

WSTĘP

Informatyka jest stosunkowo młodą dyscypliną, wywodzącą się zarówno z matematyki, jak i z nauk technicznych. Zajmuje ona szczególne miejsce w naszej rzeczywistości, ponieważ z jej osiągnięć korzystamy na co dzień: systemy komputerowe, rozumiane jako połączenie maszyn nazywanych komputerami oraz oprogramowania, stanowią bowiem nieodłączną część współczesnego świata. Kolejnym pokoleniom coraz trudniej jest wyobrazić sobie świat bez całej gamy komputerów przenośnych, telefonów komórkowych, internetu, sklepów i banków *on-line*, komunikatorów czy też portali społecznościowych.

Systemy komputerowe stają się również nieodłączną częścią wielu gałęzi nauki. Wykorzystywane są już nie tylko do wykonywania skomplikowanych obliczeń, lecz także do eksperymentowania¹, a nawet do dowodzenia twierdzeń matematycznych². Mówi się często o nowym paradygmacie w nauce – paradygmacie informacyjnym lub obliczeniowym.

Informatyka doczekała się również refleksji filozoficznej. Powstało, i nadal powstaje, wiele prac poświęconych zagadnieniom filozoficznym w informatyce. Monografie i prace zbiorowe poświęcone tej tematyce noszą tytuły, w których termin „filozofia” w odniesieniu do informatyki pojawia się najczęściej w połączeniach typu „informatyka a filozofia”³ lub „filozofia i informatyka”. Dotychczas niewielu autorów zatytułowało jednak swoje prace „filozofia informatyki”. Czym zatem jest filozofia informatyki?

Rapaport (2005a) pisze: „[D]efiniujemy «filozofię X-a» jako badanie fundamentalnych założeń i głównych celów dyscypliny X” (s. 322). Zgodnie z tą defini-

¹ Więcej na temat badań eksperymentalnych wspomaganych komputerowo znaleźć można w monografii *Cyfrowa rewolucja w badaniach eksperymentalnych. Studium metodologiczno-filozoficzne* (Leciejewski, 2013).

² Por. np. Bondecka-Krzykowska, 1999.

³ Pod takim tytułem ukazuje się np. seria wydawnicza Oficyny Wydawniczej Politechniki Warszawskiej.

cją można uważać filozofię informatyki za rozważania dotyczące podstawowych założeń i celów informatyki.

Jednym z pierwszych tematów rozważań filozoficznych związanych z informatyką była szeroko rozumiana sztuczna inteligencja. Również obecnie są to często podejmowane przez badaczy zagadnienia, mimo że istnieje już bogata literatura z nimi związana⁴. Rozważania filozoficzne dotyczące informatyki nie ograniczają się jednak wyłącznie do badań nad sztuczną inteligencją. Bada się również związki między podstawowymi obiektami i pojęciami związanymi z informatyką: programem i algorytmem, programem i jego specyfikacją, programem i implementacją, modelem i programem, jak również komputerem i oprogramowaniem. Analizuje się ich definicje i własności. Stawia się pytania o to, czy istnieją dziedziny życia, w których komputery nie powinny podejmować decyzji oraz czy można decyzjom tym zaufać, kto (lub co) ponosi za nie odpowiedzialność. Wśród kwestii filozoficznych związanych z informatyką można zatem znaleźć zarówno zagadnienia ontologiczne, jak i metodologiczne czy etyczne.

Obecnie trudno jest odróżnić filozofię informatyki od filozofii umysłu, filozofii sztucznej inteligencji, filozofii informacji, filozofii obliczeń, filozofii techniki, a nawet filozofii matematyki. Zdarza się również, że autorzy stosują niektóre z tych pojęć zamiennie. Twierdzi się nawet, że pojęcie „filozofia informatyki” jest zbędne, ponieważ taka dyscyplina nie istnieje. Argumentuje się, że informatyka jest jedynie kolejnym działem inżynierii lub też jedną z wielu dyscyplin matematycznych, a zagadnienia filozoficzne z nią związane mieszczą się w rozważaniach filozofii techniki czy też filozofii matematyki⁵. Rozważania zawarte w tej książce pokazują, że filozofia informatyki nie tylko istnieje, ale że jest prężnie rozwijającą się dyscypliną, a zagadnienia przez nią rozważane mogą interesować nie tylko filozofów, ale również informatyków.

