

Jedlička, Petr; Paitlová, Jitka

Metafyzika, věda a Kantovy potíže s prostorem a časem

Pro-Fil. 2017, vol. 18, iss. 2, pp. 12-25

ISSN 1212-9097 (online)

Stable URL (DOI): <https://doi.org/10.5817/pf17-2-1704>

Stable URL (handle): <https://hdl.handle.net/11222.digilib/137696>

Access Date: 28. 11. 2024

Version: 20220831

Terms of use: Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University provides access to digitized documents strictly for personal use, unless otherwise specified.

METAFYZIKA, VĚDA A KANTOVY POTÍŽE S PROSTOREM A ČASEM

PETR JEDLIČKA

Katedra filozofie Západočeské univerzity v Plzni, Česká republika, pjedlick@kfi.zcu.cz

JITKA PAITLOVÁ

Katedra filozofie Západočeské univerzity v Plzni, Česká republika, paitlova@kfi.zcu.cz

PŮVODNÍ VĚDECKÁ PRÁCE ▪ OBDRŽENO: 16. 1. 2018 ▪ PŘIJATO: 22. 1. 2018

Abstrakt: V následujícím textu nejprve zařadíme Kantovo dílo do kontextu osvícenské filozofie a přiblížíme jeho náhled na některé otázky tehdejší metafyziky a přírodní filozofie. Poté se zaměříme zejména na Kantovu svéráznou koncepci prostoru a času v rámci transcendentální estetiky a transcendentální logiky, kterou Kant systematicky představil v *Kritice čistého rozumu*. Následně přezkoumáme hlavní námitky, které filosofové i vědci vůči této koncepci vznesli. To nám pak bude odrazovým můstkem k závěrečné debatě o vztahu fyzikálních pojmů a teorií k metafyzice.

Klíčová slova: Kantova metafyzika, prostor a čas, filozofie a fyzika

Abstract: First, we will introduce Kant's stance towards some crucial questions in metaphysics and natural philosophy, and we will locate his work within the context of the Enlightenment philosophy. In particular, we will focus on his concepts of time and space within the framework of his transcendental aesthetics and transcendental logic, which were laid out in his *Critique of Pure Reason*. Subsequently, we will examine the main objections raised by both philosophers and scientists against his conceptions, and this will serve as a springboard for the concluding debate on the relationship between physical concepts and metaphysics.

Keywords: Kant's metaphysics, time and space in Kant's work, philosophy and physics

Kant jako ústřední postava osvícenství

Immanuel Kant (1724–1804) svým myšlením soustředěným ve třech slavných *Kritikách* učinil zásadní průlom, jehož důsledky pocítujeme od 18. století prakticky dodnes.¹

¹ Jak poznamenává Irrlitz, již v prvním desetiletí po zveřejnění *Kritiky čistého rozumu* vyšlo 300 spisů pro a proti Kantově transcendentálnímu idealismu. Dodnes vychází ročně více než sto knih a pojednání analyzujících jednotlivé Kantovy teze a témata (srv. Irrlitz 2010, XV).

Pokud jde o genezi Kantova díla, zjednodušeně lze říci, že Kant postupně obrátil svůj pohled od poznání přírody a vesmíru (tzv. předkritické období) k člověku, jeho rozumu, morálce a soudnosti (tzv. kritické období). Jak ovšem ukážeme, už v předkritickém období se Kant zabýval některými problémy – zejména vztahem metafyziky a vědy –, které se mu podařilo originálním způsobem vyřešit až v rámci jeho kritické filosofie, v níž lze spatřovat „nejvíce vzrušující vztah mezi naším ideovým nitrem a proměnlivou vnější existencí“ (Irrlitz 2010, XV).

Zlom svého myšlení viděl Kant ve svém inauguračním spise *O formě a principech smyslového a inteligibilního světa*, který obhájil v roce 1770. Už v předkritických spisech z 50. let 18. století ovšem Kant hledal spojení metody metafyziky s metodou přírodních věd, což vycházelo z rozporu tehdejších teorií: zatímco Isaac Newton (1643–1727) zastával atomismus posledních částic hmoty, Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646–1716) sice operoval s monádami jako konstrukty posledních imateriálních entit, ale oproti Newtonovi byl stoupencem nekonečné dělitelnosti hmoty. Kant vnímal rozporuplnost nekonečné dělitelnosti hmoty v možném světě matematiky na straně jedné a předpokladu nejmenších diskrétních částí fyzikální skutečnosti na straně druhé. Ještě v inauguračním spise z roku 1770 byl přesvědčený, že spojení mezi přírodovědným a metafyzickým pojmem světa je možné.² Teprve během 70. let 18. století začal toto sjednocení považovat za neproveditelné, což ho vedlo k otázce, jak lze myslet spojení inteligibilní a empirické reality (srv. Reich 1958). Přechod od *předkritické* ke *kritické* metodě spočívá tedy u Kanta v tom, že rozpoznal vztah mezi inteligibilní a empirickou realitou na základě předpokladu principiální antinomiky rozumu: „V jevech nelze nalézt nic absolutně prvního. Ale v syntéze rozumu ano“ (Irrlitz 2010, 48). Ve druhé polovině 18. století tedy začíná program přebudování metody zdůvodnění novověké evropské filosofie, která se snaží vysvětlit spojení analyticky logických funkcí a priori s fenomenalismem přírodních věd. Tento Kantův nový přístup můžeme označit jako transcendentálně filosofický obrat osvícenství.

V první *Kritice – Kritice čistého rozumu* (A 1781, B 1787) – vytváří Kant komplexní epistemologický systém, jaký doposud nemá ve filosofii obdoby. Na rozdíl od novověkých racionalistů a empiriků se Kant neptá pouze na to, jak je poznání možné (zda spíše rozumem, nebo smysly), nýbrž zda je vůbec možné (jaké jsou podmínky možnosti poznání vůbec). Touto otázkou je na jedné straně zpečetěn osud metafyziky, která – jak Kant ukáže – není s to být progresivní vědou typu matematiky nebo přírodovědy. Na druhé straně právě matematiku a přírodovědu v jejich *čisté* formě využívá pro vybudování svého epistemologického systému.

Vzhledem k vlažnému přijetí a ke značným nedorozuměním, jež po prvním vydání *Kritiky* následovaly, se Kant v roce 1783 rozhodl publikovat krátký úvod do své kritické filosofie s názvem *Prolegomena ke každé příští metafyzice, jež se bude moci stát vědou*. V úvodu *Prolegomen* vysvětluje, že *Kritika* je sepsána syntetickým způsobem, „aby tak bylo možno zřetelně ukázat přirozené skloubení všech článků této vědy jakožto strukturu zcela specifické poznávací schopnosti“ (Kant 1992, 49), zatímco *Prolegomena* jsou analytickým výkladem základních předpokladů *Kritiky*.

