

ROZDZIAŁ 1

Geneza, pojęcie i cechy *cloud computing*

1.1. Geneza koncepcji *cloud computing*

Fenomen chmury obliczeniowej jawi się jako *sui generis* wypadkowa postępujących przemian w zakresie implementacji nowych technologii we współczesnej gospodarce. Dlatego rozważań nad zastosowaniem outsourcingu w technologii *cloud computing* nie sposób podjąć, nie sięgając do genezy samej koncepcji ukształtowanej w konsekwencji globalnych zmian w dziedzinie świadczenia usług teleinformatycznych. Na wstępie pojawia się trudność związana z precyzyjnym zdefiniowaniem terminu „chmura obliczeniowa” ze względu na brak definicji legalnej zarówno w ustawodawstwie krajowym, jak i aktach prawa unijnego¹¹. W tym celu w tej części pracy przestudiowano stopniowy rozwój mechanizmu udostępniania mocy obliczeniowej. Koncepcja *cloud computing* ewoluowała od lat 60. XX w., a wraz z nią – jej nazewnictwo, począwszy od rozwoju idei *utility computing*¹², która ustąpiła 30 lat później koncepcji *grid computing*, co w konsekwencji dalszych przemian od 2006 r. dało początek współczesnemu rozumieniu chmury obliczeniowej¹³.

¹¹ Termin „chmura obliczeniowa” ukształtował się w Polsce na gruncie stosowania bezpośredniego tłumaczenia terminu ang. *cloud computing* bądź *cloud*, jako polskiego odpowiednika „chmura”, co następnie transponowano na potrzeby ogólnokrajowej dyskusji nad zjawiskiem w prasie technicznej oraz podczas deliberacji prawniczych. Por. A. Stasiak-Apelska, *Chmura obliczeniowa (cloud computing) w Europie – prawna analiza problemu*, „Themis Polska Nova” 2012, nr 2(3); G. Szpor, *Internet Cloud Computing, Przetwarzanie w chmurach*, C.H. Beck, Warszawa 2013; E. Molenda-Kropielnicka, *Cloud Computing – zagadnienia prawne*, „Prace z Prawa Własności Intelektualnej” 2013, nr 119.

¹² Termin ten można przetłumaczyć jako „udostępnianie mocy obliczeniowej”. Z uwagi na to, że w piśmiennictwie polskojęzycznym stosuje się nazwę *utility computing* w jej oryginalnym angielskim brzmieniu, również na potrzeby niniejszej pracy będzie ona stosowana w tej formie.

¹³ Por. R. Buyya i in., *Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility*, „Future Generation Computer Systems” 2009, vol. 25, no. 6, s. 599 i nast.

1.1.1. *Utility computing*

Pierwszy model koncepcji opierał się na zapewnieniu możliwości swobodnego dysponowania zasobami teleinformatycznymi według potrzeb użytkownika bez względu na rodzaj serwera, lokalizację czy sposób dostarczenia usługi. Rozważania nad ideą *utility computing* zapoczątkował w 1961 r. John McCarthy, który po raz pierwszy opowiedział się za potencjałem technologii *time-sharingu* komputerów. Wygłoszony ówczesnie wykład poczytuje się za jedno z najważniejszych wydarzeń na drodze powstania koncepcji. Zdaniem prekursora spieniężenie zwiększającej się mocy obliczeniowej komputerów dzielonej między każdego z użytkowników systemu operacyjnego czy korzystanie z obsługi określonych aplikacji miało się stać w przyszłości dochodową inwestycją dla przedsiębiorstw użyteczności publicznej (*utility business model*)¹⁴. Teza ta stała się zapowiedzią tego, co po upływie następnych dziesięcioleci urzeczywistniło się w postaci technologii *cloud computing*. W podobnie profetycznym tonie swoją wizję w 1969 r. przedstawiał Leonard Kleinrock, którego zdaniem:

[...] na chwilę obecną komputery znajdują się nadal we wczesnej fazie rozwoju, ale nastąpi ich dalszy rozwój i będzie można dostrzec wykorzystanie komputerów jako narzędzi użyteczności publicznej (*computer utilities*), które tak jak prąd i telefon jako narzędzia użyteczności publicznej będą obsługiwały indywidualne gospodarstwa domowe i biura w całym kraju¹⁵.

