

## Matematyczność przyrody

Zborník pod redakciou Michala Hellera, Józefa Żicińskiego i Alicji Michalik  
 Ośrodek badań interdyscyplinarnych pri Wydziale Papieskiej Akademii Teologicznej.  
 Kraków 1992, 176 strán.

Obsahom zborníka sú referáty ktoré odznali na sympóziu pod titulom: "Prečo je príroda matematická? Sympóziu organizovalo Centrum pre interdisciplinárne štúdiá Filozofickej fakulty Pápežskej teologickej akadémie v Krakove. Zborník obsahuje 12 príspevkov prednesených v poľštine v dňoch 12-13 mája 1989. Prednesené referáty sa zaoberali filozofiou matematiky, filozofiou vedy, ako aj filozofiou človeka a jeho poznávania. Aktuálnosť témy potvrdzuje aj to, že tri roky po uvedenom sympóziu vyšlo druhé vydanie citovaného zborníka, ktorému venujeme túto recenziu.

Tematika sympózia bola rozčlenená do štyroch častí: I. Úvod; II. Matematické hľadisko; III. Fyzikálne hľadisko; IV. Filozofické hľadisko.

V úvodnom referáte MICHAL HELLER z Filozofickej fakulty Pápežskej teologickej akadémie v Krakove skúma otázku: "Čo to znamená, že príroda je matematická?". Začína starovekým obdivom časove presných pohybov nebeských telies, ktoré boli záhadou "knihy prírody" až do čias Galilea Galileiho, ktorý prehlásil, že kniha prírody je písaná v matematickom jazyku. Učenci to chápali tak, že matematika opisuje pravidelnosti v prírode. V skutočnosti však ide o mnoho viac. Ukazuje sa, že štruktúra vesmíru je veľmi podobná matematickým štruktúram. To viedlo k názoru, že príroda sama je matematická, ba dokonca, že je vytvorená z matematiky.

Matematika sa stala štruktúrou fyzikálnych modelov, ba dokonca umožňuje predpovedať určité javy. Typickými ukázkami sú Newtonova teória gravitácie a Einsteinova teória relativity. Príručky metodológie vied uvádzajú, že matematický opis prírody je možný iba pre idealizácie, čo je však typická polopravda. Bez idealizácií by sme nemohli napríklad vniknúť do štruktúry mikrosveta. Matematika zjednocuje tiež fakty, pojmy, modely a teórie. Nádejné sú aj snahy o unifikáciu celej fyziky v rámci jedinej fyzikálnej teórie.

Na mieste je otázka: "Prečo je príroda matematická?" Táto otázka sa týka matematiky, prírodných vied i ľudského rozumu. Otázka o povahe matematiky je zložitá: Možno matematiku redukovat' na púhu hru symbolov? Ako je to s Gödelovým obmedzovaním matematiky? Aká je úloha intuície v matematike, a či si matematiku sami vytvárame, alebo ju len objavujeme? To sú stále otvorené problémy. Práve podobnosť matematických a prírodných štruktúr dosvedčuje, že matematika nie je iba hrou symbolov ani ľudským výmyslom.

Ak svet podlieha matematickým teóriám musí mať, povedané filozoficky, nejakú takú vlastnosť, ktorá ho na to spôsobuje. Svet, ktorý nemožno znatematizovať, napríklad svet vášni, nazýva Heller svetom iracionálnym. Pritom rozlišuje našu

dnešnú matematiku, ktorá je výsledkom dlhodobého historického vývoja, od tej matematiky, ktorá je vlastnosťou sveta. Tu si kladie otázku: "Prečo by mal byť vývoj matematický?" Keby svet nebol zmatematizovateľný, nemohli by sme ho rozumom zmatematizovať. Rozvoj života a inteligencie je možný iba v zmatematizovateľnom svete. V iracionálnom svete je také niečo nemysliteľné. Okrem matematiky treba nevyhnutne pripustiť aj umelecké prvky v poznávaní sveta. Otázka o matematickosti sveta zostáva nezodpovedaná, ale hľadanie odpovede na ňu vedie k hlbšiemu zamysleniu sa nad filozofiou prírody, ale aj nad samou existenciou človeka a sveta.

