

Paweł Polak

MODELOWANIE KOMPUTEROWE W FILOZOFII – UWAGI METODOLOGICZNE

<https://doi.org/10.37240/FiN.2020.8.1.9>

STRESZCZENIE

Modelowanie komputerowe odgrywa istotną rolę we współczesnej nauce. Epistemologiczna rola, jaką odgrywają takie modele oraz prowadzone na ich bazie symulacje skłaniają do postawienia pytań o możliwe użycie podobnych metod w filozofii. Pomysły wykorzystania narzędzi matematycznych do sformułowania koncepcji filozoficznych sięgają czasów Barucha Spinozy i Isaaca Newtona. Newtonowska filozofia przyrody stała się przykładem udanego zastosowania matematycznych rozważań do opisu przyrody na poziomie fundamentalnym. Oczywiście podejście Newtona otworzyło zarówno nowe obszary badań w fizyce, jak i stało się źródłem dla nowych rozważań o rzeczywistości fizycznej. Według Michała Hellera niektóre teorie fizyczne można traktować jako specyficzne formalizacje koncepcji filozoficznych. Modelowanie komputerowe w filozofii może być traktowane jako rozszerzenie tej idei, co będę starał się ukazać w niniejszym artykule. Będę również rozważał rolę modelowania komputerowego jako źródła nowych metafor filozoficznych zgodnie z koncepcją technologii definiującej D. J. Boltera. Rozważania te wiodą do konkluzji mówiącej, że w metodologii filozofii zachodzą istotne zmiany. Nowe podejście nie sugeruje odrzucenia bądź zanegowania dotychczasowych metod, a wskazuje raczej nowe narzędzie analityczne filozofii i źródło inspirujących metafor.

Słowa kluczowe: modelowanie komputerowe, metodologia filozofii, technologia definiująca.

WSTĘP

Filozofia jest dyscypliną, która nie posiada powszechnie akceptowanego zbioru metod i rozstrzygnięć metodologicznych. Ponad 2500 lat rozwoju refleksji filozoficznej przyniosło wiele odmiennych podejść i koncepcji jej uprawiania. Pluralizm metodologiczny filozofii tłumaczy się tym, że z jednej strony podejmuje ona w zasadzie refleksję nad każdym aspektem rzeczywistości, a z drugiej strony dotyczy problemów granicznych, dla których zwykle nie istnieją już żadne ogólniejsze ujęcia. Metoda filozofii dopasowywana jest do rozwiązywanych problemów, jednak wybór kryteriów dotyczących metod jest sam w sobie problemem filozoficznym. Dzisiejsze administracyjno-

prawne kwalifikowanie filozofii jako części nauk humanistycznych jest jednym ze szkodliwych mitów wynikających z ewidentnego braku zrozumienia tego, czym jest filozofia. Genetycznie rzecz ujmując to z filozofii przecież biorą swe źródła (bezpośrednio lub pośrednio) wszystkie inne dyscypliny naukowe.

Z punktu widzenia relacji filozofii i nauki jedną z ciekawszych kwestii metodologicznych jest próba sformułowania ścisłej metody, a więc to co stanowi rdzeń filozofii analitycznej. Podejmowane przez Barucha Spinozę próby pisania etyki *more geometrico* nie stały się jednak zaczym nowemu nurtu w filozofii. Inaczej się rzecz natomiast miała z *Philosophie Naturalis Principia Mathematica* Isaaca Newtona. W tym przypadku matematyczny opis podstaw świata przyrody, utożsamiany jeszcze przez wybitnego uczonego z filozofią natury, stał się podstawą nowożytnego poglądu na świat przyrody i ukształtował do dziś podzielane przekonanie o wybitnej skuteczności tego podejścia (Heller 2016). Specyficzna filozofia Newtona, uprawiana również *more geometrico*¹, okazała się źródłem najlepszej znanej nam metodologii wiodącej do poznania rzeczywistości przyrodniczej.