Poté Kant pojednává přírodovědné otázky spíše izolovaně, například ve spise *Metafyzické počátky přírodní vědy* z roku 1786, kde zdůvodňuje základy Newtonovy fyziky prostřednictvím svých kritických principů a rozvíjí teorii sil, která se poté stala východiskem

² Toto spojení vyjadřuje název Kantova spisu z roku 1756: *O sjednocení metafyziky a geometrie v jejich aplikaci na přírodní filosofii*.

pro filosofii přírody německého idealismu.³ V roce 1787 pak Kant publikuje druhé, značně přepracované vydání *Kritiky*, označované jako vydání B.

V následujícím zkoumání se budeme věnovat nejprve určitým rysům Kantova předkritického období v kontextu dobové vědy a metafyziky, poté zejména jeho specifické koncepci prostoru a času z první *Kritiky*. V tomto ohledu je důležité, že ačkoli Kant nebyl přírodním vědcem v induktivně experimentálním smyslu, jeho filosofie se od počátku vyvíjela v těsné paralele s přírodně filosofickým poznáním své doby, byla jím inspirována a nadto ho také ovlivňovala. Byl seznámen s nejdůležitějšími dobovými teoriemi, především dílem Descartovým, Leibnizovým, Newtonovým a v hrubých obrysech sledoval jejich vývoj i během svého života prostřednictvím matematiků Eulera, Lamberta a dalších. Ovšem nejenže Kant teorie těchto myslitelů znal, nýbrž je též kriticky zkoumal a pokoušel se o jejich rozvinutí. Známy je Kantův vlastní kosmologický příspěvek z roku 1755, teorie vzniku sluneční soustavy formováním z mlhovin, nyní nazývaná Laplaceova-Kantova hypotéza. Dále se blíže zabýval meteorologií a řadou fyzikálních i chemických problémů (teorií světla, elektřinou, skupenstvím látek, teplem) i přírodní historií Země (srv. Irrlitz 2010, 70).⁴ Není proto překvapivé, že jeho spisy, včetně *Kritiky čistého rozumu*, jsou budovány s ohledem na převládající přírodně-filosofické názory své doby.

Věda a filosofie v 18. století

V 18. století dochází k proměnám vztahu metafyziky a raných vědeckých teorií v rámci přírodní filosofie. Přírodní filosofie tehdy znamenala zevšeobecnění empirických poznatků na jejich principy, tedy na komplexní zákony, a právě v tomto smyslu chápal svůj příspěvek přírodní filosofii i Kant. Toto historicky unikátní období je charakteristické tím, že do většiny filosofie začaly v zásadní míře pronikat teorie a pojmy přírodních věd. Ovšem tento proces nebyl jednosměrný a filosofické koncepce naopak ovlivňovaly i vědecký diskurz a staly se základem mnohých věd. Pro celé toto období je charakteristický „rozklad metafyziky a vznik nových pokusů o vytvoření epistemologických, namísto metafyzických základů věd“ (Lefèvre 2001, VIII–XVI). Kant si byl úpadku tradiční filosofie včetně metafyziky a jejího ústupu z akademického prostředí velmi dobře vědom:

Každé nepravé umění, každá planá moudrost trvá jen určitý čas; neboť nakonec zničí sama sebe a její nejvyšší rozkvět je zároveň dobou jejího zániku. Že pro metafyziku nadešla právě tato chvíle, dokazuje stav úpadku, v němž se při veškeré horlivosti, s jakou se jinak pracuje na rozličných vědách, ocitla u všech vzdělaných národů. (Kant 1992, 133)

Jeho kritický projekt měl tomuto úpadku zabránit a podnítit vytvoření metafyziky nové, už proto, že lidský duch se podle něho bude vždy metafyzikou *přirozeně* zaobírat. Ačkoli totiž Kant v *Kritice* označuje charakter metafyzických zkoumání jako *zdání* či *iluzi*, přesto tvrdí, že metafyzická zkoumání jsou „přirozenou vlohou“ lidského rozumu, tedy, že toto zdání podmiňuje lidské poznání, je transcendentální, a proto nezmizí, ani pokud je odhalíme:

³ Kant zde postuluje existenci nekonečně dělitelné hmoty, na kterou působí dvě základní síly (přitažlivá a odpudivá), a tím se rozchází s myšlenkou monadického systému Leibnize a Wolffa (srv. Friedman 2004, xviii).

⁴ Sám Kant viděl svůj příspěvek přírodním vědám v tématech matematické přírodní vědy. Kromě přírodovědných oblastí se věnoval také antropologii a problému lidské rasy.

Zde totiž máme co činit s přirozenou a nevyhnutelnou iluzí, která sama spočívá na subjektivních zásadách a podsouvá nám je jako objektivní. ... Existuje tedy přirozená a nevyhnutelná dialektika čistého rozumu. [B 354–355]⁵

V průběhu 17. a 18. století docházelo k ústupu tradičního obrazu světa (aristotelského) ve prospěch novověkých filosofických projektů. Lefèvre však zároveň upozorňuje na to, že zatímco shromažďování poznatků jednotlivých věd vedlo k rozkladu tradiční filosofie, nepodařilo se zatím těmto vědám vytvořit komplexní obraz světa, který by mohl nahradit původní filosofický obraz (srv. Lefèvre 2001, VIII–IX). Filosofie této éry byla proto úzce svázána s vývojem věd – vzájemně se ovlivňovaly matematika, filosofie, fyzika (respektive přírodní filosofie) i teologie. Ve vědách však přitom nastává proces jejich osamostatňování, kdy se z původní nediferencované přírodní filosofie vydělují stále nové a nové obory. To vše je v 18. století také doprovázeno nebývalým růstem prestiže dříve opomíjených oborů s nižším statusem, jako byla například mechanika nebo chirurgie. Filozofové však stále pokračovali v Descartových šlépějích a podnikali pokusy o vytvoření jednotné metafyziky, která by poskytla základ pro jednotlivé vědy – a právě sem spadá Kantův projekt transcendentální filosofie. V 18. století stále ještě panovala představa, že takové pokusy jsou nutné, oprávněné a především proveditelné. Podle Lefèvre se teprve v 19. století od těchto pokusů o univerzální syntézu veškerých věd upustilo a začaly se stávat „diletantskými“ – vzhledem k nemožnosti obsáhnout veškeré poznání nyní už víceméně autonomních věd (srv. Lefèvre 2001, X). Konec těchto snah bývá kladen do 30. let 19. století, kdy začalo být zřejmé, že programy jednotné metafyziky přírody (nejenom Kantův) nejsou vědecky ospravedlnitelné, natož uskutečnitelné a byly nahrazeny snahou o částečnou unifikaci jednotlivých teorií i získáváním dalších experimentálních poznatků (srv. Bitpol 2009).

