než její hodnota skutečná (χ). Na druhou stranu se ovšem stále můžeme ptát, co nás opravňuje ztotožnit statistickou souvislost mezi odražením míčku od stromu a jeho spadnutím do jamky s kauzálním vztahem. Ani jedna koncepce nám není schopna poskytnout odpověď na otázku oprávněnosti redukce kauzality na pravděpodobnosti. Pokud má být pravděpodobností analýza kauzality uspokojivá, měla by odpovědět především na otázku, jak jsou statistické souvislosti vztaženy k příčině a účinku.

IV. Závěrečná rekapitulace

Domnívám se, že pravděpodobnostní úvaha o kauzalitě je v zásadě správná a že poskytuje lepší možnosti, jak vztah mezi příčinou a účinkem zachytit. Nejzávažnější problém představuje tvrzení, že příčiny musí vždy zvyšovat pravděpodobnost svých účinků. Aby analýza byla úplná, bylo by třeba zvážit, jakou roli hraje v kauzálních vztazích negativní statistická relevance. Zdá se být v tuto chvíli samozřejmé říci, že daný faktor je pro výskyt nějakého jevu statisticky relevantní právě tehdy, když mění pravděpodobnost jeho výskytu, to znamená, že pravděpodobnost daného jevu v přítomnosti tohoto faktoru je odlišná od pravděpodobnosti v jeho nepřítomnosti. Stojí za to si povšimnout, že v limitních případech by tento pohled na kauzalitu umožnil za příčinu označit také nutnou nebo dostatečnou podmínku. Dostatečná podmínka bude příčinou určitého jevu v tom případě, pokud výskyt tohoto jevu (účinku) bude mít pravděpodobnost 1. Naopak nutná podmínka bude příčinou tehdy, pokud pravděpodobnost nevýskytu daného jevu je 0. V případě řešení, které předložil Reichenbach, můžeme kýženého cíle dosáhnout jednoduchou úpravou definic. Pokud podmínku (6) v konjunktivní vidlici upravíme do tvaru $P(A|C) \neq P(A|\text{non-C})$ a podmínku (7) do tvaru $P(B|C) \neq P(B|\text{non-C})$, bude definice schopna zahrnout jak případy pozitivní, tak případy negativní statistické relevance. Ovšem je statistická relevance a kauzální závislost totéž? A jak zajistit krok od kauzální závislosti ke kauzální asymetrii? Obávám se, že konjunktivní vidlice nám sama o sobě hledaný druh asymetrie není schopna zaručit. Jeden z možných způsobů řešení tohoto problému je zaměřit se na analýzu kauzálních procesů. Ale o tom snad někdy příště.