Wraz z powstaniem elektronicznych komputerów (jak np. ENIAC) stworzono nowe narzędzie badawcze, które używane jest z powodzeniem w naukach ścisłych – modelowanie (symulacje) komputerowe (numeryczne lub obliczeniowe).² Stanowi ono rozszerzenie klasycznej metody matematycznego teoretyzowania konfrontowanego z empirią. Znacząca rola, jaką odgrywiają metody komputerowego modelowania w różnorodnych dyscyplinach naukowych, i liczna literatura na temat epistemologii i metodologii symulacji w naukach skłania do zadania pytania o to, czy metoda ta może być w jakimś zakresie użyta do wzbogacenia arsenału metodologicznego filozofii. Pytanie to podejmę w niniejszym artykule.

MODELOWANIE OBLICZENIOWE JAKO RODZAJ ANALIZY FILOZOFICZNEJ

Modelowanie komputerowe stało się w ostatniej dekadzie przedmiotem refleksji filozofów nauki, choć dziwić może duże opóźnienie w filozoficznej recepcji tej problematyki metodologicznej. Należy jednak zaznaczyć, że rola, jaką pełnią modele obliczeniowe w nauce, jest inna od tej roli w filozofii. Z pewnością z punktu widzenia filozofii bezużyteczne lub prawie bezuży-

¹ Warto podkreślić, że słynne dzieło Newtona *Philosophie Naturalis Principia Mathematica* (1687, przekład polski: 2011) w warstwie matematycznej operuje właśnie dobrze wówczas znanymi metodami geometrycznymi; dobrą ich analizę można znaleźć w przytoczonym wydaniu polskim. Powszechnie znane dziś analityczne (w sensie matematycznym) ujęcia mechaniki newtonowskiej są wynikiem późniejszego rozwoju tego obszaru badawczego.

² Używam tutaj pojęcia symulacja w sensie szerokim, tak jak je określił Eric Winsberg w artykule *Computer Simulations in Science*, w: Stanford Encyclopedia of Philosophy, E. Zalta (red.).

teczne mogą wydawać się typowe zastosowania modeli obliczeniowych, np. służące przewidywaniu przyszłej ewolucji systemu. W pierwszej kolejności należy zatem ustalić, na czym polegać może rola modelowania obliczeniowego w filozofii i jakie mogą być nasze oczekiwania względem tych modeli.³

Idea matematycznego modelowania koncepcji filozoficznych z pozoru wydawać się może dziwna bądź nieuzasadniona. Można jednak na nią popatrzeć jako na doprowadzenie do ekstremum zamierzeń filozofii analitycznej.⁴ Michał Heller postawił w takim kontekście odważną tezę, że niektóre teorie empiryczne mogą stanowić fizyczny model pewnej doktryny filozoficznej, która dzięki temu może być analizowana dostępnymi metodami formalnymi nauki (Heller 2019 (1986), 240). Modelowanie komputerowe jest zatem rozszerzeniem strategii badawczej opisanej przez Hellera jako „filozofia w nauce”. W filozofii idea zastosowania modelowania komputerowego została praktycznie wykorzystana w filozofii jeszcze w końcu XX wieku (Grim et al. 1998).

Modelowanie obliczeniowe w filozofii nazywane jest niekiedy filozofią *in silico* przez analogię do nazewnictwa obecnego już od pewnego czasu w naukach. Klasyczna praktyka badań laboratoryjnych (głównie chemicznych i biologicznych) prowadzona w izolowanych układach laboratoryjnych (najczęściej w naczyniach szklanych – stąd *in vitro*) rozszerzona została o eksperymenty numeryczne w symulowanych komputerowo układach – stąd eksperymenty *in silico* od głównego budulca elektronicznych układów cyfrowych. Nawiązanie do terminologii praktyk laboratoryjnych pozwala ująć dwie podstawowe intuicje: wskazuje na rozszerzenie metodologicznego instrumentarium o metody modelowania komputerowego jako istotnie nowego składnika oraz wskazuje, że pewną rolę odgrywa również typowa dla praktyki laboratoryjnej specyficzna możliwość manipulowania rzeczywistością – tyle że jest to rzeczywistość wirtualna, realizowana (wyliczana) przez komputer.⁵

W przypadku filozofii *in silico* nie możemy mówić o przeniesieniu do filozofii wprost metodologii nauk przyrodniczych. W tych ostatnich symulacje służą przede wszystkim wirtualnym eksperymentom. W filozofii cele i oczekiwania z pewnością są odmienne, co wyznacza sposób patrzenia na znaczenie modelowania komputerowego. Po pierwsze, samo modelowanie nie jest typową działalnością teoretyczną w filozofii, choć i nie sposób odmówić jej racji bytu w tej dyscyplinie. Najważniejszym celem modelowania w filozofii będzie jednak doprecyzowanie i wyjaśnienie modelowanych koncepcji. Języ-

³ Jest to rozwinięcie idei, którą zarysowałem we wcześniejszym artykule napisanym wspólnie z dr. Romanem Krzanowskim (Polak, Krzanowski 2020).