Kantovo dílo tedy v tomto smyslu odráží vědu své doby a Kant byl s výsledky dobové vědy nejen relativně dobře obeznámen, ale byl schopen ji i rozvíjet. Tam, kde se jeho práce dotýkají přírodní filosofie, je sice znatelný roztržitý charakter poznatků jednotlivých věd, ale Kant se přesto pokouší je integrovat do jediného celku – což ještě tehdy bylo proveditelné, neboť pensum znalostí jednotlivých oborů nedosahovalo takového objemu, aby nebylo vzdělanci té doby jako celek obsáhnutelné. Kantovou inspirací přitom byla matematika i fyzika. V předmluvě ke druhému vydání *Kritiky* zmiňuje explicitně Galileiho, Torricelliho a Stahla [srv. B XII]. O své metodě Kant hovoří doslova jako metodě „napodobující metodu přírodovědců“, to znamená, že chce „hledat prvky čistého rozumu v tom, co se dá potvrdit nebo vyvrátit pomocí experimentu“ [pozn. B XII]. Protože však věty čistého rozumu překračují hranice možné zkušenosti, nelze s jejich objekty provádět experimenty jako v přírodovědě. Samotného Newtona zmiňuje Kant několikrát. Například v poznámce v předmluvě ke druhému vydání *Kritiky* obdivuje „naprostou jistotu“ zákonů pohybu nebeských těles a „Newtonovy přitažlivosti“, které vzešly z původní Koperníkovy protismyslové, a přece pravdivé hypotézy [pozn. B XXII]. Svůj kritický projekt, tedy snahu o „změnu způsobu myšlení“, Kant sice postuluje jako hypotézu, avšak přiznává, že tuto změnu nedokazuje hypoteticky, nýbrž „apodikticky z uzpůsobenosti našich představ o prostoru a čase a z elementárních pojmů rozvažování“ [pozn. B XXII].

Dobová přírodní filosofie tedy hraje v Kantově systému významnou roli. Je to dáno jejím statusem, a především statusem newtonovské fyziky v osvícenství 18. století. Irritz zdůrazňuje, že předobraz přírodních věd – zejména pojem zákona jako relace vůči empiricky

⁵ Čísla v hranatých závorkách odkazují v našem textu na klasickou paginaci spisu I. Kanta *Kritika čistého rozumu* (v českém překladu Jaromíra Loužila, Praha 2001).

verifikovatelným jevům – byl od začátku „výrazem Kantových výhrad vůči metafyzice“ (Irrlitz 2010, 50). Explanační a predikační úspěchy pak v tomto období povýšily fyziku natolik, že se stala vzorem pro další filosofické disciplíny (Srv. Friedman 2004, vii). Kant se k tomuto programu hlásí a chce na podobnou úroveň pozdvihnout tradiční filosofické disciplíny, jako právě metafyziku a epistemologii.

Vývoj Kantovy metafyziky

Kant zahájil svou intelektuální dráhu jako přívrženec leibnizovsko-wollfovské filosofie, dominující v německém jazykovém teritoriu v první polovině 18. století. Ještě jako student začal s psaním svého prvního spisu *Myšlenky o skutečném ocenění živých sil a posouzení důkazů, které pan v. Leibniz a další mechanici v tomto sporu použili, spolu s několika předcházejícími úvahami, které se týkají síly těles vůbec*, jež vydal na vlastní náklady v roce 1747. V tomto spise je jeho filosofická pozice ještě určena Leibnizovou metafyzikou, neboť stejně jako on i Kant zde kritizuje Descartovu redukci hmoty na atribut rozlehlosti. Jde o metafyzický návrh dynamické přírodní filosofie, avšak Kantova myšlenka zprostředkování mechanických a energetických vlastností hmoty na základě *vis insita* a vivifikace nepřinesla řešení (Irrlitz 2010, 82).

Druhý Kantův spis *Všeobecná přírodní historie a teorie nebes neboli pokus vyložit složení a mechanický původ celého vesmíru podle Newtonových zásad* vyšel anonymně roku 1755 a má v názvu druhý významný inspirační zdroj mladého Kanta: Isaaca Newtona. Kant zde postuluje svoji mechanistickou teorii vzniku světa, přičemž jeho hlavním záměrem byla výše zmíněná syntéza Newtonovy mechanistické přírodní vědy a Leibnizovy metafyziky. Přišel také například s teorií (v ryze osvícenském duchu), že s rozpínavostí kosmických tvořivých procesů v prostoru je spojen úbytek materiálních a nárůst inteligibilních faktorů (srv. Hinske 1970). V tomtéž roce vydal Kant svůj habilitační spis *Nové vysvětlení prvních principů metafyzického poznání*, v němž se snažil spojit reálnou interakci materiálních objektů s Leibnizovou teorií prostoru a času jako relační struktury objektů (srv. Irrlitz 2010, 87).

O rok později (v roce 1756) pak vyšel spis *O sjednocení metafyziky a geometrie v její aplikaci na přírodní filosofii, jejíž exemplář I. obsahuje fyzickou monádologii*, známý pod zkráceným názvem *Fyzická monádologie*, kde se Kant pokouší vyřešit rozpor mezi monádami jako nejmenšími částicemi a nekonečnou matematickou dělitelností prostoru. Jeho řešení stálo na půli cesty mezi Newtonovými a Leibnizovými představami – spočívalo v tom, že je třeba rozlišovat mezi vnitřně nedělitelnými jádry monád a vnějším jevem, který pak připouští také nekonečnou matematickou dělitelnost v prostoru.⁶ Monády tedy nevyplňují celý prostor, ale jsou jen jakýmsi centry přitažlivých a odpudivých sil, jejichž aktivita se odehrává právě v prostoru monády (srv. Irrlitz 2010, 89). Takto formulovaná teorie měla velký vliv na myslitele druhé půle 18. století a může být považována za předchůdce některých fyzikálních teorií.

Po přírodně filosofických a metafyzických spisech z 50. let 18. století vydává Kant v 60. letech zejména spisy kritické vůči soudobé metafyzice, což vyústí v jeho již zmíněný inaugurační spis *O formě a principech smyslového a inteligibilního světa* z roku 1770. Ještě

⁶ Newton zastával absolutní pojetí prostoru a nedělitelnost atomů jako posledních částí hmoty. Leibniz zastával relační pojetí prostoru, chápal prostor a čas jako výtvořiny naší obrazotvornosti (jako ideální fikce), zastával nedělitelnost a imateriálnost monád, ale připouštěl možnost matematické nekonečné dělitelnosti (srv. Irrlitz 2010, 47 a 51).

v roce 1768 ve spise *O prvotním důvodu rozdílu směrů v prostoru* zastával Kant Newtonovo absolutní pojetí prostoru, který jako reálná možnost hmoty určuje a jako elementární nazírání představuje možnost vnímání předmětů.⁷ Ale o dva roky později se v jeho inauguračním spise objevuje nová teorie prostoru a času jako apriorních forem nazírání. Sám Kant v této souvislosti hovoří doslova o „velkém světle“ a považuje tuto událost za zlom, kdy problém antinomií (zejména nekonečné dělitelnosti hmoty a existenci posledních částí, monád) nasměroval k nové transcendentální propedeutice a metafyzice (srv. Reich 1958, XI).