Úvodné myšlienky Hellera rozšíril JÓZEF ŽICZINSKI z toho istého pracoviska otázkou: "Ako chápať matematickosť prírody?". Prednášateľ sa zamerl na dilemu, ktorá je medzi matematickým a umeleckým literárnym opisom prírody. V oboch prípadoch majú prvoradú úlohu naše zážitky. Ich slovná formulácia je iba druhoradým činiteľom. Matematika sa nerozvíjala iba pri opise fyzikálnych javov, ale najmä ako "čistá matematika" nezávisle od opisov prírody, pričom prvoradú úlohu mali logické vzťahy. V literárnom opise sa uplatňuje predvažne tvorivá fantázia. Euklidove *Základy* nemali v prírode svoje fyzikálne ekvivalenty. Príklad astronóma Keplera potvrdzuje hľadanie matematického poriadku v štruktúre vesmíru. Matematika dvadsiateho storočia pripomína skôr voľnú hru symbolov bez priameho vzťahu ku skutočnosti. Nezodpovedanou zostáva otázka: "Prečo prírodou podmienené mechanizmy vyčlenili matematické poznanie, ktoré je vo vede bez pochybnosti?" Základným predpokladom pre vkladanie matematických pojmov do fyzikálnych procesov je princíp identity ( $a = a$ ).

ROMAN DUDA z Matematického ústavu Wroclawskej univerzity si ako matematik položil otázku: "O čo vlastne ide: o matematickosť prírody, alebo o prírodovedeckosť matematiky?". Antropologický prístup k tejto otázke vyžaduje podľa autora vypracovať model vývoja ľudského rozumu z hľadiska matematiky. Na základe štúdia modelu biologického vývoja centrálného nervového systému došiel k záveru, že matematika vznikla z potreby vernej simulácie stabilných priestorových a časových útvarov. Vo vývoji však pripúšťal aj kvalitatívne skoky. Podľa Dudu matematika je prírodná veda a príroda nie je matematická.

MIECZISLAW LUBAŃSKI z Oddelenia kresťanskej filozofie v Katolíckej teologickej akadémii vo Varšave rozoberal rôzne smery vo filozofii matematiky. Dnes niet takej definície matematiky, na ktorej by sa všetci zhodli. K filozofickým problémom týkajúcim sa matematiky patria: problém charakteru objektov, ktorými sa matematika zaoberá, problém existencie matematických objektov, problém pravdivosti v matematike, problém matematických metód a problém vzťahu matematiky a logiky. Prednášateľ kritizoval staršie stanoviská: platonizmus, konceptualizmus a nominalizmus, ako aj novšie: logicizmus, intuicionizmus a formalizmus.

LESZEK SOKOLOWSKI z Astronomického observatória Jagellonskej univerzity v Krakove referoval o "Nadradenosti matematiky". Položil si otázku: "Ako to, že matematika, ktorá je výtvorom ľudského rozumu, je taká užitočná?". Deduktívny systém matematických teórií vyžaduje interpretáciu priradovaných empirických údajov. Zákony prírody nemožno odvodiť iba z odpozorovaných údajov, sú to výtvory

ľudského rozumu. Príroda nie je len logická, ale aj matematická. Matematickosť je základným atribútom všetkej hmoty. Atóm je objekt, ktorému prislúchajú všetky fyzikálne zákony, ktoré sú v ňom uložené. Matematika je nadempirická vlastnosť hmoty s vlastnou dynamikou rozvoja, ktorá nemá nič spoločné s reálnym svetom. Matematika je nadradená prírodným vedám. Nemožno ju redukovať na fyziku. Svet prírody je realizácia určitej matematickej štruktúry.

ANDRZEJ FULIŃSKI z fyzikálneho ústavu Jagellonskej univerzity v Krakove vo svojej prednáške "Pochybnosti fyzika" zdôraznil dôležitosť predvídavosti matematiky pred jej racionálnosťou.

MIECZYSLAW SAWICKI z Ústavu pedagogickej výchovy Władysława Spasowskiego vo Varšave hovoril "O reálnosti matematických štruktúr". Na príklade Maxwellových rovníc ilustroval proces: experiment - formálna štruktúra - merací postup. Rozviedol podľa Wignera význam invariantov, symetrií a princípov zachovania v štruktúrach fyzikálnych zákonov.

