Johannes Kepler a snehová vločka

Simona Pavúková

Simona Pavúková: Johannes Kepler a snehová vločka. In: *Ostium*, roč. 17, 2021, č. 3.

Johannes Kepler and the Snowflake

In context of the discussions of the history of renaissance and modern natural philosophy, the name of Johannes Kepler is inflected relatively little, if ever. He is often referred as a naturalist, astronomer, and mathematics, more than natural philosopher. My intention of this study is, in the context of the current philosophical discussion, to recall the character of Kepler, in view of the forthcoming 450th anniversary of his birth, through his metaphysical-theological opinions in the work entitled *The Six-Cornered Snowflake*. Detailed examination of this issue will show that Kepler's work about snowflake is one of unique and original examples to observe philosophical background of his naturalistic theory. Kepler's goal was analysis and explanation of the cause of the hexagonal shape of snowflakes. The results of this problem shed new light on his teachings. So, we can understand Kepler in a deeper framework of the context of modern philosophy and science.

Keywords: Kepler, Philosophy, Science, Snowflake, Prague

Johanna Keplera (1571 – 1630), nezameniteľného a zároveň znamenitého predstaviteľa etapy vedecko-filozofickej revolúcie 16. a 17. storočia, ktorý sa do nej zapísal najmä vďaka svojím vedeckým objavom,[1] no celkom iste aj svojou ambíciou filozofickej tvorivosti,[2] dnes vo všeobecnosti vnímame prevažne ako objaviteľa troch zákonov planetárneho pohybu[3] a zakladateľa nebeskej mechaniky. V decembri tohto roka uplynie 450. rokov od jeho narodenia. Život veľkého astronóma sa začal v roku 1571 v malom mestečku Weil der Stadt, ktoré leží neďaleko Štuttgartu. Miestni mu (ako prejav úcty k svojmu rodákovi) dodnes zvyknú hovoriť *Keplerstadt* (Keplerovo mesto). Pripomeňme si toto výročie hľadaním Božích stôp vo svete prostredníctvom Keplerovej práce *O šesťuholníkovej snehovej vločke, pútavé čítanie o „ničom“* z roku 1611.

Metodológia Keplerovho vedeckého výskumu

Kepler ako astronóm a dôsledný matematik odmietol zotrvávať v (mylnom) presvedčení svojich predchodcov o astronomických hypotézach ako matematických fikciách. Vrhol sa na cestu hľadania fyzikálnych príčin pohybov planét. „Všetko je vskutku so všetkým také zviazané, spojené a prepletené, že aj keď som vyskúšal mnoho ciest… nebola úspešná ani jedna, iba tá, ktorá sa opierala výhradne o fyzikálne príčiny pohybu.“[4] Úspech jeho vedeckých ambícií možno pozorovať vo výpočtoch a meraniach, ktoré vykonal. Tie sa k výsledkom súčasných meraní buď približujú, alebo sa dokonca s niektorými aj zhodujú.[5] V rámci budovania svojho vedecko-filozofického aparátu Kepler vzájomne prepojil hľadanie fyzikálnych príčin pohybov planét s predstavou sveta ako obrazu Božskej dokonalej (geometrickej) mysle. To ho napokon priviedlo k metafyzickým a v istom zmysle aj teologickým úvahám o formálnych príčinách existencie, ktorými sú *archetypy* – základné stavebné jednotky sveta.

So systematickým pozorovaním prírodných javov sa Kepler postupne oboznamoval už od útleho veku. Najskôr pozorovaním zatmenia Mesiaca a potom v roku 1577, keď bol ešte len päťročným chlapcom, nič netušiacim o hviezdach a nebeskej oblohe, pozorovaním prelietavajúcej kométy, ktorá dnes nesie

označenie C/1577V1 (*Cometa visus primo*). Na túto kométu koncom roka 1577 s neutíchajúcim úžasom hľadelo mnoho obyčajných ľudí so svojimi deťmi, vládcovia so služobníctvom, vedci, mnohí z nich matematici a astronómovia (ale aj astrológovia), a ani umelci a alchymisti sa nestačili diviť.[6] Niektorí z nich (a nebolo ich málo) v tom okamihu ani len netušili, že práve táto kométa zmení ich osobné osudy aj osud celej Zeme, zanechávajúc za sebou efekt výraznej, ba priam revolučnej zmeny intelektuálnej úrovne jej obyvateľov.

V dôsledku jej niekoľkodňového preletu začali novovekí astronómovia uvádzať do protikladu *stálosť* a *konečnosť*antického *uzavretého* sveta (Aristoteles) k úplne novému *otvorenému* a *premenlivému* svetu (Brahe, Kepler). Kozmosbol odrazu miestom zmeny a pohybu. Aristoteles totiž až príliš dôsledne veril predstave, že len vo vnútri sublunárnej sféry je možná zmena, vznikanie a zanikanie. „Naproti tomu celý vesmír za sférou Mesiaca bol zložený z dokonalého prvku, známeho éteru, ktorý bol úplne nemenný.“[7] Novoveká etapa astronómie sa kriticky vyrovnávala s antickými a stredovekými predstavami planetárnej astronómie, no aj s pôvodným konceptom kvalitatívneho zloženia vesmíru.

V stredoveku a počas renesancie sa k charakteru komét a zdôvodňovaniu ich existencie vyjadrovali prevažne, ak nie výlučne, iba astrológovia. Ako prvý sa vzdialenosť komét od Zeme pokúsil vypočítať a zaevidovať Regiomontanus (1436 – 1476). Jeho merania okrem toho, že boli nespoľahlivé, pochybili najmä z toho dôvodu, že neopustili Aristotelove názory. Svet čakal až na Tycha Brahe, ktorý umiestnil kométy do supralunárnej sféry, čím (takpovediac) rozdrvil *kryštálovú sféru* Zeme. Brahe začal budovať kostru novovekej astronómie meraniami paralaxy nebeských objektov s následným zistením, že kométy prelietavajú nad zemskou atmosférou. Kepler pokračoval v jej budovaní objavením známych pohybových zákonov nebeských telies.