Roman Murawski, wybierając teksty do książki *Filozofia informatyki. Antologia* (2014), podzielił je na rozdziały odpowiadające podstawowym jego zdaniem zagadnieniom ontologicznym i epistemologicznym⁶ filozofii informatyki: „(1) czym jest informatyka jako dyscyplina, (2) co to jest komputer, (3) czym jest

⁴ Wydaje się obecnie nie tylko artykuły opisujące zagadnienia filozoficzne związane ze sztuczną inteligencją, ale również tomy zbiorowe i monografie poświęcone tej tematyce, por. np. Boden, 1990; Cummins, Pollock, 1992; Bishop, Preston, 2002; Bostrom, 2014.

⁵ Pytania o to, czy informatyka jest tylko kolejną dyscypliną matematyki, czy też gałęzią inżynierii – to pytania o charakterze redukcjonistycznym. Pytania takie pojawiają się w obrębie filozofii różnych dyscyplin, na przykład w filozofii matematyki rozważa się możliwość redukcji matematyki do logiki (lub do logiki i teorii mnogości). Bardzo często ich postawienie powoduje gwałtowny rozwój filozofii danej dyscypliny.

⁶ Autor pominął zagadnienia etyczne związane z informatyką, ponieważ „są one innej natury” (Murawski, 2014, s. 7).

algorytm, (4) natura programu komputerowego, (5) problem weryfikowalności programów, (6) filozofia sztucznej inteligencji, (7) epistemologia informatyki, (8) teza Churcha-Turinga” (Murawski 2014, s. 7). W niniejszej pracy znaleźć można rozważania dotyczące prawie wszystkich tych zagadnień.

Fundamentalną kwestią dla filozofii danej dyscypliny nauki jest jednak określenie samej tej nauki. Zatem, spoglądając na wszechobecne wytwory informatyki okiem filozofa, zadajemy sobie pytania o naturę samej informatyki, o to, jakie obiekty bada i jakimi metodami posługuje się (lub powinni się posługiwać) w tych badaniach informatycy. Czy jednak, mówiąc o informatyce, jesteśmy zgodni co do tego, o czym właściwie mówimy? Co dokładnie mamy na myśli, kiedy mówimy: *informatyka* lub *computer science*?

Wydaje się, że odpowiedzi na to podstawowe pytanie już dawno udzielono, ponieważ wytwory informatyki towarzyszą nam od dziesięcioleci. Wiemy zatem, jaką gałąź nauki nazywamy informatyką, choć nie zawsze rozumiemy, czym dokładnie zajmują się informatycy. Czy wiemy jednak cokolwiek o naturze tej dziedziny wiedzy i jakie jest jej miejsce wśród innych nauk?

Szukając odpowiedzi na pytanie, czym jest informatyka, warto przyrzeć się pochodzeniu słów określających tę dyscyplinę. Polskie słowo *informatyka* zaproponował w 1968 r. Romuald Marczyński na odbywającej się w Zakopanem ogólnopolskiej konferencji poświęconej „maszynom matematycznym” (jak wtedy nazywano komputery). Pochodzenie tego słowa sugeruje bliski związek informatyki z informacją. Podobnie rzecz ma się w przypadku wyrazów określających tę dziedzinę nauki w języku francuskim (*informatique*) i niemieckim (*Informatik*). Jednak angielska nazwa informatyki (*computer science*) nasuwa zupełnie inne skojarzenia. Budzi ona wiele kontrowersji i rodzi rozmaite pytania nie tylko natury filozoficznej, lecz także praktycznej. Po pierwsze człon pierwszy tej nazwy (*computer*) podkreśla związek definiowanej dyscypliny z komputerami, a nie z informacją (inaczej niż w języku polskim, francuskim czy niemieckim). Po drugie słowo *science* sugeruje, że jest to dziedzina nauk ścisłych. Dlatego też wiele prac filozoficznych, szczególnie anglojęzycznych, poświęcono próbom odpowiedzi na pytanie, czy informatyka jest nauką ścisłą (*science*), czy też gałęzią inżynierii.