Již ve svém inauguračním spise dosáhl tedy Kant tří elementárních stanovisek pro svou reformu filosofie na základě kritiky metafyziky a empirismu. Zaprvé se zde objevuje rozdělení empiricko-receptivních a logicko-aktivních (či konstitutivních) aspektů poznání, ačkoli Kant ještě neměl jasnou odpověď na otázku, jak jsou apriorní logické formy spojeny s nelogickým smyslovým obsahem zcela odlišného druhu. Zadruhé se zde již nachází teorie prostoru a času jako čistých nazíracích forem a priori, když Kant formuluje otázku, jak se racionální intuice matematiky může vztahovat k empirickým jevům, které jsou dány v prostoru a čase jako v nejasných pojmech vědomí. Na základě tohoto nového způsobu tázání pak Kant představí nové systematické členění filosofie na transcendentální filosofii, na metafyziku přírody a společnosti a na aplikované filosofické disciplíny (dějiny, náboženství atd.).

Prostor a čas v *Kritice čistého rozumu*

První *Kritika* vyšla v roce 1781 jako první dílo Kantova kritického období, v němž vytváří originální syntézu, čerpající z německých idealistů a dalších kontinentálních filosofů i z britské tradice včetně Newtona, jehož ovšem originálním způsobem přetváří. Irritz označuje *Kritiku* jako „traktát o metodě metafyziky“ (Irritz 2010, 75). Kant chtěl vyzkoumat, jak lze nahlížet rozdílné pojmy a teorie pod ideou všezahrnující jednoty, proto pro něj filosofie měla dvě základní funkce: *systematizovat* veškeré poznání, a to prostřednictvím *zdůvodnění* různých typů platnosti vědeckých výpovědí. V rámci tohoto projektu Kant tvrdí, že existují *apriorní syntetické soudy*, které se vyznačují nutností a obecností, nemohou být získány ze zkušenosti a jsou to soudy rozšiřující, neboť (na rozdíl od soudů analytických) „přidávají k pojmu subjektu predikát, který v něm vůbec myšlen nebyl a žádným jeho rozbořem by z něj nemohl být vyvozen“ [B 11]. Matematika a přírodověda podle Kanta zjevně obsahují syntetické soudy a priori, čímž je dána jejich „vědeckost“. Kant si klade otázku, jak jsou takové syntetické soudy a priori možné, tedy jak je možná čistá matematika a čistá přírodověda. Nadto se ovšem domnívá, že „na takovýchto syntetických, tj. rozšiřujících zásadách spočívá celý konečný účel našeho spekulativního poznání a priori“ [B 13] a že metafyzika by tedy měla též obsahovat syntetické soudy a priori. Proto si dále klade i otázky, „jak je možná metafyzika jako přirozená vloha“, a dokonce, „jak je možná metafyzika jako věda“ [B 22]. Právě matematika a přírodní věda jsou tedy Kantovi modelem, který chce použít i pro svůj projekt „vědecké“ metafyziky (srv. Sobotka 1992).

Východiskem pro zodpovězení těchto otázek je mu tzv. kopernikánský obrat, který Kant tematizuje v předmluvě ke druhému vydání *Kritiky*:

⁷ Objevují se však též interpretace, které tvrdí, že se zde Kant nepřiklání k Newtonovi, nýbrž že pojmem „absolutní“ míní absolutní a neempirický názor prostoru, který je subjektivně-ideální a je odvozen z povahy mysli. Tak například Karásek (2012, 383) vidí už ve spisku z roku 1768 „pokus o nalezení střední cesty mezi Leibnizem a Newtonem v pojetí prostoru“.

Proto se konečně jednou pokusme, zda bychom v úkolech metafyziky neuspěli lépe, kdybychom předpokládali, že se předměty musí řídit naším poznáním. [B XVI]

Tento předpoklad podle Kanta souhlasí s požadovanou možností apriorního poznání lépe než jiné varianty řešení tohoto problému. Svůj argument později rozvádí a tvrdí, že „jsou jen dvě cesty, jak lze myslet nutnou shodu zkušenosti s pojmy jejích předmětů: buď zkušenost umožňuje tyto pojmy, nebo tyto pojmy umožňují zkušenost“ [B 166]. První je cesta empirismu, kterou Kant odmítá. Přiklání se ke druhé cestě, tedy že čisté rozvažovací pojmy (kategorie) „obsahují ze strany rozvažování důvody možnosti veškeré zkušenosti vůbec“ [B 167]. A právě podmínky veškeré možné zkušenosti – a tím i vědeckosti – vykládá Kant v rámci své transcendentální nauky o elementech lidského poznání, tedy transcendentální estetiky a transcendentální logiky.

Právě *transcendentální estetika* je naukou o čistých formách smyslového názoru (*Anschauung*), jimiž jsou právě prostor a čas. Kant zde izoluje smyslovost od veškerého jejího empirického obsahu, čímž získává *čistou* formu smyslového názoru jako pouhou formu jevů. Poté ukazuje, že „existují dvě čisté formy smyslového názoru jakožto principy apriorního poznání, totiž prostor a čas“ [B 36]. Prostor a čas tedy nejsou vlastnostmi vnějšího světa (ani věcí o sobě), nýbrž vlastnostmi naší mysli. Vedle smyslového názoru staví Kant rozvažování (*Verstand*), což je aktivní schopnost mysli vytvářet představy, tedy schopnost myslet předmět smyslového názoru v *pojmech*. To dobře ilustruje slavný Kantův výrok: „Myšlenky bez obsahu jsou prázdné, názory bez pojmů jsou slepé“ [B 75]. Důležité přitom je, že rozvažování se vztahuje pouze na možnou zkušenost, která nám „jako jediná může poskytnout látku (objekty), na kterou mohou být aplikovány ony čisté pojmy rozvažování“ [B 87].