Neudržateľnosť Aristotelových a Ptolemaiových názorov napokon vyústila do vzniku novej matematickej prírodovedy ako unikátnej a jedinečnej etapy dejín vedy a filozofie. Bolo to 16. a 17. storočie, keď sa v hlavách vzdelancov, v prvom rade astronómov, fyzikov a matematikov odohral obrat, ktorému dodnes zvykneme hovoriť kopernikovskýa ktorý obrátil pozornosť k výtvorom ich myslí, najmä k matematickým konštrukciám, ktoré sa mnohým javia ako skonštruované *a priori.* Kopernik, Galilei, Bruno, Brahe, bo na prvom mieste Kepler boli tí, ktorí do Európy a v istom okamihu priamo do Prahy prinášali nový spôsob nazerania na svet.

Pre Keplera bolo nevyhnutným predpokladom k akémukoľvek skúmaniu hľadanie príčiny harmonického sveta, t. j. geometricky zrozumiteľného a zloženého z pravidelných útvarov.[8] Ako dobyvateľ nebies nanovo vypracoval formalizovaný a dôsledne matematický systém planetárnej astronómie. Z dôvodu, že jeho poprednou inšpiráciou bol (rovnako ako u Kopernika) Platon, je v jeho vedeckom systéme rozdiel medzi prírodovedeckou a filozofickou interpretáciou prírody len minimálny. V Keplerovom vedeckom systéme sa objavili konkrétne znaky metafyzického myslenia, teológie, epistemológie, ontológie, ale aj antropológie a estetiky. Presvedčený o svetovej harmónii a hravom Bohu zanecháva Kepler v dejinách sveta nezmazateľné stopy. Najmä jeho zásluhou prestávajú Čechy na počiatku 17. storočia plniť (len) nepodstatnú úlohu spájajúceho mosta a stávajú sa ohniskom vzdelanosti a vedy takmer celého sveta.

Kepler sa nepriamo podieľal aj na zdieľaní idey prirodzenej teológie, vyjadrenej myšlienkou o svete a jestvujúcne v ňom sa vyskytujúcom ako dostatočnom dôkaze Božej existencie. Hľadieť na svet pod týmto zorným uhlom znamená hľadať v ňom stopy Stvoriteľa.[9] Ich objavením, zdôrazňoval explicitne Kepler, možno preniknúť až k samotnej podstate jeho mysle. Keplerovým záujmom bolo premeniť systém špekulatívnych matematických hypotéz na množinu fyzikálnych hypotéz, smerujúc k vybudovaniu nebeskej fyziky ako konceptu univerzálnych princípov prírody. Za predpokladu využívania matematicko-fyzikálnych hypotéz a kauzálneho zdôvodňovania sledoval Kepler rad apriórnych dôvodov a príčin pohybu. Hypotéza matematickej štruktúry prírody už v tomto prípade

jasne predznamenala skutočnosť, že aj predmety prírody sú matematicky poznateľné. „Ak sa pozeráme na svet pod týmto zorným uhlom, vzápätí zistíme, že Boh ho chcel určite stvoriť z hľadiska veličiny.“[10]

Pútavé čítanie o snehovej vločke

Najvýznamnejšie obdobie svojej vedeckej kariéry[11] strávil Kepler v Prahe. Okrem iných a nemenej významných prác, ktoré v rudolfínskej Prahe Kepler napísal,[12] vzniklo tu aj jeho dielo s názvom *O šesťuholníkovej snehovej vločke, pútavé čítanie o „ničom“*. Počas vládnutia Rudolfa II.[13] sa v Prahe rozvinula fantastika myslenia významných vedcov rozhodnutých prebudovať (takmer) celý svet. Práve táto fantastika myslenia Keplerovi umožnila bez obáv interpretovať nielen krajne realistickú predstavu idey heliocentrizmu, ktorá mu na univerzite v Tübingene, okrem iného, vytvárala nepriateľov,[14] ale rovnako dychtivo mu umožnila pátrať aj po svetovej harmónii. Kepler si (ako platonik a hermetik) celý život kládol otázky týkajúce sa harmónie, symetrie a proporcionality sveta. To však nie je obzvlášť prekvapujúce, pretože problematika harmonického sveta nebola na prelome 16. a 17. storočia vôbec novou otázkou.[15] Keplerova práca o snehovej vločke sa navonok javí ako jeden z mnohých unikátnych dôkazov presvedčenia o geometrických vzoroch ako bytostnej podstate sveta, ktoré my, ľudské bytosti stvorené *imago dei* poznávaním jeho základných štruktúr odhaľujeme.

Hypotézu o svete ako najdokonalejšom a najharmonickejšom mieste zdieľali už samskí filozofi.[16] V rámci nej zdôrazňovali, že geometria ako vysoko abstraktná disciplína, dokáže na dostatočne jasnej a zrozumiteľnej úrovni vypovedať o svete ontologicky, teda odhaliť jeho bytostnú skladbu. Rozhodujúce v rámci nej boli pozorovania prírodných procesov a javov s následným zhromažďovaním získaných empirických dát. Proces zhromažďovania neobchádzal (ako empirika) ani Keplera, trebárs bol práve na podvečernej prechádzke po Karlovom moste. Na tomto mieste sa začal písať metodický príbeh pátrania po metafyzickej príčine tvaru snehových vločiek ako pátrania po stopách ich Stvoriteľa.