Z kolei, poszukując odpowiedzi na pytanie o miejsce informatyki wśród innych nauk, można odwołać się do regulacji prawnych. W polskiej klasyfikacji dziedzin i dyscyplin naukowych do 2018 r. informatyka wymieniana była zarówno w obszarze nauk ścisłych (w dziedzinie nauk matematycznych), jak i w obszarze nauk technicznych. Obecnie, na mocy rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r., *informatyka* znajduje się w obrębie nauk ścisłych i przyrodniczych, ale *informatyka techniczna i telekomunikacja* pozostają nadal w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Powstaje jednak pytanie, czy klasyfikacja ta dobrze oddaje istotę informatyki jako nauki?

Do definiowania dyscypliny naukowej można podejść na dwa sposoby, przez zdefiniowanie przedmiotu jej badań lub też przez określenie metod, jakimi się posługuje. W tej publikacji wybrano pierwszą możliwość, próbując spojrzeć na informatykę przez pryzmat badanych przez nią obiektów. Głównym celem tej książki jest zatem analiza wybranych obiektów, będących przedmiotem zainteresowania informatyków: komputerów, programów komputerowych oraz informacji. Przy czym wybór takich właśnie obiektów jest nieprzypadkowy.

Powszechnie jest rozumienie informatyki jako dziedziny zajmującej się komputerami, w szczególności ich programowaniem. Nawet w *Słowniku języka polskiego PWN*⁷ pod hasłem „informatyka” znajdujemy określenie „1. nauka o tworzeniu i wykorzystywaniu systemów komputerowych”. Dlatego warto przyjrzeć się urządzeniom nazywanym komputerami i odpowiedzieć na pytanie, czy rzeczywiście informatyka jest nauką o komputerach. Nie ma bowiem wątpliwości, że urządzenia nazywane komputerami towarzyszą informatykom w ich pracy, ale czy definiują one całą dyscyplinę?

Oczywiste jest, że jedną z głównych aktywności informatyków jest tworzenie programów, bez nich bowiem komputery byłyby bezużyteczne. Programowanie nie jest jednak czynnością prostą, lecz złożonym wieloetapowym procesem, w wyniku którego powstaje obiekt nazywany programem. Zasadnym jest zatem podjęcie próby opisu programu komputerowego jako podstawowego przedmiotu badań informatyki.

Współcześnie większość definicji informatyki odwołuje się do pojęcia informacji. *Encyklopedia PWN*⁸ definiuje informatykę jako „dyscyplinę naukową zajmująca się przetwarzaniem informacji z użyciem komputerów”. Również podręczniki akademickie wskazują, że „informatyka to dziedzina, która zajmuje się przetwarzaniem informacji” (Fulmański, 2004, s. 7), precyzując nawet, na czym owo przetwarzanie polega: „Przetwarzanie informacji oznacza proces zbierania, przechowywania, przekształcania, wyszukiwania, przesyłania oraz udostępniania informacji w celu zapewnienia sprawnego i celowego działania konkretnego systemu” (Nowakowski, 1999, s. 16). Informacja jest zatem obok programu komputerowego właściwym obiektem analiz filozoficznych mających na celu zdefiniowanie informatyki przez pryzmat badanych przez nią obiektów.

Jak już wspomniano, pochodzenie słów określających informatykę jako dyscyplinę wiedzy sugeruje jej bliski związek z informacją oraz z systemami komputerowymi, rozumianymi jako systemy złożone ze sprzętu i zainstalowanego na nim oprogramowania. Wydaje się zatem, że wybór komputerów, programów i informacji jako „kandydatów” na bycie obiektami definiującymi informatykę jest

⁷ <https://sjp.pwn.pl>

⁸ <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/informatyka;3914698.html>

naturalny. Stąd też książka ta składa się z trzech rozdziałów poświęconych zagadnieniom filozoficznym, związanym z każdym z tych obiektów: z komputerem, programem komputerowym oraz informacją⁹.