⁴ Więcej na ten temat pisałem w pracy (Polak 2019, s. 260 i następne).

⁵ Więcej na temat znaczenia symulacji w metodologii nauki oraz związków z praktyką laboratoryjną można znaleźć w rzeczowej analizie Sławomira Leciejewskiego (Leciejewski 2013, s. 77–85). Cytowana w tej pracy Deborah Dowling wprost utożsamia symulację z „eksperymentem na teorii” używając do analizy narzędzia wypracowane w obrębie nowego eksperymentalizmu (Dowling 1999).

ki programowania – mam tu na myśli szczególnie języki obiektowe – wydają się szczególnie predestynowane do tej roli ze względu na ich siłę wyrazu oraz zaimplementowane koncepcje. Dla przykładu można wskazać udane próby modelowania koncepcji metafizycznych, epistemicznych oraz etycznych dokonane przez Roberta Janusza (2002; 2006; 2007) oraz Jarosława Strzeleckiego (2017). W cytowanych próbach cele modelowania były *stricte* teoretyczne i dotyczyły możliwości spójnego, logicznego opisu klasycznych koncepcji filozoficznych. W zasadzie modele te nie były wykorzystywane w symulacjach. Jedną z ważnych cech tego typu modelowania jest to, że wymuszają one precyzację zagadnienia, wskazując często ukryte założenia lub nawet luki w oryginalnych koncepcjach. W tym podejściu wykorzystuje się również automatyczne narzędzia analizy języków programowania do sprawdzania poprawności syntaktycznej modeli, co w przypadku bardziej skomplikowanych przypadków może być dość trudne i uciążliwe dla badacza.

Można jednak zauważyć, że i w filozofii symulacje prowadzone na modelach mogą być niekiedy przydatne. Można bowiem spojrzeć na symulacje jako na specyficzny rodzaj doświadczenia myślowego (*Gedankenexperiment*). Tym, co odróżnia symulacje od doświadczeń myślowych, jest fakt, że w doświadczeniach myślowych jesteśmy w stanie testować zasadniczo bardzo proste tezy; dlatego dobieramy bardzo wyidealizowaną sytuację jako podłoże testu. W przypadku symulacji można śledzić bardzo złożone konsekwencje dedukcyjne, co wpływa na możliwość prowadzenia o wiele bardziej złożonych doświadczeń myślowych. Symulowanie daje również niekiedy możliwość porównania wybranych modeli, a co za tym idzie – pozwala na zdobycie wiedzy o różnicach płynących z przyjęcia zmienionych założeń. Swoiste „myślowe eksperymentowanie”, obecne w filozofii od wieków może być z pewnością rozwinięte dzięki symulacjom, które pozwalają udoskonalić tę metodę poznawczą. Pojawia się tutaj jednak interesujący problem epistemiczny dyskutowany już w nauce, czy i w jakim stopniu można zaufać złożonym symulacjom, których działania nie da się wystarczająco dobrze prześledzić z perspektywy badacza (Durán, Formanek 2018). Wspomniani autorzy konkludują swe analizy stwierdzeniem, że „należy ukierunkować jeszcze więcej namysłu filozoficznego na lepsze zrozumienie znaczenia symulacji” (Durán, Formanek 2018, 663).

Mimo wielu pytań dotyczących koncepcji symulacji komputerowych warto zauważyć, że możliwość eksperymentowania z konsekwencjami różnych koncepcji filozoficznych może mieć również pewien istotny aspekt heurystyczny – obcowanie z przedmiotami symulacji może inspirować do nowych przemyśleń i być źródłem intuicji niedostępnych w żaden inny sposób. Inspirująca rola modelowania komputerowego w filozofii ma również jeszcze jeden odrębny wymiar, który zaprezentowany zostanie w kolejnym paragrafie.