Hoci na pomerne krátkom priestore, ale o to intenzívnejšie, nám Kepler v tejto práci robil sprievodcu nad uvažovaniami o príčine hexagonálneho tvaru snehových vločiek, pričom týmto skúmaním explicitne odkázal na metafyzický grund tejto problematiky. Úvahy o telesách, príčine ich tvarov a usporiadania, viedli napokon Keplera až ku skúmaniu účelu ich existencie. Pôvod hexagonálneho tvaru snehových vločiek sa Kepler pokúšal identifikovať na príkladoch tvarov včelieho plástu, granátového jablka a uhorky. Všimol si, že hoci je každá snehová vločka jedinečná, predsa všetky zachovávajú pevný poriadok a súmernosť. Voda v podobe snehovej vločky sa tu stáva dôležitým článkom reťazca v Keplerovom hľadaní harmónie sveta. Aj táto filozofická rozprava o geometrii je preto výsledkom jeho presvedčenia o tom, že vo svete dominujú poriadok a harmónia, ktoré sú výsledkom a plodom Božej prozreteľnosti.

Povestné *Nič*

Keplerovým zámerom bolo, aby sa rozprava, ktorú venoval ako novoročný darček svojmu cisárskemu priateľovi Jánovi Matúšovi Wackerovi,[17] približovala *ničomu*. „Veľmi dobre viem, ako nesmierne miluješ *nič* [kurz. dopl. – S. B.] – nie pre jeho zanedbateľnú cenu, ale pre pôvabnú ľahkosť a veselú hravosť, ktoré toto slovo ponúka.“[18] Svoju veľkosť a hodnotu nadobudne táto rozprava podľa toho, do akej miery sa Kepler *ničomu* priblíži. Čím je však ono povestné nič, o ktorom sa v dejinách filozofie neprestajne uvažovalo, a ktoré sa stalo predmetom mnohých konštruktívnych diskusií aj rozdeľujúcich sporov? Podľa Keplera musí byť *nič* skutočne *ničotné*. *Nič* „musí byť zároveň malé, bezcenné a pominuteľné – teda skutočne *ničotné* [kurz. – dopl. S. B.].“[19] Predsa však má pod ním na mysli *niečo*, čo je vo svojom najvnútornejšom jadre nemateriálne a nehmotné, a čo v nás vzbudí túžbu vidieť doposiaľ nevídané. „Pretože však je na svete takých vecí mnoho, bude nutné medzi nimi dôkladne vyberať.“[20]

Kepler, uvažujúc nad tým, čo by bolo *ničomu* najpodobnejšie, obrátil najprv svoju pozornosť ku skúmaniu živlov. Ani jeden zo živlov však, zem, oheň, vzduch ani voda nesľubovali takú rozpravu o geometrii, ktorá by sa približovala *ničomu*. Aby nenechal Kepler svoj novoročný darček padnúť do prázdna neurčitosti, píše: „Prešiel som most. A tu, aká šťastná náhoda! Chlad zrazil vodné pary, vytvoril sneh a niekoľko vločiek spadlo na môj kabát. Všetky boli šesťuholníkové s ochlpenými lúčmi… Sú menšie než kvapka vody, a predsa majú vlastný tvar.“[21] Navyše ho viedlo aj presvedčenie, že snehová vločka bola vhodným darčekom pre niekoho, kto miluje *nič* a matematiku, a to z dôvodu, že aj keď v jednej chvíli snehová vločka je, pôsobením tepla sa zakrátko premení v *nič.* Na tomto mieste uvažoval Kepler o cieli svojej filozofickej rozpravy o geometrii takto: „Tu chcem hovoriť o tom, prečo vločky skôr, než vytvoria väčšie zhluky, padajú vždy šesťuholníkové so šiestimi ako pierko ochlpenými lúčmi.“[22]

Počas svojho pražského pobytu sa Kepler nechával často unášať prechádzkami Prahou. V jednom zo zimných dní počas neprestajného sneženia Kepler zamieril ku Karlovmu mostu.[23] Na oblečenie mu padali snehové vločky a nútili ho zamyslieť sa nad ich tvarom. „Kedykoľvek začne snežiť, majú prvé vločky tvar hviezdičiek so šiestimi lúčmi. To musí mať nejakú príčinu.“[24] Samozrejme, zdôraznil, že to nie je náhoda, lebo inak by padali aj vločky iných tvarov a s rôznym počtom lúčov im prislúchajúcich. Existuje teda relevantný dôvod k vysvetleniu ich hexagonálneho tvaru?

Príčina hexagonálneho tvaru snehových vločiek

V dejinách vedy a filozofie sme pomerne často svedkami uvažovania tohto typu. Niekedy sa vedci či filozofi pokúšali hľadať príčinu tvaru vecí vo vonkajšej sile, inokedy vo vnútri samotnej látky.[25] „Zvnútra, alebo zvonku? Vytvára vločka šesťuholníkový tvar preto, lebo je obmedzená nutnosťou látky? Či zo svojej prirodzenosti, ktorá je obdarená buď vzorom krásy, ktorý sa skrýva v šesťuholníku, alebo znalosťou účelu, ku ktorého uskutočneniu smeruje?“[26]Kepler vedel, že hexagonálny tvar snehových vločiek je výsledkom pôsobenia nejakej sily, no na začiatku netušil akej. Ak by sa pátranie po príčine tvaru snehových vločiek uberalo smerom ku skúmaniu látky, v tomto prípade ku skúmaniu vody a jej vnútornej štruktúry, znamenalo by to veriť, že tvar snehových vločiek *a priori* predurčuje vodná para, ktorá uvoľňovaním vlhkosti zo zeme stúpa nahor a následne kondenzuje do tvaru kvapky vody a v zime do tvaru snehových vločiek. Preto Keplerovi ostalo zamyslieť sa nad druhou z možností, totiž hľadať príčinu tvaru vecí vo vonkajšej sile. Ale čo je touto silou a ako je možné, že v dôsledku jej pôsobenia majú snehové vločky vždy rôzny a predsa takmer rovnaký tvar?