W rozdziale pierwszym przeanalizowano problemy filozoficzne związane z twierdzeniem, że przedmiotem zainteresowań informatyków jest komputer, rozumiany dwojako: jako urządzenie oraz jako obiekt abstrakcyjny. Przedstawiono próby odpowiedzi na pytania związane z jego historią: która z maszyn liczących była pierwszym komputerem?, czy wynalazek ten został opatentowany?, a także – kogo można nazwać jego twórcą? Najwięcej miejsca poświęcono jednak kwestiom związanym z filozoficznym opisem natury komputerów. Jakie cechy odróżniają komputer od innych maszyn? Czy jest to zawsze samodzielne urządzenie, czy też część innych, większych systemów? Często mówi się bowiem o komputerach wbudowanych w telefony, samochody, a nawet w sprzęt gospodarstwa domowego. Jakie cechy komputerów powinna uwzględniać ich ontologia? Czy możliwe jest zastosowanie do komputerów już istniejących ontologii artefaktów technicznych oraz jak rozwiązać związane z tym trudności, na przykład w jaki sposób określić ich funkcję i kryteria poprawnego działania. W rozdziale tym omówiono również konsekwencje definiowania komputera w terminach czysto syntaktycznych jako obiektu matematycznego, gdzie nacisk położono na problem uniwersalnej realizowalności. Omówiono też inne, ciekawe z filozoficznego punktu widzenia charakterystyki komputera, w tym te, które oparte są na pojęciu obliczania. Przeprowadzono również analizę związków między komputerami, określanymi często jako „hardware”, a wykonywanymi na nich programami „software”.

Przedstawione w tym rozdziale analizy pokazują, że: 1. nie ma obecnie żadnej ontologii, którą można by bez zastrzeżeń wykorzystać do opisu obiektów nazywanych komputerami; 2. powinniśmy szukać opisu komputera jako szczególnego rodzaju artefaktu technicznego, a nie jako obiektu abstrakcyjnego, ponieważ komputery są urządzeniami fizycznymi, a nie obiektami matematycznymi; 3. informatyka nie jest nauką wyłącznie o komputerach, ponieważ nie są one jedynym przedmiotem badań informatyków. Komputery bez oprogramowania są bezużyteczne.

Programom komputerowym rozumianym jako przedmiot badań informatyki poświęcono rozdział drugi. Wielu informatyków twierdzi bowiem, że ich głównym zadaniem jest tworzenie programów i badanie ich własności, komputery natomiast interesują ich tylko jako maszyny, na których się je wykonuje. Pytamy

⁹ Przedstawione w tej książce analizy koncentrują się na głównym nurcie badań informatycznych, związanym z komputerami cyfrowymi i cyfrowymi technikami przetwarzania informacji. Jednak warto zauważyć, że informatyka w sensie szerszym zajmuje się również technikami analogowymi oraz kwantowymi.

więc: czy program ma zatem pewnego rodzaju pierwszeństwo ontologiczne przed komputerami?, co to jest program i jakie są jego podstawowe cechy?

Pojęcie programu pojawia się w informatyce w różnych kontekstach, które przeanalizowano w rozdziale drugim. Dokonano w nim między innymi odróżnienia programu jako obiektu abstrakcyjnego od programu jako procesu fizycznego (wykonywanego na komputerze). Podjęto również próbę odpowiedzi na pytanie, czy natura programu, obiektu abstrakcyjnego i fizycznego jednocześnie, stawia w nowym świetle klasyczne problemy filozofii, takie jak związek między umysłem a ciałem (*mind-body problem*) czy też podział bytów na abstrakcyjne i konkretne. Czy programy komputerowe są przykładami obiektów o szczególnym statusie ontologicznym, które nie są ani konkretne, ani abstrakcyjne? Czym w istocie są programy komputerowe? Gdzie szukać ich ontologii – w filozofii matematyki, czy też na przykład w filozofii muzyki? Jakie jest kryterium rozróżniania programów? Co o nich samych można wywnioskować z analizy procesu ich tworzenia?

Tworzenie programu nie jest prostą czynnością, lecz złożonym procesem, który rozpoczyna się sformułowaniem wymagań przed nim stawianych (stworzeniem specyfikacji), a kończy sprawdzeniem jego poprawności. W rozdziale drugim omówiono więc kwestie filozoficzne związane z różnymi rodzajami specyfikacji, próbując tym samym odpowiedzieć na pytania: jak rozróżnić specyfikacje od opisywanych przez nie programów?, czym są specyfikacje – definicjami warunkowymi artefaktów, czy odpowiednikami teorii naukowych? Przeanalizowano również wieloznaczny termin „implementacja”, pojawiający się w informatyce w kontekście tworzenia programów.