Ve své *transcendentální analytice* Kant izoluje čisté rozvažování, aby nejprve prozkoumal možnost apriorních pojmů a poté syntetickou funkci rozvažování pro poznání. Transcendentální analytiku nazývá „logikou pravdy“ a jejím cílem je vysvětlit „elementy čistého rozvažovacího poznání a principy, bez nichž nemůže být myšlen vůbec žádný předmět“ [B 87]. Kant zde prostřednictvím transcendentální dedukce vykládá čisté rozvažovací pojmy – tzv. kategorie – jako „principy možné zkušenosti“, která (jak již bylo zmíněno) je vázána na určování jevů v prostoru a čase. K tomu se ještě přidává nejvyšší princip veškerého používání rozvažování, totiž zásada syntetické *jednoty apercepce*, což Kant vysvětluje následovně:

Obecně řečeno, rozvažování je mohutností tvořit poznatky. Tyto poznatky spočívají v určitém vztahu daných představ k objektu. Objekt je však tím, v pojmu čeho je sjednocena rozmanitost daného názoru. Veškeré sjednocení představ však vyžaduje jednotu vědomí v jejich syntéze. [B 137]

Kategorie jsou tedy pravidla pro rozvažování, které přivádí syntézu rozmanitosti smyslového názoru pod jednotu apercepce [srv. B 145]. Kant věřil, že tímto způsobem dokázal možnost čisté přírodovědy, neboť podle něj „zákony jevů v přírodě musí souhlasit s rozvažováním a jeho apriorní formou“ [B 164]. Zároveň tvrdí, že čisté rozvažování nestačí na to „stanovit více zákonů, než na kterých spočívá příroda vůbec jako zákonitost jevů v prostoru a čase“ [B 165]. To znamená, že na jednu stranu nemohou být jednotlivé fyzikální zákony úplně odvozeny z kategorií, protože se týkají empiricky určených jevů. Na druhou stranu však všechny fyzikální zákony vcelku podléhají apriorním kategoriím, které určují možnost zkušenosti vůbec.

Protože metafyzické poznání, ačkoli podle Kanta také obsahuje syntetické soudy a priori, je založeno mimo zkušenost, zásadně se proto liší od čisté matematiky a čisté přírodovědy. Problém metafyziky pojednává Kant v rámci tzv. *transcendentální dialektiky*, která už není logikou pravdy, nýbrž jak bylo zmíněno výše, je logikou pouhého zdání, které je ovšem zdáním transcendentálním, tedy podmiňuje možnost naší nejvyšší poznávací mohutnosti: rozumu (*Vernunft*), který je „mohutností tvorby principů“ [B 356]. Kant vysvětluje odlišnost mezi rozvažováním a rozumem následovně:

Je-li rozvažování mohutností vytvářet jednotu jevů prostřednictvím pravidel, pak rozum je mohutností vytvářet jednotu rozvažovacích pravidel prostřednictvím principů. [B 359]

Transcendentální ideje jakožto pojmy čistého rozumu jsou pak zároveň transcendentní, neboť překračují hranice veškeré zkušenosti. Na rozdíl od rozvažování se tedy rozum vůbec nevztahuje ke smyslovému názoru, nýbrž pouze k používání rozvažování, „aby mu předepsal určitou jednotu, o níž rozvažování nemá žádný pojem a která směřuje k tomu, aby ... shrnula všechny rozvažovací činnosti v absolutní celek“ [B 383]. Pro nás je zde ovšem zásadní tvrzení, že čistý rozum překračuje hranice veškeré možné zkušenosti, a proto si metafyzika – na rozdíl od matematiky a přírodní vědy – nesmí činit nárok na to být vědou. To nicméně neznamená, že metafyzika není vůbec možná. Naopak, metafyzika je podle Kanta „celek ... filosofického poznání z čistého rozumu v systematické souvislosti“ [B 869].

Kantův zájem o matematiku a fyziku byl tedy v první řadě zapříčiněn jeho zájmem o metafyziku. Kant se domníval, že metafyzika jako součást transcendentální filosofie je jakémukoliv vědeckému zkoumání nadřazena, respektive ho předchází, proto je *Kritika* obecnou nadstavbou pro přírodní vědy (srv. Kerszberg 2009). Kantova epistemologie si tak bere za příklad empirickou přírodní filosofii jako úspěšný model a Kant chápe přírodní vědy jako exemplář spolehlivého vědění o empirickém světě. Podle Irrlitz zastával Kant silně přírodovědně ražený pojem teorie, který zahrnoval tři aspekty: „omezení na empiricky verifikovatelné dění, kauzální vysvětlení a zejména seberozšiřující systematické zdůvodnění“ (Irrlitz 2010, 71). Vzorem jsou pak Kantovi, jak již bylo zmíněno, zejména Newtonovy zákony, které reprezentují případ konkrétní realizace transcendentálních principů obecné metafyziky obsažených v *Kritice*. Současně se ale Kant domnívá, že Newtonova věda vyžaduje nové založení v oblasti metafyziky (srv. Friedman 2004). Newtonova fyzika se tedy Kantovi jeví jako aplikace jeho transcendentální filosofie, ale ta je současně jakýmsi jejím metafyzickým zakotvením.

Kritika Kantova pojetí času a prostoru

V *Prolegomenech* Kant shrnuje svůj argument o čistých formách smyslového názoru:

Prostor a čas jsou tedy ony názory, které čistá matematika bere za základ všech svých poznatků a soudů, zároveň apodiktických a nutných. ... Geometrie má za základ čistý názor prostoru. Aritmetika pak vytváří své číselné pojmy postupným přidáváním jednotek v čase. ... Obě tyto představy jsou však pouhé názory; neboť vypustíme-li z empirických názorů těles a jejich změn (pohybů) všechno empirické, totiž to, co patří k počítkům, zbývá nám ještě prostor a čas, jež jsou tedy názory čistými, které jsou apriorním základem názorů empirických a nemohou být proto samy nikdy vynechány, nýbrž právě tím, že jsou čistými názory *a priori*, dokazují, že jsou pouze formami naší smyslovosti, jež musí předcházet každému empirickému názoru, tj. vjemu skutečných předmětů, a jimiž mohou být předměty poznávány *a priori*, ale ovšem jen tak, jak se nám jeví. (Kant 1992, 50–51)

V případě geometrie tedy Kant předpokládá, že náš vnitřní *myšlenkový prostor* teprve následně umožňuje *prostor fyzický*, který ale není vlastností věcí samých, nýbrž je jen formou naší smyslové nazírací schopnosti. Kant ovšem nepopírá vnější realitu, říká, že „věci jsou nám dány jako předměty našich smyslů ležící mimo nás, avšak o tom, čím asi jsou samy o sobě, nevíme nic, nýbrž známe jen podobu, ve které se nám jeví“ (Kant 1992, 55–56). Z toho je tedy zřejmé, že Kant newtonovskou představu o absolutním prostoru a času internalizuje a přetavuje ji do originální metafyziky, která je však současně jejich idealizací – není závislá na zkušenosti nebo vnější realitě, ale je naopak jejich nezbytnou subjektivně apriorní podmínkou. Axiómy newtonovské fyziky se pak následně stávají základem Kantovy metafyziky a transcendentální filosofie vůbec. Tyto představy prostoru a času Kant považuje za fundamentální – názory prostoru a času tedy nejsou objektivně existujícími, ale jsou interními představami a jakákoliv výpověď o vnějším světě, která má pouze charakter našeho nazírání, je jimi podmíněna a omezena.