Kepler teda uvažoval nad troma možnosťami. Táto (zatiaľ presne neidentifikovaná) sila pôsobí preto, lebo je buď obmedzená nutnosťou látky, alebo zo svojej prirodzenosti, alebo zo znalosti účelu, ku ktorého uskutočneniu smeruje. „Aby sme názorne ukázali, ako postupovať pri riešení týchto otázok, použijeme všeobecne známe príklady. Vysvetľovať ich však budeme pomocou geometrie.“[27] Presný geometrický tvar snehových vločiek inšpiroval Keplera k zodpovedaniu otázky, čo núti hmotu dodržiavať presné zásady usporiadania, čo ju núti, aby sa v prípade vločiek usporiadala tak, aby na nich zakaždým vytvorila šesť lúčov a aby sa jednotlivé lúče zbiehali na vločkách vždy v jednom bode. „Prečo vždy len šesťuholníkové a rozptýlené, pokiaľ nevytvoria z nejakého dôvodu zhluky?“[28] O geometrickom tvare telies, ktoré majú potenciál vyplniť prázdny priestor, uvažoval Kepler ako všímavý matematik. Najprv na príklade tvaru včelieho plástu identifikoval základný tvar telies. Ten matematici nazývajú *rombický*. „Je to zrejmé z jednoduchého pohľadu na prednú stranu plástu a jeho stenu. Každá bunka je obklopená inými šiestimi a má s nimi spoločnú stenu.“[29]

Ak zaplníme priestor pomocou rovnakých rombických telies, tak každé z nich sa bude dotýkať tých susedných šiestimi štvorhrannými vrcholmi a ďalšími dvanástimi v štyroch rohoch. Výsledkom je to, ako si včely konštruujú svoj včelí plást. „Koniec každej z nich [každej bunky – dopl. S. B.] je obklopený troma protiľahlými koncami, zatiaľ čo steny bunky sú obklopené bokmi ďalších šiestich buniek.“[30] Takto je skonštruovaný aj tvar a usporiadanie jadierok granátového jablka či uhorky. V ich prípade je však tvar jadierok uspôsobený aj nutnosťou látky.[31] Tá však vystupuje skôr ako

sekundárna príčina, ktorá sa môže dokonca spájať s dušou rastliny. „Príčina tvaru jadier granátového jablka sa skrýva v duši rastliny, ktorá riadi rast jablka.“[32] Nejde však o skutočnú príčinu, pretože ju samu ovplyvňujú viaceré iné príčiny.

Jedným z dôvodov, prečo sú v uhorke a granátovom jablku jadierka usporiadané v dokonalom pomere a harmónii, je podľa Keplera krása[33] a prirodzenosť ich tvaru. Na tomto mieste Kepler pomocou aritmetiky udáva číselnú postupnosť ako vzor reprodukujúceho pomeru a nástroja k odhaleniu príčiny počtu jadierok v nich. Tú však na odhalenie skutočnej príčiny hexagonálneho tvaru snehových vločiek nie je nevyhnutné poznať. Ako sa ukázalo, príčinou tohto tvaru nie je látka. „Včely sa totiž nikde nestretávajú s rombickými plôškami, ktoré by zbierali a zostavovali by z nich svoje príbytky. Je tiež málo pravdepodobné, že by jadra granátových jabĺk samé od seba vyrastali s hranami.“[34] Z uvedeného teda vyplýva, že príčinou tvaru včelieho plástu nie je samotný plást, no napriek tomu, podotkol Kepler, je tento tvar do istej miery ovplyvnený aj nutnosťou látky.

Myšlienkovými experimentmi Kepler ďalej pátral po príčine rombického tvaru vecí. „Ak by niekto vložil rovnako veľké guličky vyrobené z mäkkého materiálu do kruhovej nádoby a stlačil ich zo všetkých strán kovovými pásmi, väčšina guličiek by naplnila rombický tvar.“[35] Prečo? Tu sa opäť dostávame k tvaru včelieho plástu. Včely zakaždým a bez výnimky budujú svoj plást konkrétnym spôsobom. Cielene usporadúvajú a vytvárajú jeho jednotlivé bunky v radoch tak, aby sa dotýkali dna a seba navzájom. Svoj plást budujú podľa presného poriadku a symetrie, a nie náhodného zhluku. Preto Kepler, po zvážení výsledkov všetkých myšlienkových experimentov vyvodil záver, že „včela má od prírody vrodený inštinkt, ktorý ju vedie k tomu, aby pri stavbe dávala prednosť tomuto tvaru. Ten jej bol vnuknutý ako vzor Stvoriteľom, nemá preto na neho vplyv ani látka vosku, ani látka tela včely, či jej rast.“[36]

Na základe toho, čo pozorovaním vecí a odhaľovaním príčiny ich tvarov Kepler zistil, bol presvedčený, že rombický tvar včelieho plástu nás musí nevyhnutne priviesť ku skúmaniu jeho účelu. Pozor, nie takého, ktorý včela sleduje stavaním úľa, ale takého, „ktorý Boh sám ako Stvoriteľ včely mal na mysli, keď jej určil stavať príbytky týmto spôsobom.“[37] Celé Keplerovo skúmanie pôvodného zámeru sa v tomto okamihu obrátilo k problematike skúmania účelu, či inak povedané, nadobudlo charakter teleologického rozmeru. Predbežne sa nechal Kepler počuť, že príčinou konkrétneho tvaru snehových vločiek, ktorú mal Stvoriteľ primárne na mysli, je ich účel, ktorý im do svojich *archetypov* vložil. Ten je teraz potrebné konkrétne zdôvodniť.