Stało się to zapowiedzią przyszłej transformacji cyfrowej branży teleinformatycznej. Badacz zaangażowany w projekt ARPANET (*Advanced Research Projects Agency Network*), utworzony przez Agencję Zaawansowanych Projektów Badawczych (ARPA) Departamentu Obrony Stanów Zjednoczonych, we współpracy z Donaldem Daviesem rozwinął opracowaną przez Paula Barana technologię komutacji pakietów (*packet switching*)¹⁶. Projekt wykazał, że technologia ta jest skuteczną zasadą routingu w sieciach komputerowych, przyspieszając ewolucję w kierunku obecnego paradygmatu sieci, w którym paketyzacja występuje w prawie wszystkich formach komunikacji cyfrowej¹⁷. Decyzja o zastosowaniu komutacji pakietów była kluczowa dla rozwoju internetu i szeroko rozumianej sieci komputerowej. ARPANET był w rzeczywistości pierwszą

¹⁴ F. Dupre, *Utility (cloud) computing... flashback to 1961 Prof. John McCarthy*, 2008, <https://computinginthecloud.wordpress.com/2008/09/25/utility-cloud-computingflashback-to-1961-prof-john-mccarthy/>, dostęp 15.09.2019.

¹⁵ L. Kleinrock, *A vision for the Internet*, „ST Journal of Research” 2005, vol. 2, no. 1, s. 4–5.

¹⁶ Szerszej na temat tego, kto miał największy wpływ na ryzykowną i wysoce konsekwentną decyzję oparcia projektu ARPANET na technologii komutacji pakietów, zob. M. Bay, *Hot potatoes and postmen: how packet switching became ARPANET's greatest legacy*, „Internet Histories” 2019, vol. 3, no. 1.

¹⁷ Por. L. Kleinrock, S. Lam, *Packet Switching in a Multiaccess Broadcast Channel: Performance Evaluation*, „IEEE Transactions on Communications” 1975, vol. 23, no. 4.

rozległą siecią komputerową z technologią *packet switching* ze zdecentralizowaną kontrolą i jedną z pierwszych sieci, w których zaimplementowano zestaw protokołów TCP/IP, a obie technologie stały się bezdyskusyjnie technicznym fundamentem internetu¹⁸. Dwa lata po tym jak w 1990 r. projekt ARPANET zakończył swoją działalność, ustąpił miejsca sieci stworzonej przez Tima Bernersa-Lee – najbardziej znanej i do dzisiaj powszechnie używanej – World Wide Web (WWW)¹⁹.

Koncepcja *utility computing* jako koncepcja inicjująca genezę usług w chmurze obliczeniowej znalazła swoje odniesienia również współcześnie przy próbach zdefiniowania chmury obliczeniowej. Na to, że teleinformatyka staje się narzędziem użyteczności, wskazywał już Nicholas Carr. Publicysta twierdził, że podobnie jak wiek temu rozkwitła rewolucja w funkcjonowaniu przedsiębiorstw użyteczności publicznej w związku z rezygnacją z produkcji energii na własne potrzeby na rzecz podłączenia się do elektrycznych sieci przesyłowych, tak obecnie przez podłączenie do globalnej sieci komputerowej internetu jesteśmy świadkami przełomu w dziedzinie teleinformatyki²⁰. Na tej podstawie warto przywołać także definicję Johna W. Rittinghouse'a oraz Jamesa F. Ransome'a, którzy zjawisko chmury obliczeniowej wiążą z zasobami teleinformatycznymi oraz hostingiem (*computational and storage resources*) na podobieństwo usług oferowanych przez przedsiębiorstwa użyteczności publicznej (*utility computing*)²¹. Celem modelu chmurowego stało się „utowarowienie” zasobów IT przez uproszczenie pozyskiwania i eksploatacji mocy obliczeniowej oraz niezbędnych usług teleinformatycznych – w sposób analogiczny do tego, w którym są dostarczane podstawowe media (jak woda, prąd, gaz, usługi telekomunikacyjne).