Jednym z najszerzej dyskutowanych w literaturze zagadnień związanych z programami komputerowymi jest sprawdzanie ich poprawności. Jest to historycznie jeden z pierwszych tematów refleksji filozoficznej związanej z informatyką, nie sposób więc go pominąć. W rozdziale drugim znalazły się zatem również rozważania związane z badaniem poprawności programów. Jak rozumieć termin „poprawny” w odniesieniu do programu komputerowego? Jakimi metodami badać „poprawność” programu? Czy tworzyć odpowiednie dowody formalne, czy też ograniczyć się do testowania?

Rozważania rozdziału drugiego pokazują, że programy komputerowe, szczególnie rozważane w odniesieniu do maszyn, na których są wykonywane, są przedmiotem badań informatyków. Można zatem twierdzić, że informatyka jest nauką o pewnego rodzaju urządzeniach nazywanych komputerami i wykonywanych na nich programach. Programy komputerowe mają naturę dualną. Są zarówno obiektami abstrakcyjnymi (ciągami instrukcji zapisanymi w pewnym języku programowania), jak i fizycznymi (procesami wykonywanymi na urządzeniach nazywanych komputerami). W szczególności nie są one obiektami analitycznymi, zatem w ich opisie nie można ograniczać się do metod formalnych. Fakt ten można traktować

jako argument na rzecz tezy, że informatyka nie jest kolejną gałęzią matematyki. Nie jest ona również kolejną nauką przyrodniczą, mimo pewnych, omówionych w rozdziale drugim, analogii metodologicznych. Przedstawione w tym rozdziale liczne i różnorodne tematy filozoficzne związane z programami komputerowymi pokazują, że są one nie tylko obiektami badań informatyków, ale również coraz częściej znajdują się w obszarze zainteresowań filozofów.

Również pojęcie informacji pojawia się zarówno w rozważaniach filozoficznych, jak i informatycznych. Współcześnie dominuje pogląd, że informatyka jest nauką o procesach przetwarzania informacji. Czym zatem jest informacja? Jaka jest jej natura? Rozważania przedstawione w rozdziale trzecim są próbą odpowiedzi na pytania filozoficzne związane właśnie z informacją. Termin „informacja” jest bowiem używany w różnych kontekstach zarówno w mowie potocznej, jak i w wielu dyscyplinach nauki, począwszy od informatyki, a skończywszy na naukach społecznych, często mówi się nawet o „nauce informacyjnej”. Czy termin ten oznacza zawsze to samo? Czy informacja dla informatyka jest tym samym, czym informacja dla biologa zajmującego się genetyką? Jak rozumie się to pojęcie w informatyce? W rozdziale trzecim omówiono aspekty filozoficzne wybranych teorii informacji, kładąc szczególny nacisk na teorie wykorzystywane w informatyce. Przedstawiono również próby odpowiedzi na pytania filozoficzne dotyczące natury informacji wykraczające poza jej aspekt czysto ilościowy: czy informacja może być fałszywa?, jaki jest związek między informacją, dezinformacją a informacją błędną?, co czyni informację użyteczną?, jaki jest jej związek z wiedzą? Omówiono ponadto filozofię informacji: czym jest, jakimi zagadnieniami się zajmuje oraz jakie są jej podstawowe cele badawcze.

Analizy różnych teorii informacji zawarte w rozdziale trzecim pokazują, że teorie ilościowe, takie jak matematyczna teoria komunikacji Shannona czy algorytmiczna teoria informacji, wystarczają informatykom do opisu i mierzenia ilości informacji. Nie są one jednak odpowiednie, gdy chcemy scharakteryzować szerzej, w terminach filozoficznych, jej naturę.