MALGORZATA GLÓDŽOVÁ z Fyzikálneho ústavu Poľskej akadémie vied vo Varšave poukázala vo svojej prednáške na tému: "Úvahy o vzájomnosti experimentu a zmatematizovateľnej teórie" na neudržateľnosť novopozitivistického dualizmu teórie a experimentu predovšetkým tým, že ak chceme niečo merať, musíme to vyjadriť v termínoch nejakej fyzikálnej teórie.

Z filozofického hľadiska prehovoril k téme sympózia ZYGMUNT HAJDUK z Oddelenia filozofie prírody Katolíckej univerzity v Lubline. Prednášal na tému: "Ontologické predpoklady matematiky". Zvýšený záujem o ontologickú problematiku vyvolali najmä práce pozitivisticky orientovaného R. Carnapa a W. Quina, ktorí sa z metateoretického hľadiska stavali proti tradičnému esenciálnemu modelu. Prednášateľ objasnil jeho ontologickú problematiku týmito otázkami: 1. Aký jazyk je podkladom diskusií o ontologických problémoch? 2. Čo odlišuje problémy ontologické od neontologických? 3. Na akom základe hovoríme o platnosti teórie nejakého objektu? 4. Ako interpretujeme ontologické výroky a aký majú význam? 5. Na akom základe sa riešia ontologické problémy? Podľa esencializmu boli ontologické teórie formulované v bežnom hovorovom jazyku doplnenom technickými termínami. Ontologické problémy sa lišili od neontologických tým, že kládli otázky o existencii materiálnych predmetov, zmyslových údajov, abstraktných bytí. V esencializme šlo najmä o pomenovania a vzťahy. Pravdivé ontologické tvrdenia sa interpretovali tým, že odhaľovali nejaké atribúty skutočnosti. Riešenie ontologických problémov sa opieralo o argumenty, ktoré sú presvedčivé v tom rozsahu, v ktorom ich predpoklady správne opisujú skutočnosť. Hajduk zhrnul stručne aj odpovede Carnapa a Quina a poukázal aj na ich vzájomné odlišnosti. Rozlišuje pojmovú (ideálnu) a faktúálnu (materiálnu) existenciu. Príklady väzieb oboch druhov existencie nám podáva napríklad fyzika. Matematický opis vyžaduje sémantické zdôvodnenie.

Čistá matematika nie je subjektívna, ako o tom hovorí intuicionizmus, ani objektívna, ako sa domnieva platonizmus, ale je neutrálna. Ontologicky sú objekty matematiky na úrovni umeleckých výtvorov: sú to totiž fiktívne útvary, pričom mnohé z nich sú idealizáciami skutočných predmetov alebo ich vlastností.

Matematické pojmy sú istejšie ako pojmy faktuálne. Matematické objekty nie sú slobodnými výtormi ľudskej invencie. Sú to teoretické objekty, nie literárne fikcie. Matematické teórie tvoria koherentný systém.

Ontológia matematiky je dielom filozofie matematiky. Ku klasickým smerom filozofie matematiky patria platonizmus, objektívny idealizmus a nominalizmus. V novšom období rozlišujeme intuicionizmus (subjektívny idealizmus), logicizmus a pragmatizmus. Hajduk uviedol aj typické charakteristiky niektorých smerov filozofie matematiky.

JÓZEF TUREK z Oddelenia filozofie prírody Katolíckej univerzity v Lubline prednášal na tému: "Filozofické implikácie matematizácie prírody". V prednáške sa venoval metajazykovej analýze vzťahu filozofie a matematizácie. Dôraz kládol na prírodu, ktorá sa skúma matematickými metódami, pričom sa opiera o fyzikálne teórie. Onticko-epistemologický aspekt reality nie je viazaný na presné logické väzby teoretických výpovedí, lebo je príliš všeobecný než aby mohol rozhodovať o ich konkrétnych problémoch. V prírodovedeckých teóriách je na mieste odvolávať sa na experimenty, pričom sa existencia sveta dokladá s prakticky prijateľným stupňom pravdepodobnosti. Bez prijatia všeobecných filozofických základov by veda visela v prázdnote. Prírodovedec sa zaoberá objektívnym svetom a nie výtormi vlastného rozumu, pričom však používa vlastné teórie. Filozofické interpretácie jednotlivých matematizačných krokov nemusia byť jednoznačné a nemôžu slúžiť ako doklady jednoznačnosti vzťahov filozofie a matematizácie. Pritom však filozofická interpretácia môže slúžiť fyzikálnym teóriám ako zdroj užitočných informácií. Filozofia môže prispieť k spresneniu a k objasneniu matematizácie.