1.1.2. *Grid computing*

W kolejnych dekadach koncepcja czerpania wzorców z użyteczności zaczęła tracić na znaczeniu ze względu na ówczesnie zbyt wczesne stadium rozwoju technologii telekomunikacyjnych, ustępując w latach 90. XX w. miejsca koncepcji komputerów rozproszonych (*grid computing*)²². Posługując się koncepcją opracowaną

¹⁸ Protokół TCP/IP od 1982 r. ARPA wprowadziła jako standard. Zob. L. Kleinrock, *An early history of the internet [History of Communications]*, „IEEE Communications Magazine” 2010, vol. 48, no. 8.

¹⁹ Liczba dołączonych komputerów przekroczyła wówczas milion. Podłączano kolejne kraje, w tym również Polskę w 1991 r. Zob. R. Cohen-Almagor, *Internet History*, [w:] *Moral, Ethical, and Social Dilemmas in the Age of Technology: Theories and Practice*, red. R. Luppini, IGI Global, 2013, s. 19–39.

²⁰ N. Carr, *The Big Switch: rewiring the world, from Edison to Google*, W.W. Norton Company, 2009, s. 16.

²¹ J.W. Rittinghouse, J.F. Ransome, *Cloud computing. Implementation, Management and Security*, CRC Press, 2010, s. 32.

²² Termin wywodzi się od *electricity grid*, co oznacza elektryczną sieć przesyłową. W literaturze przedmiotu przyjęło się stosowanie angielskiej nazwy *grid computing* tłumaczonej jako

przez Iana Fostera i Carla Kesselmana, *grid* definiuje się jako system koordynujący zasoby, które nie podlegają scentralizowanej kontroli, wykorzystując przy tym standardowe, otwarte protokoły i interfejsy ogólnego przeznaczenia w celu dostarczania usług²³. Zgodnie z tym opracowany na potrzeby chmury obliczeniowej jeden wirtualny komputer zostaje zdekoncentrowany pod względem geograficznym, za pośrednictwem sieci teleinformatycznej, w celu bezpiecznego i skoordynowanego zwiększenia mocy obliczeniowej komputerów, pojemności i wymiany zasobów teleinformatycznych do przechowywania informacji z wykorzystaniem otwartych standardów i protokołów. System *grid computing* miał docelowo zapewniać dostęp do złożonych zasobów teleinformatycznych na podobnych zasadach jak codzienne wykorzystywanie usług komunalnych. Koncepcja wzorowana na sieciach przesyłowych dzielących zasoby sprowadzała się do stworzenia homogenicznego systemu składającego się ze zróżnicowanych zasobów. W praktyce dało to możliwość wykorzystywania zasobów na żądanie organizacji ich nieposiadającej, choć wykazującej zapotrzebowanie w ich zakresie. Uwarunkowało to powstanie koncepcji wirtualnej dynamicznej organizacji (*virtual organisation*)²⁴. W sytuacji, w której użytkownik żąda określonej usługi sieciowej od podmiotu trzeciego, następuje kolejno podział zasobów między stronami, co tworzy wirtualną organizację, a jej dynamika wynika z dostosowania do zapotrzebowania żądającego²⁵. Wśród zasadniczych cech koncepcji wyróżnia się w literaturze przedmiotu następujące:

- szeroka skala – wykorzystanie zasobów komputerowych w różnej skali, im więcej zasobów oddanych do użytkowania, tym większy wpływ na ich wydajność;
- rozproszenie geograficzne – zasoby mogą w sposób zdekoncentrowany znajdować się w różnych miejscach;
- heterogeniczność – zasoby odnoszą się zarówno do oprogramowania, jak i sprzętu komputerowego, które mogą być bardzo zróżnicowane,

„przetwarzanie sieciowe”. Więcej na temat genezy tej koncepcji, zob. I. Foster, *What is the grid?*, „Daily News And Information For The Global Grid Community” 2002, vol. 1, no. 6, s. 22–25; L. Smarr, *Grids in Context*, [w:] *The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure*, red. I. Foster, C. Kesselman, San Francisco 2002, s. 3–12; D. Wenliang i in., *Uncheatable grid computing*, [w:] *24th International Conference on Distributed Computing Systems. Proceedings. IEEE*, 2004, s. 4–11; B. Wilkinson, *Grid computing: Techniques and Applications*, Boca Raton 2009, s. 1–12.

²³ I. Foster, C. Kesselman, *The history of the Grid*, s. 22–26, <http://www.ianfoster.org/wordpress/wp-content/uploads/2014/01/History-of-the-Grid-numbered.pdf>, dostęp 17.09.2019 r.

²⁴ Por. A.S. Grimshaw i in., *A Philosophical And Technical Comparison Of Legion And Globus*, „IBM Journal of Research and Development” 2004, vol. 48, s. 233–254.

²⁵ Z literatury polskojęzycznej warto sięgnąć do następujących pozycji: D. Świarszcz, *Mechanizmy funkcjonowania organizacji wirtualnych w ujęciu strukturalnym i procesowym*, „Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą” 2004, nr 3; J. Kisielnicki, *Wirtualna organizacja jako wytwór ery informacyjnego społeczeństwa*, „Organizacja i Kierowanie” 1997, nr 4, s. 24–25; A. Sankowska, *Organizacja wirtualna. Koncepcja i jej wpływ na innowacyjność*, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2009.

- od danych, plików, oprogramowania, po osobiste organizery cyfrowe, komputery, superkomputery i sieci;
- dzielenie się zasobami komputerowymi – zdalny sposób rozdysponowywania zasobów za pomocą oprogramowania;
 - złożony sposób zarządzania – niejednorodność zasad dostępu, każdy z podmiotów udostępniających zasoby może ustanowić różne polityki bezpieczeństwa, dzięki którym uzyskuje dostęp;
 - koordynacja zasobów – w celu sprawnego zapewnienia zagregowanych zasobów komputerowych;
 - przejrzysty dostęp – odniesienie do jednego wirtualnego serwera;
 - uwarunkowany dostęp – wymóg spełnienia warunków wskazanych w umowie o gwarantowanym poziomie świadczenia usług (*Service Level Agreement – SLA*²⁶);
 - stały dostęp – zapewnienie skalowalności usług, protokołów dostępowych i interfejsów;
 - powszechny dostęp – dostosowanie do dynamicznie zmieniającego się środowiska, wykazującego zapotrzebowanie na te zasoby teleinformacyjne²⁷.

Za pierwszy przejaw idei *grid computingu* uważa się projekt SETI@home (*Search for Extra-Terrestrial Intelligence*)²⁸, mający swoją premierę w 1999 r. Projekt koordynowany przez Uniwersytet Kalifornijski w Berkeley obrał sobie za cel poszukiwanie w kosmicznym szumie radiowym sygnałów życia pozaziemskiego. Technologia *grid* pozwalała, aby każdy posiadacz komputera mógł pobrać fragment danych i przeprowadzać obliczenia w czasie wolnym od własnych obliczeń, co pozwoliło na równoczesne wykorzystanie milionów komputerów rozproszonych po całym świecie. Rozwiązanie to było na tyle nowatorskie, że koncepcja ta jest obecnie w ciągłym użyciu, podlegając stałym ulepszeniom. Tym samym wszystkie – jak dotąd oceniane w kategoriach surrealistycznych – wizje takich naukowców jak J. McCarthy czy L. Kleinrock stały się nie tylko rzeczywistością, lecz także impulsem do tworzenia kolejnych postępowych idei, takich jak koncepcja chmury obliczeniowej.