Manifestácia účelu

Najskôr negatívnym vymedzením Kepler zdôraznil, že príčinou hexagonálneho tvaru snehových vločiek nie je vonkajšia fyzikálna sila, ktorá by sa v dôsledku chladu, mrazu či iných fyzikálnych vplyvov podieľala na vytváraní ich konkrétneho tvaru. Mohlo by sa však predsa len zdať, že chlad určuje ich tvar, a že pri padaní pôsobiaca vlhkosť vytvára ich lúče. „Pripúšťam, že v priebehu padania by mohlo dochádzať k tomu, že by sa na lúčoch vločky zachytila časť vlhkosti z okolitého vzduchu. No prečo práve na šiestich miestach?“[38] A odkiaľ teda pochádza šesťradový základ snehových vločiek, ktoré ešte predtým, než začnú padať, majú šesť lúčov? Kepler zdôraznil, že „vonkajšia príčina, totiž chlad, nie je schopná toto spôsobiť sama, musí tu byť ešte ďalšia, vnútorná príčina, buď s parou súvisiaca, alebo jej vlastná iným spôsobom.“[39]

Keplera na snehových vločkách udivila ešte jedna vec. Lúče snehových vločiek sa rozpínajú len do rovinného priestoru, nie sú po celom povrchu vločiek. Preto sa domnieval, že nijaká fyzikálna sila ani teplo nemôže byť príčinou ich tvaru. Ich šesťuholníkový tvar preto nutne hľadal v geometrii. Príčina plochého tvaru šesťuholníkových vločiek spočívala v tom, že z pravidelných geometrických útvarov je výhradne šesťuholník rovinným tvarom. „Tvorivá schopnosť Zeme sa, samozrejme, neobmedzuje na jeden tvar, pozná všetky geometrické tvary a tiež ich vytvára.“[40]

Napriek tomu Kepler po dôkladnej syntéze svojho výkladu zdôraznil, že príčina hexagonálneho tvaru vločiek je totožná s tou, ktorá sa aj v rastlinách prejavuje pravidelným tvarom a stálym počtom. „Keďže v týchto veciach sa nič nedeje bez zvrchovaného dôvodu, neverím, že by pravidelný tvar vločky bol dielom náhody.“[41] Zároveň však akoby jedným dychom zdôraznil, že účel v rastlinách sa manifestuje najmä ich stavbou tela a preto musí byť v nich prítomný od počiatku. „Tam, kde prostriedky smerujú k nejakému cieľu, je poriadok, a nie miesto pre náhodu, prejavuje sa tu čistý rozum.“[42] Tvorivý rozum Stvoriteľa nechcel preto iba naplniť vyššie spomenutý účel, chcel tvoriť aj krásne veci.

Z toho však vôbec nevyplýva, že účel manifestuje v snehových vločkách rovnako ako v rastlinách. Snehovým vločkám chýba duša, ktorú rastliny majú, ale nechýba im vlastná tvorivá schopnosť. O nej Kepler uvažoval ako o schopnosti, ktorá je sama osebe jedna a tá istá, ktorá prechádza do tiel, rastie v nich a utvára ich podľa vnútorných aj vonkajších podmienok. Preto niet divu, že je to tak rovnako v prípade pary, ktorá je ako celok presiaknutá dušou. Len čo začne chlad deliť paru kondenzáciou, formuje duša jej jednotlivé časti podobne, ako predtým utvárala celok. „Ó, filozofia, bez teba nie je život skutočný,“[43] zvolal Kepler pri týchto slovách. Bol to preňho ten dôvod, ktorý mal Stvoriteľ v mysli pri tvorení sveta, a ktorý sa ukazuje vo všetkých veciach sveta. Vo všetkých veciach sa manifestuje účel ich stvorenia, ktorý do nich vložil Stvoriteľ v uspôsobenom tvare, stavbe tela či vnútornej štruktúry a usporiadania. Týmto účelom napĺňajú veci vo svete obraz harmonického celku.

Záver

Z Keplerových vedecko-filozofických argumentov vyplýva, že jeho predstava o harmónii mala celkom jasný matematický význam. Či už ide o rôzne formy harmónie,[44] všetky predstavovali v očiach Keplera pravidelný matematický vzor, ktorý tento všímavý matematik všade vo svete nachádzal. Geometrickú a aritmetickú postupnosť, symetriu a presnú proporcionalitu sveta, nachádzal Kepler v celej plejáde vecí, ako to potvrdilo aj toto skúmanie: od tvaru snehových vločiek a včelieho plástu až po dokonalý eliptický pohyb nebeských telies. Niet vo svete telesa, ktoré by harmóniou nedisponovalo. A. J. Connor o týchto harmóniách výstižne poznamenal: „Harmónie boli usporiadané do článkov čoraz zložitejších vzorov splývajúcich vo veľkú vesmírnu symfóniu, hudbu takej hĺbky, že trhala srdce a spaľovala dušu.“[45] Geometria sa stala u Keplera samotným *gruntom*, srdcom svetovej harmónie a jadrom Božieho myslenia. Bol neoblomne presvedčený o tom, že štruktúra sveta má geometrickú povahu. Na týchto miestach vidieť, ako bol Kepler v kontexte svojich odpovedí predisponovaný teologickými, metafyzickými, ale aj teleologickými presvedčeniami. Preto aj otázka po príčine tvaru snehových vločiek je otázkou po Bohu ako ich Stvoriteľovi. „Hľadanie metafyzickej a fyzikálnej štruktúry sveta je zároveň hľadaním Božieho plánu či dizajnu, ktorý Boh vložil do svojho diela.“[46]