Kantův obdiv k Newtonovi tedy neznamená, že by jeho teorie přijal beze zbytku – v různých fázích si je upravuje dle vlastních představ tak, aby vyhovovaly jeho vlastní metafyzice.⁸ Například Watkins poukazuje na odlišnou formulaci zákonů mechaniky Newtonem ve *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* a tím, jak je formuluje a vykládá Kant v *Metafyzických počátcích přírodní vědy* – Kant si Newtonovy zákony upravil proto, že podle něho nebyly apriorní, ale odkazovaly na zkušenost. Kant tedy dával přednost vlastním a priori odvozeným zákonům před zákony, které byly zjevně v souladu s empirií. Jako důvod pak Watkins vidí to, že Kant v tomto případě zůstal konformní Leibnizově a Wollfově pozici (Watkins 2001, 137–138). Kant se tedy od Newtona odlišuje v několika základních aspektech.⁹

Kantova snaha o „apriorizaci“ dobového přírodovědeckého poznání ve prospěch vlastního filosofického systému může být nazírána ze dvou úhlů. Na jedné straně sice odpovídá dobovému naturelu, ovšem snaha o založení metafyziky (nejenom stávající ale i každé budoucí) na existujících fyzikálních teoriích je velmi problematická – jak ukázal budoucí vývoj i četní Kantovi kritikové (Heisenberg, Maudlin). Na druhé straně ale existuje i dost opačných hlasů (Friedman a další), které v Kantově pokusu vidí originální příspěvek do diskuze o fundamentálních pojmech fyziky, jejichž výklad dlouho zůstával neustáleným. Podle nich Kant svým dílem stimuloval další debaty, jež posléze přispěly k formulování nových teorií, a vnímají ho tedy jako pozitivum. Tyto kritické i pozitivní ohlasy chceme analyzovat v následujících odstavcích.

Kantovo pojetí prostoru dostalo zásadní trhliny už v první polovině 19. století po zformulování neeuklidovských geometrií Gaussem, Bolyaiem a Lobačevským, a posléze jejich zobecnění Riemannem. Rozšíření jejich myšlenek mimo úzký okruh matematiků však bylo pomalé a naráželo na kantovskou hegemonii (srv. Jones 1946; Greenberg 1993, 182). Navíc pouhé postulování neeuklidovských geometrií neříkalo nic o skutečné povaze fyzického světa, pouze otevřelo jiné eventuality, než byla dosavadní Newtonova koncepce. I když tedy připravili půdu pro jeden ze zásadních zlomů ve fyzice na počátku 20. století, vliv

⁸ Taktéž němečtí metafyzikové si části Newtonovy přírodní filosofie přizpůsobovali tak, aby byla v souladu s jejich odlišnými východisky. Poměrně svévolné nakládání se zákony mechaniky lze nalézt u Christiana Wolffa (1679–1754), Ludwiga Thümmiga (1697–1728) a Johanna Petera Reusche (1691–1758) (srv. Watkins, 2001).

⁹ Kerszberg dodává, že v pozdním, postkritickém období, především v nedokončeném díle *Opus Postumum* se Kant dokonce od Newtona ještě více vzdaluje (srv. Kerszberg, 2009).

jejich objevů byl po většinu 19. století malý. Význam neeuklidovských geometrií byl plně doceněn až po zformulování speciální a obecné teorie relativity a jejich empirickém ověření.

V roce 1958 vydal jeden ze zakladatelů kvantové teorie, německý fyzik Werner Heisenberg (1901–1976), knihu *Fyzika a filozofie*, v níž se věnoval převážně filosofickým otázkám spojeným s rozvojem moderních teorií fyziky (Heisenberg 2000). Heisenberg v knize diskutuje důsledky, které měly kvantová teorie a teorie relativity nejen pro vědu, ale také pro filosofii – například v chápání ontologického statusu fyzikálních entit, chápání subjektu a objektu, pojmů času, prostoru, kauzality atd. Newtonův systém byl podle něho dlouhou dobu považován za definitivní a fyzika měla pouze rozšiřovat tuto oblast na další oblasti reality.¹⁰ Jak ale ukázal pozdější vývoj, elektromagnetické a další jevy nelze v intencích newtonovské mechaniky popsat, a tak za přispění Maxwella, Lorentze a Einsteina vznikl systém nový, který sestává z odlišných pojmů a axiomů, jenž se od přechozího uzavřeného newtonovského systému podstatně liší. Právě tento disruptivní vývoj vědy na konci 19. a počátku 20. století vedl k tomu, že se ve vědě zabydly nové pojmy a koncepce. Například právě pojmy prostoru a času jsou sice společné oběma systémům, ale zatímco v Newtonově mechanice byly nezávislé, v teorii relativity byly integrálně propojeny v tzv. časoprostor. Jako jeden ze spoluvůrců nového paradigmatu vědy a současně i jako znalec německé klasické filosofie si Heisenberg velmi jasně uvědomoval, že nové fyzikální teorie se zásadně promítají také do vztahu fyziky a metafyziky – všímá si především toho, že už představy klasické fyziky zásadně ovlivnily dobovou filosofii a jako příklad jmenuje právě Kanta. Ovšem staví se kriticky k tomu, že Kant svoji filosofii postavil na pojmech, jako je absolutní čas, prostor, kauzalita a dalších, které vycházejících z dobového poznání – a ty pak předepsal i pro jakoukoliv metafyziku (a tedy i vědu) budoucí. Během sta let od jeho smrti došlo k takovému pokroku vědy, že všechny tyto jeho axiomy byly pomocí empirických vědeckých metod vyvráceny.¹¹ Další potíž podle něho vzniká s klasickými představami času a prostoru při popisu atomových dějů – v novém paradigmatu jen stěží můžeme použít pojem „dráha elektronu“, tak jako jsme ho používali v klasické fyzice. A to samozřejmě mění i charakter těchto základních pojmů a to, jak mohou být chápány a používány.