²⁶ Zgodnie z Komunikatem UKNF: *SLA (Service Level Agreement)* to umowa o gwarantowanym poziomie świadczenia usługi chmury obliczeniowej, s. 3.

²⁷ Por. S.M. Hashemi, A.K. Bardsiri, *Cloud Computing Vs. Grid Computing*, „ARPN Journal of Systems and Software” 2012, vol. 2, no. 5, s. 190–191; I. Foster i in., *Grid Services for Distributed System Integration*, „Computer” 2002, vol. 35(6); I. Foster, C. Kesselman, *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure*, Morgan Kaufmann Publishers, USA 1999; I. Foster, *The Grid: A New Infrastructure for 21st Century Science*, [w:] *Grid Computing*, red. G.F. Fran Berman, T. Hey, 2003; I. Foster i in., *Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared*, [w:] *Proceedings of the IEEE Grid Computing Environments Workshop*, 2008; L. Ferreira i in., *Grid Computing Product and Services*, IBM Redbooks, 2005, <https://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg246650.pdf>, dostęp 17.09.2019.

²⁸ Szerzej D.P. Anderson i in., *SETI@home: an experiment in public-resource computing*, „Communications of the ACM” 2002, vol. 45, no. 11, s. 56–61.

1.1.3. *Cloud computing*

W kolejnych latach *grid computing* przestano postrzegać jako paradygmat komputerowy na rzecz infrastruktury, która wiąże różne zasoby w celu zapewnienia wsparcia komputerowego aplikacjom²⁹. Od 2006 r. umownie przyjmuje się, że przemiany te dały fundament współczesnej postaci *cloud computingu*. 13 marca 2006 r. po raz pierwszy uruchomiono usługi chmury publicznej ogólnego przeznaczenia *Simple Storage Service (S3)*³⁰ oraz *Simple Queue Service (SQS)*³¹, następnie chmura *Elastic Compute Cloud (EC2)*³² została udostępniona do publicznego użytkownika przez obecnie najbardziej znanego dostawcę tego modelu przetwarzania danych – Amazon Web Services (AWS)³³. Serwis umożliwiał komercyjny wynajem sprzętu dla potrzeb uruchomienia własnej aplikacji (*Infrastructure as a Service* – IaaS). W tym samym roku pojawiła się odpowiedź Google’a, który wprowadził na rynek zestaw narzędzi *Google App Engine (GAE)* obejmujący usługę Gmail (poczta elektroniczna), Google Drive, Google Docs.

Oba ewoluujące kolejno po sobie systemy mają ten sam cel w postaci obniżenia kosztów przetwarzania, zwiększenia niezawodności i elastyczności przez przekształcenie komputerów z czegoś, co kupujemy i sami obsługujemy, w coś, co jest obsługiwane przez osobę trzecią³⁴. Jednak dzielą je zasadnicze różnice, które uwidacznia tabela 1.1.

Tabela 1.1. Różnice między *grid computing* a *cloud computing*

Kategoria	<i>Grid computing</i>	<i>Cloud computing</i>
Cel	Wspólne udostępnianie zasobów komputerowych	Korzystanie z usług świadczonych w modelach XaaS ³⁵

²⁹ M.L. Bote-Lorenzo i in., *Grid Characteristics and Uses: A Grid Definition*, 2004, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=122805764050D85F65F168333A2791AD?doi=10.1.1.103.9439&rep=rep1&type=pdf>, dostęp 18.09.2019.

³⁰ Amazon, Amazon Simple Storage Service, <http://aws.amazon.com/s3/>, dostęp 18.09.2019.

³¹ Tamże.