SYMULACJA JAKO TECHNOLOGIA DEFINIUJĄCA DLA METAFIZYKI

Należy wspomnieć również tutaj o symulacji jako pełniącej rolę nowej metafory wykorzystywanej w metafizyce. Mam tu na myśli hipotezę symulacji autorstwa Nicka Bostroma i podobne idee rozwijane na początku XXI wieku, np. hipoteza Matriksu Davida Chalmersa.⁶ Wykorzystywanie dostępnych technologii jako conceptualnego modelu w metafizyce zostało dokładnie przedstawione w pracy (Bolter, 1990). W perspektywie Davida J. Boltera można określić symulacje numeryczne jako rodzaj technologii definiującej. Myślimy zatem o rzeczywistości niekoniecznie jako o wielkim komputerze, ale raczej jako o wielkim programie przetwarzanym w nieskończenie silnym umyśle/komputerze; natury tegoż hiperkomputera jednak nie znamy. Hipotezy Bostroma, Chalmersa i innych ukazują, że dla współczesnego człowieka zrozumiałe jest już traktowanie rzeczywistości w kategoriach komputerowych. Co prawda można mieć zastrzeżenia co do tego, czy taki sposób rozumienia jest powszechny, czyli czy rzeczywiście symulacje stały się technologią definiującą nie tylko wąskiego kręgu specjalistów. Niemniej trudno nie zgodzić się z tym, że dopuszczana obecnie możliwość reprezentacji świata jako symulacji sprawia, że symulacje stają się współczesną technologią definiującą, o ile jeszcze się nią nie stały. Z pewnością bardziej oczywiste wydaje się nam dzisiaj myślenie o rzeczywistości jako o wielkim hiperprogramie niż o wielkim mechanizmie zegarowym.

Wspomniana metafora symulacji (lub Matriksu w ujęciu Chalmersa) prowadzi do rozwoju nowych obszarów refleksji metafizycznej, którą można traktować jako specyficzną interpretację i rozwinięcie słynnej frazy Gottfrieda Wilhelma Leibniza „*Dum Deus calculat et cogitationem exercet fit mundus*”. Hipoteza symulacji staje się też przedmiotem swoistych analiz naukowych, które zakładając prawdziwość tej hipotezy próbują wnioskować o podłożu rzeczywistości fizycznej (Bostrom 2003; Beane et al. 2014). Wartość tego typu analiz jest jednak wątpliwa, ponieważ nie są one weryfikowalne naukowo w takim samym sensie jak teorie fizyki oraz ponieważ opierają się na wielu silnych i dość arbitralnych założeniach.

⁶ Oryginalne sformułowanie argumentu z symulacji można znaleźć w pracy (Bostrom 2003). Dyskusje wokół argumentu Bostroma i inne prace na temat rzeczywistości jako symulacji można znaleźć na portalu *The Simulation Argument* pod adresem <https://www.simulation-argument.com/> (ostatni dostęp 27.01.2020).

Hipoteza Matriksu (Chalmers 2015) oparta jest natomiast na rozważaniach nad znanym filmem *Matrix*.

MODELE OBLICZENIOWE ZAGROŻENIEM DLA FILOZOFII?

Krytyczne podejście do metod filozofowania skłania do zadania pytania o wady modelowania komputerowego z punktu widzenia filozofii. Oczywiście jest, że modelowanie komputerowe dziedziczyć będzie ogólne problemy filozofii analitycznej związane z próbami wtłoczenia niezbyt jasnych problemów w ekstremalnie klarowne struktury formalne. Innymi słowy, złożoność problemów filozoficznych przerasta zwykle możliwości precyzyjnego opisu, a w konsekwencji również i modelowania dotychczasowymi metodami formalnymi. Próby modelowania obliczeniowego istniejących koncepcji wskazują, że nie możemy mówić o pełnej odpowiedniości modelu do modelowanej koncepcji. Lepiej więc używać pojęć takich jak „inspiracja” lub „adaptacja”. Trzeba mieć świadomość, że wnioski dotyczące modeli komputerowych nie przenoszą się automatycznie na pierwotne, modelowane koncepcje. Nawet jeśli nie możemy twierdzić, że znamy odpowiedź na zagadnienia postawione przy pomocy tradycyjnych metod, to modelowanie komputerowe na pewno może pomóc w precyzowaniu zagadnienia, może ujawniać ukryte założenia oraz może inspirować do nowych poszukiwań filozoficznych. Stąd modele komputerowe pozostają cennym narzędziem, które poszerza instrumentarium metod filozoficznych (Polak, Krzanowski 2020).