Harmónia sa stala kategóriou existencie. Boh stvoril podľa neho svet *more geometrico* a človeku dal možnosť ho matematicky poznať, identifikovať a pochopiť. Aj preto Kepler jednoznačne vyjadril, že „geometria je jedinečná a večná a žiari v mysli Boha.“[47] Presvedčenie o tom, že geometria je ontologickou základňou sveta, je pre Keplera nespochybniteľné. Jeho vedecký systém predstavuje navyše jednu z (mnohých) dejinných variant hľadania Božích stôp vo svete. Hľadieť na svet pod týmto zorným uhlom znamená hľadať v ňom stopy Stvoriteľa. Kepler to robil tak, že sledoval rad apriórnych dôvodov a príčin tvaru vecí. „Metodologicky je aj táto časť jeho vedeckého systému jasne ohraničená: odhaliť a preniknúť k princípom a príčinám veličín, ktoré dozaista súvisia aj s teológiou.“[48]

To najdôležitejšie, čo z tejto rozpravy vyplýva, je, že exemplaristický výklad sveta podal Kepler prostredníctvom výkladu stvorenia sveta podľa ideí, ktoré nazýva archetypmi. Tie tu vystupujú ako základné stavebné prvky reality. Možno ich nazvať aj princípmi umožňujúcimi poznanie sveta. Tvorca ich mal v mysli počas stvorenia sveta a následne ich vložil aj do mysle človeka. „Archetypy, do ktorých čoraz viac a viac vkladáme našu skúsenosť, sa v určitej chvíli stávajú etalónom, pomocou ktorého začíname premeriavať samotnú skúsenosť a, skrátka, fakty musia súhlasiť s etalónom, ktorý

sme si sami a práve na základe faktov živého nazerania utvorili.“[49] Myseľ človeka principiálne spája predmety, ktoré zrakom pozoruje. Porovnáva ich s harmonickými *prototypmi*, ktorými disponuje. Tieto *prototypyči archetypy* sú platonskými ideami a človek sa poznávaním sveta na ne rozpamätáva.

Ľudská myseľ nie je *tabula rasa*, ale rodí sa už spolu s harmóniou. Keplerove názory sú priamo presiaknuté hypotézou o geometrických vzoroch ako ontologických apriórnych predpokladoch ako istých garantoch explikácie príčiny počtu, vzdialeností, dráh a harmonických pohybov nebeských telies.[50] Archetypy sa stali predpokladom a podmienkou Božieho stvorenia sveta. Na tomto mieste sa podľa Keplera ukázala božská geometrická logika a preto aj on sám zvolal: „Vidím, že teraz nehrám rolu geometra vo filozofii, ale filozofa v tejto časti geometrie.“[51] Síce stvoril svet na svoj obraz, ale Kepler nezabudol zdôrazniť, že týmto obrazom je mienená geometria. Boh bol preňho tým, kto reguluje celú melódiu ľudského života. Preto Kepler „vkladá do služieb novej vedy celé svoje náboženské nadšenie, svoje presvedčenie, že pomocou astronómie číta v hlbinách božskej mysle.“[52] Boh stvoril svet tak, aby všetko malo svoju príčinu a aby ju človek mohol spoznať. „Boh dozaista stvoril vesmír takto, a preto človek, stvorený na Boží obraz, dokáže s určitým úsilím túto logiku pochopiť a skryté vzťahy nájsť.“[53]

Geometrický svet sa stal súčasťou skutočnosti. A do nej ho človek zaradil v okamihu, keď ho začal prostredníctvom reálnej skutočnosti interpretovať. Tieto dva svety sa tak vzájomne prepojili. A práve tvar geometrických objektov je to, čo nazývame ich formou. O nich, ako vieme, uvažoval Platon ako o ideách. „Úsečka, kružnica, priamosť, krivosť a podobne sú tým, čo možno na geometrickým objektoch vidieť, čo možno na nich spozorovať; sú to určité vidy, určité názory, sú to idey… V ktorejkoľvek danej úsečke je idea úsečky prítomná, ak by tam nebola, nemohli by sme ju tam vidieť, a teda ani evidovať, že tento objekt je úsečkou.“[54] Stvoril Boh svet ako matematik? Keplerov Boh pravdepodobne áno, bol *Bohom-matematikom*.

Literatúra

CONNOR, A. J.: *Keplerova čarodejnice.* Prel. J. Novotná. Praha: Pragma 2005.
FERGUSON, K.: *Tycho a Kepler. Nesourodá dvojice, jež jednou provždy změnila náš pohled na vesmír.* Prel. Z. Šťastná. Praha: Academia 2009.
GALILEI, G. – KEPLER, J.: *Hvězdný posel. Rozprava s hvězdným poslem*. Prel. A. Hadravová, P. Hadrava. Příbram: Pistorius a Olšanská 2016.
HORSKÝ, Z.: *Kepler v Praze*. Praha: Mladá fronta 1980.
HORSKÝ, Z. – PLAVEC, M.: *Poznávání vesmíru*. Praha: Orbis 1962.
KEPLER, J.: *The Harmony of the World.* Prel. E. J. Aiton, A. M. Duncan, J. V. Field. Philadephia: American Philosophical Society 1997.
KEPLER, J.: *Sen neboli měsíční astronomie.* Prel. A. Hadravová, P. Hadrava. Praha: Paseka 2004.
KEPLER, J.: *O šestiúhelné sněhové vločce: poutavé čtení o „ničem“.* Prel. P. Daniš. Praha: MatfyzPress 2017.
KEPLER, J.: *Nová astronomie.* Prel. K. Petrovičová. Praha; Brno: Togga 2020.
KEPLER, J.: *Dioptrika*. Prel. M. Petráň. Olomouc: Chlup.net 2011.
MICHALÍK, J.: *Astronom v Hermově zahradě. Johannes Kepler a paracelsiánská alchymie.* Olomouc: Pavel Mervart 2019.
PATOČKA, J.: *Lovaňské přednášky.* Prel. F. Karfík. Praha: Oikúmené 2016.
ŠOLCOVÁ, A.: *Johannes Kepler*. Praha: Prometheus 2004.
THOLT, P.: *J. Patočka a vznik matematickej prírodovedy.* Košice: Interart 2003.
VOPĚNKA, P.: *Úhelný kámen evropské vzdělanosti a moci.* Praha: Práh 2011.