Na końcu książki zamieszczono dodatek, w którym przedstawiono analizy filozoficzne związane z wirtualną rzeczywistością, aby zwrócić uwagę na szczególnego rodzaju systemy komputerowe – komputery i programy, które są zdolne do kreowania wirtualnej rzeczywistości. Jest ona uważana współcześnie, w dobie wszechobecnego internetu oraz gier komputerowych, za jedno z najciekawszych z punktu widzenia filozofa zjawisk związanych z komputerami. W dodatku znaleźć można odpowiedzi na wiele pytań związanych z tym zjawiskiem. Czym jest wirtualność i jak ją zdefiniować? Czy jest to nowe zjawisko, które pojawiło się wraz z rozwojem technologii komputerowych i które jest od nich całkowicie zależne? Jakie cechy ma wirtualna rzeczywistość? Jakim rodzajem rzeczywistości jest świat wirtualny? Jaki jest status ontologiczny jego obiektów? Co wiemy na temat związków wirtualności

z realnością (światem rzeczywistym)? I wreszcie, czy pojawienie się wirtualnej rzeczywistości wpłynęło na zmiany pewnych klasycznych pojęć metafizyki?

W niniejszej książce podjęto próbę zdefiniowania informatyki poprzez badane przez nią obiekty. Przedstawiono w niej główne kwestie filozoficzne dotyczące komputera, programu i informacji jako przedmiotów badań informatyki. Podjęto próbę odpowiedzi na pytania: Czym są obiekty zainteresowań informatyków?, Jaka jest ich natura?, Jakie istnieją między nimi związki? Przeanalizowane w kolejnych rozdziałach poglądy dotyczące definiowania informatyki jako „nauki o X” (komputerach, programach komputerowych i informacji) można by poszerzyć o inne rozumienia obiektu jej badań. Niektórzy badacze uważają na przykład, że centralnym pojęciem informatyki jest „algorytm”, jeszcze inni, że „obliczanie”. Jednak nie będą one analizowane w tej monografii z powodów, które zostaną wyjaśnione poniżej.

Wśród informatyków, głównie tych wywodzących się ze środowiska matematyków, spotyka się pogląd, że informatyka jest nauką o algorytmach, a inne obiekty, takie jak informacja, program czy komputer, pełnią jedynie funkcję pomocniczą. Programy są bowiem tylko implementacją algorytmów, a komputery umożliwiają ich wykonanie. W takim ujęciu algorytm jest wspólnym mianownikiem i pojęciem unifikującym wszystkie dyscypliny informatyki. Nawet w szkolnych podręcznikach znaleźć można definicje podobne do następującej: „Informatyka jest dziedziną wiedzy i działalności zajmującą się algorytmami” (Sysło, 1993, s. 16).

Trudno jednak się z tym poglądem zgodzić. Algorytm jest pojęciem bardzo starym, za pierwszy algorytm przyjmuje się bowiem opis znajdowania największego wspólnego dzielnika (NWD) dwóch liczb naturalnych podany przez starożytnego myśliciela Euklidesa. Natomiast samo słowo „algorytm” pochodzi od łacińskiej wersji nazwiska żyjącego w IX w. perskiego matematyka Muhammada ibn Musa al-Chwarizmiego, któremu zawdzięczamy pierwszy pełny opis reguł wykonywania działań na liczbach zapisanych w systemie dziesiętnym pozycyjnym, nazywanym obecnie systemem arabskim. Bardzo długo słowo „algorytm” utożsamiano właśnie z owymi regułami. Algorytmy były zatem obiektem rozważań uczonych na długo przed powstaniem dyscypliny nazywanej informatyką. Harel (2001) twierdzi, że „Euklides i Alchwarizmi byli *par excellence* algorytmikami” (s. 20), co nie prowadzi do stwierdzenia, że byli oni informatykami. Nie można jednak zaprzeczyć, że algorytmika jest jednym z podstawowych działów informatyki¹⁰. Wydaje się jednak, że obecnie informatycy zajmują się tworzeniem i analizą algorytmów, głównie z myślą o ich potencjalnym wykorzystaniu w procesie programowania komputerów.

¹⁰ David Harel zatytułował cytowaną tu książkę *Rzecz o istocie informatyki. Algorytmika* (Harel, 2001). Doczekała się ona wielu wydań i jest nadal jednym z najczęściej wykorzystywanych podczas pierwszych lat studiów podręczników akademickich dla studentów informatyki.

Część badaczy kładzie nacisk na związki informatyki z szeroko rozumianymi obliczeniami, twierdząc, że jest ona nauką o obliczaniu lub obliczalności.