Wokół modelowania komputerowego narosła również pewna groźna ideologia będąca wypadkową pomijania epistemicznego dystansu wprowadzanego przez komputerowe modele symulacyjne oraz wiary w wyjątkowe znaczenie wyników uzyskanych przy pomocy obliczeń automatycznych. Wprowadzany przez symulacje komputerowe epistemiczny dystans pomiędzy badaną rzeczywistością a jej teoretycznym opisem jest wynikiem tego, że w modelowaniu komputerowym najpierw wybieramy, tak samo jak w typowej działalności teoretycznej, pewne aspekty teoretyczne, a następnie dokonujemy komputerowej implementacji modelu przyjmując szereg dodatkowych założeń, aby możliwe było sformułowanie i przeprowadzenie symulacji. Te ostatnie dopiero mogą stać się obiektem badań quasi-empirycznych (Eden 2007; Polak 2016, 57–60).⁷ Eksperymentujemy więc nie na własnościach świata, ale na własnościach bardzo specyficznej rzeczywistości formowanej przez symulację. Z konieczności wnioski muszą być bardzo ostrożne, bo w zasadzie są to jedynie wnioski dotyczące symulowanych cyfrowo „światów”. Skuteczność komputerowych modeli symulacyjnych w prognozowaniu pewnych zjawisk jest jednak przekonującym argumentem dla naukowców za przyjęciem tej metody jako skutecznej, a zatem również i poprawnej. Metoda ta, choć zaowocowała bujnym rozkwitem nauki

⁷ Z uwagi na cel niniejszej pracy nie mogę tutaj rozwinąć refleksji na temat epistemologii symulacji. Odsyłam więc do dobrego przeglądu problematyki epistemologicznej w kontekście poznania naukowego zawartego w artykule Eryka Winsberga w *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winsberg 2019).

w ostatnich dekadach, nie jest jednak niezawodna i bezproblemowa. Niestety często symulacje komputerowe bywają utożsamiane z samą rzeczywistością. Obliczeniowe modele symulacyjne odgrywają współcześnie coraz większą rolę społeczną – począwszy od dostarczania prognoz pogody ułatwiających codzienne funkcjonowanie, aż po wielkie symulacje prognozujące zmiany klimatu w skali globalnej albo prognozujące przemiany społeczne. Namysł metodologiczny nad epistemicznym znaczeniem modeli obliczeniowych wskazuje, że należy je traktować z ogromną dozą ostrożności, z racji dużego zespołu arbitralnie przyjmowanych elementów symulacji, które z reguły znacząco wpływają na model.

PODSUMOWANIE

Filozofia stanowi najdłuższą, historycznie spójną tradycję intelektualną w dziejach ludzkości. Z jednej strony wciąż wracamy do greckich korzeni, z drugiej zaś możemy obserwować nieustanny rozwój filozofii. Wśród inspirowanych współcześnie pomysłów na rozwój tej dyscypliny warto wyróżnić te, które wiążą się z wykorzystaniem nowych, dostępnych technik. W przeszłości technika druku zmieniła radykalnie sposób uprawiania filozofii, wprowadzając na przykład krytyczne edycje tekstu, w których ustalono brzmienie oryginalnych tekstów klasycznych, będących następnie przedmiotem analiz oraz odniesień filozofów. Upowszechnienie druku miało przemożny wpływ na styli charakter tekstów filozoficznych, samo w sobie nie wytworzyło jednak odmiennych metod refleksji. Inaczej rzecz jednak wygląda w przypadku technik komputerowych, które są wcieleniem zaawansowanych koncepcji teoretycznych (algebraiczna logika Boole'a, uniwersalna maszyna Turinga, etc.). Znaczenie technik komputerowych dla filozofii wykracza daleko poza typowe oddziaływanie techniki jako źródło metaforyki filozoficznej (teza Boltera). Filozofia *in silico* jest jednym z nurtów współczesnej filozofii analitycznej, która czerpie pewne aspekty metody z nauk ścisłych oraz przyrodniczych. Tego rodzaju metoda może być traktowana jako rozszerzenie instrumentarium analizy filozoficznej. Zaletą tej metody jest możliwość łatwego znajdowania uogólnień badanych koncepcji, np. modelując procesy ewolucyjne łatwo tworzyć alternatywne zasady ewolucji (Kłós 2018) albo koncepcje życia (Bielecki 2016). Filozofia *in silico* pozwala na stworzenie również symulowanych „światów”, w których można rozważać nowe, ogólniejsze problemy, niż te dyskutowane w ramach dotychczasowej filozofii.⁸