K tomu Turek dodáva, že výsledky prírodných vied môžu viesť k falzifikácii niektorých filozofických tvrdení. Tu sotva možno uviesť nejaké všeobecné kritérium, ale takúto možnosť nemožno vylúčiť. Matematizácia prírody však prispieva k objasňovaniu ontologických, epistemologických aj metodologických postojov. Potvrďuje napríklad stanovisko ontologického realizmu, ktorý uznáva objektívnu existenciu prírody, nezávislú od poznávajúceho subjektu, na čom stavia fyziku aj Einstein. Z epistemologického hľadiska matematizácia dosvedčuje, že svet je nielen poznateľný, ale je poznateľný aj matematickými metódami. Toto je tvrdenie filozofické, ktoré nemožno vyvracať žiadnymi matematickými obratmi. Dosvedčuje aj to, že svet nie je natoľko zložitý, že by nemohol byť poznávaný. Svet nemôže byť chaosom, ale musí v ňom vládnuť istý poriadok aj v jeho rozmanitosti. Rôzne interpretácie matematiky mali vplyv aj na formuláciu samotných filozofických systémov, čo dokazujú odlišné interpretácie matematiky Platóna, Descarta, Kanta a narážky na Aristotelov pojem formy alebo Demokritov atomizmus.

Matematickosť nie je úplným vysvetlením faktu matematizácie. Zostávajú tri alternatívy: buď je príroda matematická alebo matematika existuje, pretože existuje príroda, alebo človek vložil matematickosť svojho rozumu do prírody. Prednášateľ Turek sa hlási k prvému stanovisku. Problém udržovania rozdielu medzi prírodnými a formálnymi vedami sa stáva stále zložitejším. Fyzika používa stále viac matematické štruktúry, pričom sa líši od matematiky materiálnoú interpretáciou. Prvky

empirického v ontickej štruktúre skutočnosti stierajú rozdiely medzi fyzikou a matematikou, pričom získava matematika, akoby to bola jediná všeobecná veda a všetky ostatné prírodné vedy by boli iba jej špecializáciou. Proces unifikácie vied prebieha na matematickej báze. Pritom fyzika akoby strácala svoju autonómnosť a stávala sa podriadenou matematike. Ba v istom slova zmysle sa hovorí o dematerializácii fyziky, to znamená, že všetko to, čo je zviazané so zmyslovým poznaním v kontexte fyziky, najmä jej najnovšej kvantovej teórie poľa, nemožno prisudzovať v mikro-fyzikálnych teóriách vlastnostiam jednotlivých mikroobjektov. Žiada sa prehodnotiť úlohu empirického činiteľa v štruktúre prírodných vied.

WITOLD MARCISZEWSKI z Ústavu logiky, metodológie a filozofie vedy, poľsky Varšavskej univerzity v Bialystoku prednášal na tému: "Matematickosť prírody a matematickosť jazyka." Matematizáciou jazyka sa ako prvý zaoberal matematik Kurt Gödel, ktorý prepísal slovný text do formy usporiadaného záznamu čísiel, čím umožnil spracovávanie textov pomocou počítača. Tu sa matematickosť jazyka stretáva s matematickosťou prírody, lenže interpretácia jazykového kalkulu by nevyžadovala počítanie ani meranie. Tento obrat pripomína platónsko-aristotelovský prístup k číslu, podľa ktorého je číslo základom sveta.

V závere sympózia M. HELLER uviedol, že odpoveď na otázku: "Prečo je príroda matematická?" nemožno uzavrieť, ale jej štúdium môže byť iba článkom v reťazci ďalšieho výskumu. Ukazuje sa, najmä vo fyzike, že pri používaní matematického modelu v nejakej oblasti reality získavame viacej informácií, než sme do neho vložili. Problematika vzťahu matematiky a prírodných vied sa čas od času vracia ako vlna a aj my sa musíme k nej vrátiť. Veľké idey nežijú iba na sympóziách a na medzinárodných kongresoch.

Jednotlivé príspevky sympózia boli vypracované jasne a prehľadne. Sú dostupné aj pre širší okruh záujemcov a nevyžadujú osobitné odborné znalosti ani z matematiky, či z fyziky, alebo z filozofie matematiky.

*Imrich Stariček*