Mgr. Simona Pavúková, PhD.
e-mail: simona.basistova@gmail.com

P o z n á m k y

[1] Kepler sa preslávil najmä ako zakladateľ *nebeskej mechaniky*, objaviteľ troch základných pohybových zákonov nebeských telies a ako zakladateľ modernej optiky. Z jeho teórie ďalekohľadu je známa teória refrakčného videnia v oku, návrhy okuliarov pre krátkozraké a ďalekozraké oko, objav odrazu svetla, ale aj mnohé ďalšie výklady, ktorými prispel ku vzniku optiky. Kepler potvrdil správnosť údajov, ktoré niekoľko desaťročí pred ním prezentoval Kopernik a vyriešil spor medzi heliocentrizmom a geocentrizmom v prospech prvého z nich. Okrem toho skúmaním tvaru snehových vločiek prispel k počiatkom topológie a kryštalografie.

[2] Je nepochybné, že Keplerov vedecký systém *planetárnej astronómie* bol vybudovaný na hlavných ideách gréckeho idealizmu, pytagoreizmu, ideách novoplatonskej metafyziky, ale aj východiskových ideách hermetizmu.

[3] Prvé dva pohybové zákony publikoval Kepler v diele *Nová astronómia* v roku 1609. Tretí pohybový zákon až o desať rokov neskôr v roku 1619 v diele *Harmónia sveta*.

[4] KEPLER, J.: *Nová astronomie*. Prel. K. Petrovičová. Praha-Brno: Togga 2020, s. 151.

[5] Pozri HORSKÝ, Z.: *Kepler v Praze.* Praha: Mladá fronta 1980, s. 88.

[6] Pozri FERGUSON, K.: *Tycho a Kepler. Nesourodá dvojice, jež jednou provždy změnila náš pohled na vesmír.* Prel. Z. Šťastná. Praha: Academia 2009, s. 111.

[7] HORSKÝ, Z. – PLAVEC, M.: *Poznávaní vesmíru*. Praha: Orbis 1962, s. 135.

[8] Pozri KEPLER, J.: *The Harmony of the World.* Prel. E. J. Aiton, A. M. Duncan, J. V. Field. Philadephia: American Philosophical Society 1997, s. 9.

[9] Kepler bol do značnej miery okrem iných (M. Mästlin) ovplyvnený aj Melanchthonom. Ten predpokladal fundamentálnu podobnosť medzi Božou a ľudskou mysľou. Tá podľa neho dala človeku možnosť identifikovať Božie stopy vo svete ako tzv. *vestigia Dei.* Melanchthon však jednotlivé oblasti sveta vo vzťahu k dokonalému poznaniu diferencoval. Sublunárny svet, ktorý ostal poznačený dedičným hriechom, nie je človeku umožnené poznať. Zato supralunárny svet, nepoznačený dedičným hriechom, umožňuje pochopiť a poznať dokonalosť Božieho plánu pomocou matematiky a astronómie. Na konci ľudského poznávania nastupuje uvedomenie si Boha ako *Architekta sveta*. Pozri MICHALÍK, J.: *Astronom v Hermově záhrade. Johannes Kepler a paracelsiánská alchymie*. Olomouc: Pavel Mervart 2019, s. 35.

[10] PATOČKA, J.: *Lovaňské přednášky.* Prel. F. Karfík. Praha: OIKOYMENH 2016, s. 34.

[11] Obdobie od roku 1600 do roku 1612.

[12] Počas svojho pražského pobytu bol Kepler mimoriadne pisateľsky produktívny. Dokončil tu svoje najvýznamnejšie vedecké práce. Napríklad *Optická časť astronómie* (*Astronomia pars optica*, 1604) a *Nová astronómia* (*Astronomia nova*, 1609). V Prahe napísal a publikoval aj svoju odpoveď na Galileiho *Hviezdneho posla*, ktorá je známa pod názvom *Rozprava*

s hviezdnym poslom (*Dissertatio cum nuncio sidero*, 1610). V nej sa okrem iného vyjadril aj k svojim náhľadom na optiku a konštrukciu ďalekohľadu. Medzi jeho ďalšie práce napísané v Prahe patrí aj *Dioptrika*(*Dioptrice*, 1611) a práca *O šesťuholníkovej snehovej vločke, pútavé čítanie o „ničom“* (*Strena seu de nive sexangula*, 1611). Ďalej možno uviesť *Dodatky k Vitellovi* z roku 1604 (*Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur)* a spis *O novej hviezde v nohe Hadonosa*(*De stella nova in pede Serpentarii*) z roku 1606.

[13] Rudolf II. Habsburský (1552-1612) bol cisárom Svätej ríše rímskej národa nemeckého a českým kráľom v rokoch 1576 až 1612.V súčasnosti sa výskumu dejín umenia a kultúry z rudolfínskej doby venuje v rámci Ústavu dějín umění AVČR so sídlom v Prahe Centrum pro výzkum umění a kultury doby Rudolfa II. vydávaním odborného periodika *Studia Rudolphina.*

[14] Kepler sa k idei heliocentrizmu a kopernikovstvu aktívne hlásil aj napriek tomu, že mu táto ideológia nie vždy zaisťovala výhody. Napríklad v roku 1593 mu na univerzite v Tübingene zamietlo obhajobu dišputy (*Tübingenské tézy*) predsedajúce vedenie, ktoré sa hlásilo ku geocentrizmu. Keplerove *Tübingenské tézy* sa nezachovali. Pozri KEPLER, J.: *Sen neboli měsiční astronomie.* Prel. A. Hadravová, P. Hadrava. Praha: Paseka 2004, s. 99. S učením Kopernika oboznámil Keplera vtedajší profesor astronómie Tübingenskej univerzity Michael Mästlin. Verejne sa k heliocentrizmu Kepler hlásil aj počas svojho pobytu v Prahe a tiež aj v čase, keď vznikala jeho práca *Sen alebo mesačná astronómia*. Dielo však bolo vydané až štyri roky po autorovej smrti (1634) jeho synom Ludwigom Keplerom. Hlavná myšlienka je vyjadrená potrebou skúmať zákonitosti *nebeskej fyziky* nie zo Zeme ako z nášho *domova*, ale pohľadom na našu Zem z Mesiaca. Pozri tamže, s. 98.