Kantovu kritiku dovádí do krajnosti současný filosof fyziky Tim Maudlin, který v knize *Metaphysics Within Physics* (2007) požaduje, aby jakákoliv metafyzika spočívala na empirických základech, a Kantovi vytýká, že právě tuto podmínku svým programem apriorní filosofie nesplňuje:

Moderní fyzika, tj. relativita a kvantová teorie, rozmetala Kantovu tezi o povaze prostoru, času a kauzality: ať už si o povaze zkušenostního světa myslíme cokoli, nemusíme vycházet z newtonovského prostoru a času, ovládaného deterministickými zákony. Empirická věda přišla s mnohem překvapivějšími teoriemi o fundamentální struktuře světa, než na které byli filosofové vůbec schopni pomyslet. (Maudlin 2007, 78–79)

Kantovská filosofie ovšem podle Maudlina přežila hlavně díky tomu, že za předmět metafyziky označuje ne svět, nýbrž náš „pojmový systém“, který si vytváříme o světě – a tento úskok umožňuje její další životaschopnost.

¹⁰ Například na konci 18. století existovala snaha zpočátku vykládat elektrické jevy právě v pojmech newtonovské fyziky – tedy mechanického působení a přitažlivých sil.

¹¹ Heisenberg na příkladu rozpadu atomového jádra dokládá také nedostatečnost, respektive neplatnost Kantova pojetí kauzality jako apriorního zákona nutného pro vědecké poznání.

Existují ale filosofové, kteří s tímto chápáním a výkladem Kanta nesouhlasí. Heinrich Kaestner považuje Kantovo dílo za často dezinterpretované a do této skupiny řadí například i výše uvedenou Heisenbergovu kritiku. Heisenbergovi vytýká, že Kantovu filosofii a speciálně jeho definice prostoru, času a kauzality nechápe jako epistemologické koncepce, nýbrž ve smyslu fyzikálním (srv. Kaestner 1964). Heisenbergovo nepochopení Kanta podle něho začíná už u distinkce mezi analytickými a syntetickými soudy vztahenými k čisté matematice a přírodní vědě. Kaestner tak spatřuje zásadní rozdíl mezi teoriemi přírodních věd, které se snaží o co nejpřesnější popis makro- i mikroreality, a mezi Kantovou epistemologickou doktrínou, která primárně analyzuje naše možnosti poznání.

Podobně pozitivně na Kantovo rozpracování metafyziky pohlíží Michael Friedman, který ke Kantovým teoriím (dynamické teorii hmoty) z *Fyzické monadologie* říká:

Tento druh teorií měl dalekosáhlý vliv v druhé části 18. století, v dílech myslitelů, jako jsou například Boscovich a Priestley, a mohou být zcela po právu vnímány jako svého druhu anticipace teorie polí ve fyzice, tedy přístupu, který se rozvinul v 19. století, počínaje dílem Faradaye a kulminujícím v Maxwellově teorii elektřiny a magnetismu. V tomto smyslu měl Kantův vlastní příspěvek k dynamické teorii hmoty významný vliv na vývoj samotné přírodní vědy, a to úplně mimo originální metafyzický kontext, ve kterém byl původně formulován. (Friedman 2009, 50)

Friedman také zdůrazňuje, že Kantova filosofie a jeho diskuze o prostoru a času, mezi jejímiž účastníky byli Helmholtz, Mach, Poincaré, podnítila další vývoj na pomezí fyziky a filosofie a která v důsledku povzbudila i Einsteina k rozvinutí jeho originální teorie. Kant díky tomu, že v promýšlení Newtonovy teorie úzce propojil úvahy o základech geometrie a relativitě pohybu, pomohl vytvořit platformu, na níž se odehrávaly diskuze o těchto problémech až do počátku 20. století. Například Machovo propojení problému absolutního prostoru (vycházející z Kanta) s koncepcí inerciální vztažné soustavy z konce 19. století bylo jedním ze zdrojů pro Poincarého úvahy (srv. Friedman 2010). Helmholtz pak ve své vědecké filosofii přímo navázal na Kantovu představu prostoru, který chápal jako „subjektivní a nutnou formu externí intuice“, a inspiroval se i Kantovým generalizovaným pojetím pohybu“ (Friedman 2010, 67).

Následně Einstein dospěl k radikálně novému vztahu mezi základy (fyzikální) geometrie a relativity prostoru a pohybu. Tyto dva problémy byly v Kantově díle úzce provázány, ale následně byly nezávisle na sobě rozpracovány v dílech Helmholtze a Macha (Friedman 2010, 72). Jeho teorie (relativity) již v sobě obsáhla právě ty pojmy času a prostoru, které předtím stály mimo ni, jako netestovatelné předpoklady.

V tom Friedman spatřuje význam Kanta jako filosofa, který důkladným promýšlením implikací existující fyzikální teorie – obsahující jisté koncepty prostoru, času a pohybu, rozvíjel tu linii diskuze na pomezí filosofie a fyziky, která posléze vedla přes práce dalších vědců a filosofů k formulaci nové vědecké teorie.

Ve zjevné snaze vyhnout se anachronickému pojetí ale na druhou stranu dodává, že Kant svoji nutně dobově omezenou filosofii založenou na dobově uznávané newtonovské fyzice a euklidovské geometrii rozhodně Einsteinovou teorií žádným způsobem neanticipoval, ale

pouze podnítl další vědce a filosofy k řešení otázek, které nakonec vedly, současně s pokrokem v matematice a fyzice, k nové vědecké teorii (srv. Friedman 2010, 72).¹²

Poměrně příznivý postoj ke Kantovi zaujímá Gödel, který s Kantem sdílel touhu nalézt pevné fundamenty pro založení lidského poznání, byť každý z nich v jiné doméně. Gödel byl s Kantovou filosofií detailně seznámen a často na něho odkazuje, aniž by ovšem jako platonik široce sdílel jeho filosofická východiska. Gödel dokonce označil Kanta za inspirátora své hypotézy rotujícího vesmíru (srv. Kovač 2008) a viděl i zřetelnou kontinuitu mezi Kantovým pojetím času a prostoru a teorií relativity, kdy podle něho Kantovo pojetí – v důsledku protikladné vůči objektivnímu chápání času jako samostatné entity¹³ – vykazuje pozoruhodnou shodu s pojetím Einsteinovým (srv. Gödel 1995).

Fyzika a metafyzika

Ať už chápeme Kantovy snahy o vytvoření univerzální filosofie za pomoci dobových pojmů prostoru, času a kauzality v jakémkoliv smyslu, obecně platná otázka po vztahu filosofie (metafyziky) a vědeckých teorií zůstává stále aktuální.

Příklad Kanta naznačuje, že mezi těmito doménami nelze vést jednoznačnou dělicí linii, tak jak ji měli v programu například novopozitivisté. Ukazuje se, že každá vědecká teorie nutně vyžaduje také jistou metafyziku – tedy předpoklady, které nejsou samotnou součástí této teorie, ale jsou pro ni nezbytné. Newtonova teorie měla metafyzické předpoklady, stejně jako je má Einsteinova,¹⁴ a proto se stala předmětem nejrůznějších filosofických polemik. Kromě toho i dnešní fyzika se mnohdy pohybuje na nejisté půdě spekulací a hypotéz, u nichž neexistuje v dohledné době předpoklad empirického ověření.