Jednym z frapujących aspektów doby komputeryzacji jest postępujące zbliżenie się nowoczesnej wyrafinowanej techniki oraz filozofii (zob. np. Po-

⁸ Przykład możliwości rozszerzenia dotychczasowych obszarów refleksji filozoficznej w obrębie etyki przedstawiliśmy w pracy (Polak, Krzanowski 2020).

li, Obrst 2010). Z jednej strony technika poszukuje filozofii, aby stawić czoła nieznanym dotychczas wyzwaniom jak na przykład oddziaływania społeczne systemów autonomicznych. Z drugiej zaś strony technika komputerowa stała się częścią współczesnego filozofowania. Choć z pewnością filozofia *in silico* nie stanie się podstawową metodą filozofowania (bo nie wierzę w możliwość istnienia metody podstawowej w filozofii), to dziś trudno wyobrazić sobie odpowiedzialną współczesną filozofię, która redukuje rolę komputera jedynie do roli rozbudowanej maszyny do pisania. Wszak byłaby to filozofia, która zamykałaby oczy na miejsce i rolę komputerów w otaczającym nas świecie – byłaby to filozofia negująca istnienie ery komputeryzacji. Warto na koniec zadumać się nad faktem, że w zasadzie prawie cały znany dorobek filozoficzny ludzkości (czyli taki, który może być efektywnie intersubiektywnie przekazany i wykorzystany do dalszych rozważań) ma lub może mieć obecnie reprezentację cyfrową. Innymi słowy – istnieje jako informacja przechowywana w zapisie cyfrowym w systemach komputerowych. I jeśli przyjąć istnienie świata obiektywnych treści, jak to postulował Karl R. Popper (1978, zob. także 2002), wówczas łatwiej można zauważyć, jak dużą rolę w udostępnieniu tego świata pełnią dziś komputery. Wypada szczerze przyznać, że bez komputera ten tekst nie miałby szans, aby zaistnieć, choć komputera nie nazwałbym przecież jego (współ)autorem.

Podziękowania

Dziękuję p. dr. Romanowi Krzanowskiemu, z którym dyskutowałem większość zawartych tu pomysłów. Oczywiście wszelkie błędy lub nieścisłości są jedynie moją winą.

BIBLIOGRAFIA

- S. R. Beane, Z. Davoudi, M. J. Savage, *Constraints on the universe as a numerical simulation*. The European Physical Journal A, 50 (9), 2014.
- A. Bielecki, *Cybernetyczna analiza zjawiska życia*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 61, 2016.
- J. D. Bolter, *Człowiek Turinga: kultura Zachodu w wieku komputera*, przeł. T. Goban-Klas, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 1990.
- N. Bostrom, *Are We Living in a Computer Simulation?*, The Philosophical Quarterly, 53 (211), 2003.
- D. Chalmers, *Matriks jako metafizyka*, przeł. J. Jarocki, Roczniki Filozoficzne, 63 (4), 2015.
- D. Dowling, *Experimenting on Theories*, Science in Context, 12 (2), 1999.
- J. M. Durán, N. Formanek, *Grounds for Trust: Essential Epistemic Opacity and Computational Reliabilism*. Minds and Machines, 28 (4), 2018.
- A. H. Eden, *Three Paradigms of Computer Science*, Minds and Machines, 17 (2), 2007.
- P. Grim, G. Mar, P. St. Denis, *The Philosophical Computer: Exploratory Essays in Philosophical Computer Modeling*, MIT Press, London 1998.
- M. Heller, *Jak możliwa jest „filozofia w nauce”?*, Studia Philosophiae Christianae, 22 (1), 1986.