[15] Venovali sa im napríklad už pytagorovci, Demokritos, Platon a Euklides, Archimedes, ale aj Ptolemaios a mnohí ďalší.

[16] Výraz „samská filozofia“ použil Kepler v práci *Dioptrika* v súvislosti s označením stúpencov filozofie Pytagora zo Samu. Pozri KEPLER, J.: *Dioptrika.* M. Petráň. Olomouc: Chlup.net 2011, s. 67.

[17] Ján M. Wacker z Wackenfelsu (1550 – 1619) bol známy najmä vďaka blízkemu vzťahu s Keplerom a Rudolfom II. Pestoval veľký záujem o matematiku, astronómiu a právo, čo ho napokon priviedlo až do Ríma, kde sa v roku 1600 stal priamym svedkom upálenia Giordana Bruna, ku ktorého názorom sa s nadšením aktívne hlásil. Pozri KEPLER, J.: *O šestiúhelné sněhové vločce: poutavé čtení o „ničem“*. Prel. P. Daniš. Praha: MatfyzPress 2017, s. 77.

[18] Tamže, s. 7.

[19] Tamže.
[20] Tamže.
[21] Tamže, s. 11, 13.
[22] Tamže, s. 13.
[23] Na predmestí Karlovho mosta stojí dodnes dom, v ktorom Kepler v rokoch 1607 až 1612 býval.
[24] KEPLER, J.: *O šestiúhelné sněhové vločce: poutavé čtení o „ničem“*, s. 15.
[25] Ide o filozofické pojednania o látkovej alebo tzv. nelátkovej podstate sveta, ktoré boli v dejinách filozofie často prítomné a vyskytovali sa v nej ako prirodzená súčasť myslenia už od najstarších čias gréckej filozofie.
[26] KEPLER, J.: *O šestiúhelné sněhové vločce: poutavé čtení o „ničem“*, s. 17.
[27] Tamže.
[28] Tamže, s. 15.
[29] Tamže, s. 17.
[30] KEPLER, J.: *The Harmony of the World*, s. 100.
[31] Nutnosť látky spôsobuje len to, že pokiaľ sú napríklad v granátovom jablku na začiatku rastu jadierka malé, majú v dôsledku priestoru pre nich vymedzenom iný tvar, ako keď následne rastú, ich priestor sa pomaly začína obmedzovať, zmenšuje sa, jadierka sa vzájomne dotýkajú, nemajú jedny pred druhými kam ustúpiť a preto sa ich tvar nutnosťou látky vzájomne ovplyvňuje a dotvára.
[32] KEPLER, J.: *O šestiúhelné sněhové vločce: poutavé čtení o „ničem“*, s. 23.
[33] Krása vonkajšieho sveta je prejavom sveta vnútorného. Kepler sa domnieval, že materiálny svet je odrazom matematického a geometrického sveta. „Najskôr sa domnieval, že krása fyzického sveta je… prejavom skrytej matematickej krásy.“ MICHALÍK, J.: *Astronom v Hermově záhrade. Johannes Kepler a paracelsiánská alchymie*, s. 58.
[34] KEPLER, J.: *O šestiúhelné sněhové vločce: poutavé čtení o „ničem“*, s. 23.
[35] Tamže.
[36] Tamže, s. 31.
[37] Tamže.
[38] Tamže, s. 41.
[39] Tamže.
[40] Tamže, s. 75.
[41] Tamže, s. 55.

[42] Tamže, s. 57.
[43] Tamže, s. 61.
[44] Kepler v práci *Harmónia sveta* diferencoval dva základné typy harmónie. Nižšiu zmyslovú harmóniu a vyššiu matematickú, alebo dokonalú harmóniu. Pozri KEPLER, J.: *The Harmony of the World*, s. 289 a n.
[45] CONNOR, A. J.: *Keplerova čarodejnice.* Prel. J. Novotná. Praha: Pragma 2005, s. 327.
[46] MICHALÍK, J.: *Astronom v Hermově záhrade. Johannes Kepler a paracelsiánská alchymie*, s. 51.
[47] GALILEI, G. – KEPLER, J.: *Hvězdný posel. Rozprava s hvězdným poslem.* Prel A. Hadravová, P. Hadrava. Příbram: Pistorius a Olšanská 2016, s. 169.
[48] PATOČKA, J.: *Lovaňské přednášky*, s. 34.
[49] THOLT, P.: *Patočka a vznik matematickej prírodovedy.* Košice: Interart 2003, s. 116.
[50] O matematických a geometrických znalostiach Grékov sa Kepler dozvedal najmä z Euklidových *Základov*, od Archimeda, Pytagora a z jeho teórie čísel, vo všeobecnosti z jeho matematiky a teórie univerzálnej harmónie. Pozri ŠOLCOVÁ, A.: *Johannes Kepler.* Praha: Prometheus 2004, s. 18.
[51] KEPLER, J.: *The Harmony of the World*, s. 14.
[52] PATOČKA, J.: *Lovaňské přednášky*, s. 31.
[53] FERGUSON, K.: *Tycho a Kepler. Nesourodá dvojice, jež jednou provždy změnila náš pohled na vesmír*, s. 208.
[54] VOPĚNKA, P.: *Úhelný kámen evropské vzdělanosti a moci*. Praha: Práh 2011, s. 70.