Warto jednak zwrócić uwagę, że „obliczalność” (ang. *computability*) to termin pochodzący z teorii obliczeń lub teorii rekursji, odnoszący się do relacji i funkcji matematycznych. Mówi się na przykład, że funkcja jest (efektywnie) obliczalna, gdy istnieje algorytm, który dla dowolnych argumentów pozwala wyliczyć jej wartość¹¹. Z kolei angielski termin *computing* można rozumieć na dwa sposoby. Pierwszy z nich to „obliczanie”, jako mechaniczne wykonywanie pewnych operacji, prowadzące do uzyskania wyniku, na przykład obliczanie wartości funkcji. Drugi, znacznie ogólniejszy, określający dyscyplinę naukową, odpowiada polskiemu terminowi „przetwarzanie danych”. Zarówno obliczalność, jak i obliczenia w pierwszym sensie są domeną matematyków i jako takie wykraczają poza treść tej książki.

Abrahams (1987) zaproponował nową nazwę dla informatyki, pisząc: „Moja osobista definicja dyscypliny i jej nazwa to «computology»: nauka o procesach obliczalnych i sposobach, w jaki mogą być one realizowane” (s. 473). Nie sprecyzował przy tym ani samego terminu „obliczenia”, ani też pojęcia „proces obliczalny”. Jest to jednak pogląd skrajny. Większość autorów nie utożsamia informatyki z obliczeniami.

Giuseppe Primiero we wprowadzeniu do książki *On the Foundations of Computing* (2019) deklaruje, że traktuje on obliczanie (ang. *computing*) jako dyscyplinę obejmującą zagadnienia teoretyczne, techniczne, historyczne i epistemologiczne. Obejmuje ona zatem zarówno informatykę, jak i obliczenia biznesowe lub też zjawiska społeczne związane z technologiami informacyjnymi. Zauważa przy tym, że „obliczanie, dzisiaj bardziej niż kiedykolwiek wcześniej, jest dyscypliną o wielu twarzach, która łączy ze sobą kilka metodologii, obszarów zainteresowań i podejść: matematykę, inżynierię, programowanie, zastosowania” (Primiero, 2019, s. ix-x).

Bardzo obrazowo opisuje związek informatyki z obliczaniem James Foley (2002). Na przedstawionym przez niego diagramie obliczanie (ang. *computing*) zawiera w sobie informatykę (ang. *computer science*), a ta z kolei obejmuje część podstaw obliczeniowych (ang. *computing foundations*), które to podstawy (jak twierdzi autor) wywodzą się z takich dyscyplin, jak: matematyka, statystyka, kryptografia, filozofia, lingwistyka, kognitywistyka, socjologia czy antropologia. Zwraca również uwagę, że obliczanie obejmuje badania interdyscyplinarne; aby móc sprostać wyzwaniom badawczym pochodzącym z różnych dziedzin, może wykorzystywać zarówno informatykę, jak i inne dyscypliny wiedzy. Zatem „gdy

¹¹ Istnieje wiele matematycznych precyzacji pojęcia obliczalności odwołujących się do różnych obiektów matematyki, np. do funkcji rekurencyjnych, maszyn Turinga lub algorytmów Markowa. Więcej na temat tak rozumianej obliczalności znaleźć można w monografii Murawskiego (2019).

mówię o obliczaniu i o informatyce, mówię o dwóch dyscyplinach” (Foley, 2002, s. 6), a żadnej z nich nie można sprowadzić wyłącznie do badań w obrębie drugiej. Obliczenia rozumiane jako dyscyplina naukowa nie są zatem przedmiotem badań informatyki, a tym samym jej nie definiują.

Książka ta jest poprawioną i uzupełnioną wersją monografii *Z zagadnień ontologicznych informatyki*, która ukazała się nakładem Wydawnictwa Naukowego UAM w 2016 r.

Bardzo dziękuję recenzentom prof. Adamowi Olszewskiemu oraz dr. Pawłowi Stacewiczowi za cenne uwagi i propozycje wzbogacenia treści książki. Wyrazy wdzięczności składam również prof. Sławomirowi Leciejewskiemu, który zachęcił mnie do jej napisania.

Książkę tę dedykuję moim Rodzicom.