Nejinak tomu bylo i v minulosti. Kantovy výpůjčky z existujících vědeckých teorií tedy přirozeně odpovídají stavu, který v jeho době v oblasti poznání přírody panoval. Úzké sepjetí obou disciplín ovšem pokračovalo i v 19. století v dílech dalších generací vědců a filosofů, kteří svými diskuzemi určovali vývoj fyziky a formulovali nové teorie. Z tohoto úhlu pohledu tedy musíme koexistenci fyziky a metafyziky nejen tolerovat, ale označit za přínosnou.

Ve světle těchto poznatků se pak ostrá kritika v podobě, jakou ji přednesli Heisenberg nebo Maudlin, jeví jako přehnaná. Vždy existoval průnik mezi dobovými fyzikálními teoriemi a jejich spekulativními metafyzickými předpoklady nebo implikacemi. V důsledku toho lze také snahy o rozdělení fyziky a filosofie do dvou nezávislých domén předem označit jako odsouzené k neúspěchu. Navíc platí, že hranice fyziky a metafyziky se v průběhu historie neustále měnily s tím, jak věda postupně expandovala do teritoria tradiční metafyziky. A lze předpokládat, že tomu tak jistě bude i v budoucnu.

Akceptujeme-li na jedné straně toto trvalé rozostření hranic mezi fyzikou a filosofií, musíme ovšem na straně druhé také uznat, že snaha o vytvoření jakékoliv definitivní ontologie nebo epistemologie z existujících vědeckých teorií tak, jak se o to pokusil Kant a mnozí jeho následovníci, je rovněž předem odsouzena k zániku. Kantův pokus ještě vycházel

¹² Ačkoliv většina filosofů vědy skutečně Kantův systém následně odmítla, Friedman se spolu s Reichenbachem domnívá, že je možné provést v něm takové úpravy, které ho uvedou s vývojem posteinsteinovské fyziky do souladu.

¹³ V tomto se Gödel poněkud odchyluje od standardní interpretace Kanta.

¹⁴ DiSalle se domnívá, že jak Newtonova, tak Einsteinova teorie předpokládá jistou (odlišnou) časoprostorovou strukturu, která je v případě teorie relativity přístupná empirickému zkoumání (srv. DiSalle 2004).

z předpokladu absolutní platnosti Newtonových zákonů, takže může být takové úsilí v dobovém kontextu pochopitelné. Ovšem o několik století (a několik paradigmatických změn) později se nám jakékoliv snahy o vytvoření definitivní metafyziky musí jevit značně naivní.¹⁵

Literatura:

Bitbol, M. – Kerszberg, P. – Petitot, J. (2009): Introduction, in Bitbol, M. – Kerszberg, P. – Petitot, J. (eds.) *Constituting Objectivity: Transcendental Perspectives on Modern Physics*, Springer, 1–34.

DiSalle, R. (2004): Newton's philosophical analysis of space and time, in Cohen, B. (ed.) *The Cambridge Companion to Newton*, Cambridge University Press, 33–56.

Friedman, M. (2004): Introduction, in I. Kant, *Metaphysical Foundations of Natural Science*, Cambridge University Press.

Friedman, M. (2009): The Metaphysical Foundations of Newtonian Science, in Bitbol, M. – Kerszberg, P. – Petitot, J. (eds.) *Constituting Objectivity: Transcendental Perspectives on Modern Physics*, Springer, 35–50/X.

Friedman, M. (2010): Einstein, Kant, and the A Priori, in Suárez, M. – Dorato, M. – Rédei, M. (eds.) *EPSA Philosophical Issues in the Sciences: Launch of the European Philosophy of Science Association*, Springer, 65–73.

Gödel, K. (1995): Some observations about the relationship between theory of relativity and Kantian philosophy', in Feferman, S. et al. (eds.) *Gödel's Collected Works (1986–2002)*, vol. 3, Oxford University Press, 230–259.

Greenberg, M. J. (1993): *Euclidean and Non-Euclidean Geometries. Development and History*. W.H.Freeman & Co Ltd.

Heisenberg, W. (2000): *Fyzika a filosofie*, Aurora.

Hinske, N. (1970): *Kants Weg zur Transzendentalphilosophie*, Kohlhammer.

Irrlitz, G. (2010): *Kant – Handbuch*, Springer.

Jones, P. Ch. (1946): Kant, Euclid, and the Non-Euclidean, *Philosophy of Science*, 13 (2), 137–143.

Kaestner, H. (1964): Kant und die moderne Naturwissenschaft. Eine Erörterung der Hauptthesen der Kritik der reinen Vernunft, *Zeitschrift für philosophische Forschung*, 18, 119–124.

Kant, I. (1992): *Prolegomena ke každé příští metafyzice, jež se bude moci stát vědou*, Svoboda.

Kant, I. (2001): *Kritika čistého rozumu*, OIKOYMENH.

Karásek, J. (2012): K Pojetí prostoru v Kantově spisu „O prvotním důvodu rozdílu směrů v prostoru“, *Filosofický časopis*, 60(3), 377–386.

¹⁵ Studie vznikla za podpory grantového systému Západočeské univerzity v rámci projektu č. SGS-2016-009.

Kerszberg, P. (2009): On Kant's Transcendental Account of Newtonian Mechanics, in Bitbol, M. – Kerszberg, P. – Petitot, J. (eds.) *Constituting Objectivity: Transcendental Perspectives on Modern Physics*, Springer, 51–74.

Kovač, S. (2008): Gödel, Kant, and the Path of a Science, *Inquiry*, 51(2), 147–169.

Lefèvre, W. (2001): Introduction, in Lefèvre, W. (ed.) *Between Leibniz, Newton, and Kant Philosophy and Science in the Eighteenth Century*, Springer, VIII–XVI.

Maudlin T. (2007): *The Metaphysics Within Physics*, Oxford University Press.

Reich, K. (1958): Über das Verhältnis der Dissertation und der Kritik der reinen Vernunft und die Entstehung der Kantischen Raumlehre, in I. Kant, *De mundi sensibilis atque intelligibilis forma et principiis*, Meiner, VII–XVI.

Sobotka, M. (1992): Předmluva, in I. Kant, *Prolegomena ke každé příští metafyzice, jež se bude moci stát vědou*, Svoboda, 2–18.

Watkins, E. (2001): Kant's Justification of the Laws of Mechanics, in Watkins, E. (ed.) *Kant and the Sciences*, Oxford University Press, 136–162.