- _____, *Wyzwanie dla racjonalności: Leibniz i początek ery Newtona*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 61, 2016.
- _____, *How Is Philosophy in Science Possible?*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 66, 2019.
- R. Janusz, *Program dla Wszechświata ta: filozoficzne aspekty języków obiektowych*, Wydawnictwo WAM, Kraków 2002.
- R. Janusz, *Relacja etyczno-psychologiczna w ujęciu obiektowym*, w: *Philosophiae & musicae*: księga pamiątkowa z okazji jubileuszu 75-lecia urodzin księdza profesora Stanisława Ziemiańskiego SJ, R. Darowski (red.), Wydawnictwo WAM, Kraków 2006.
- _____, *O metodach wirtualnych w paradygmacie obiektowym*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 41, 2007.
- A. Klóś, *Filozofia ewolucji Charlesa Sandersa Peirce'a a współczesne problemy algorytmów ewolucyjnych*, *Semina Scientiarum*, 16, 2018.
- S. Leciejewski, *Cyfrowa rewolucja w badaniach eksperymentalnych: studium metodologiczno-filozoficzne*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2013.
- I. Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, J. Societatis Regiae ac Typis J. Streater, Londini [London] 1687.
- I. Newton, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, przeł. J. Wawrzycki, Copernicus Center Press, Kraków 2011.
- P. Polak, *Computing as Empirical Science: Evolution of a Concept*, *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric*, 48 (1), 2016.
- _____, *Philosophy in Science: A Name with a Long Intellectual Tradition*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 66, 2019.
- _____, R. Krzanowski, *Ethics in Autonomous Robots as Philosophy in Silico: The Study Case of Phronetic Machine Ethics*, *Logos i Ethos*, 52, 2020.
- R. Poli, L. Obrst, *The Interplay between Ontology as Categorical Analysis and Ontology as Technology*, w: *Theory and Applications of Ontology: Computer Applications*, R. Poli et al. (red.), Springer Netherlands, Dordrecht 2010.
- K. R. Popper, *Three Worlds*, The Tanner Lecture on Human Values, Delivered at The University of Michigan, 1978; https://tannerlectures.utah.edu/_documents/a-to-z/p/popper80.pdf (dostęp: 3.02.2020).
- _____, *Wiedza obiektywna: ewolucyjna teoria epistemologiczna*, przeł. A. Chmielewski, PWN, Warszawa 2002.
- J. Strzelecki, *Monada = Monada() – interpretacja obiektowa*, w: *Filozofia i technika*, J. Sobota, G. Pacewicz (red.), Instytut Filozofii Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2017.
- E. Winsberg, *Computer Simulations in Science*, w: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, E. N. Zalta (red.), Winter 2019, Metaphysics Research Lab, Stanford University; <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/simulations-science/> (dostęp: 24.01.2020).

COMPUTATIONAL MODELLING IN PHILOSOPHY – SOME METHODOLOGICAL REMARKS

ABSTRACT

Computational modeling plays an important role in the methodology of contemporary science. The epistemological role of modeling and simulations leads to questions about a possible use of this method in philosophy. Attempts to use some mathematical tools to formulate philosophical concepts trace back to Spinoza and Newton. Newtonian natural philosophy became an example of successful use of mathematical thinking to describe the fundamental level of nature. Newton's approach has initiated a new scientific field of research in physics and at the same time his system

has become a source of new philosophical considerations about physical reality. According to Michael Heller, some physical theories may be treated as the formalizations of philosophical conceptions. Computational modeling may be an extension of this idea; this is what I would like to present in the article. I also consider computational modeling in philosophy as a source of new philosophical metaphors; this idea has been proposed in David J. Bolter's conception of defining technology. The consideration leads to the following conclusion: In the methodology of philosophy significant changes have been taking place; the new approach do not make traditional methods obsolete, it is rather a new analytical tools for philosophy and a source of inspiring metaphors.

Keywords: Computational modeling, methodology of philosophy, defining technology.

O AUTORZE – profesor Uniwersytetu Papieskiego Jana Pawła II w Krakowie, Wydział Filozoficzny, Katedra Historii i Filozofii Nauki, ul. Kanonicza 9, 31-002 Kraków.

E-mail: <pawel.polak@upjp2.edu.pl>