³² Chmura EC2 została udostępniona w celu spożytkowania nadmiaru sprzętu niewykorzystwanego do operacji handlowych. Pod koniec 2008 r. osiągnęła już ponad pół miliona użytkowników, za: A. Mateos, J. Rosenberg, *Chmura obliczeniowa. Rozwiązania dla biznesu*, Helion, Gliwice 2011, s. 64. Amazon, Elastic Compute Cloud, <https://aws.amazon.com/ec2/>, dostęp 18.09.2019.

³³ Por. T. Korri, *Cloud computing: utility computing over the Internet*, 2009, s. 4, http://www.cse.hut.fi/en/publications/B/5/papers/Korri_final.pdf, dostęp 18.09.2019; G. Kulkarni i in., *Cloud computing-infrastructure as service-amazon ec2*, „International Journal of Engineering Research and Applications” 2012, vol. 2, no. 1, s. 121–124; N. Kratzke, P.C. Quint, *Understanding cloud-native applications after 10 years of cloud computing – A systematic mapping study*, „Journal of Systems and Software” 2017, vol. 126, s. 1.

³⁴ <http://ianfoster.typepad.com/blog/2008/01/theres-grid-in.html>, dostęp 18.09.2019.

³⁵ Model XaaS (*anything as a service* – „wszystko jako usługa”) to uogólniony termin określający modele dostarczania usług w chmurze.

Kategoria	<i>Grid computing</i>	<i>Cloud computing</i>
Przedmiot	Zasoby komputerowe (sprzętowe)	Usługa oferowana z wykorzystaniem sieci internet
Zasoby	Ograniczone, ponieważ sprzęt komputerowy jest ograniczony	Nieograniczone
Przepływ pracy oprogramowania	Aplikacje wymagają predefiniowanego przepływu pracy usług	Przepływ pracy nie jest niezbędny w przypadku większości aplikacji
Stopień skalowalności	Normalny, dotyczy węzłów sieci i witryn	Wysoki, dotyczy węzłów sieci, witryn i sprzętu komputerowego
Transmisja danych	Zakłócana przez opóźnienia internetowe	Znacząco szybsza
Interoperacyjność	Zapewniona, opierając się na normach <i>Open Grid Forum Standards</i>	Zapewniona na podstawie norm protokołu dostępu do usług internetowych SOAP (<i>Simple Object Access Protocol</i>) i REST (<i>Representational State Transfer</i>)
Czas	Nie odbywa się w czasie rzeczywistym	Odbywa się w czasie rzeczywistym
Rodzaj usługi	Zasoby (CPU, sieć teleinformatyczna, pamięć, pasmo, sprzęt, prędkość przetwarzania)	IaaS, PaaS, SaaS
Sposób ustalania cen	Sztywny	Elastyczny, ceny ustalone w sposób podobny do usług komunalnych ze zniżką dla większych klientów
Konfiguracja	Utrudniona, ponieważ użytkownicy nie mają uprawnień administratora	Prosta
Przykłady	SETI, BOINC, Folding@home, GIMPS	Amazon Web Services (AWS), Google Apps

Źródło: opracowanie własne na podstawie L. Vaquero i in., *A Break in the Clouds: Towards a Cloud Definition*, „ACM SIGCOMM Computer Communication Review” 2009, vol. 39, no. 1, s. 53 oraz A.K. Bardsiri, *Cloud Computing Vs. Grid Computing*, „ARPN Journal of Systems and Software” 2012, vol. 2, no. 5, s. 190–191.

1.2. Chmura obliczeniowa – definicje

Dynamiczny proces rozpowszechnienia usług świadczonych w chmurze obliczeniowej znalazł swój fundament w postępującym rozwoju koncepcji scharakteryzowanych w podrozdziale 1.1. Zjawisko to wpisało się w uniwersalny proces zmian zachodzących w sektorze łączności elektronicznej w opozycji do tradycyjnych

usług telefonii głosowej. W rezultacie przyczyniło się do przechodzenia na płaszczyznę świadczenia usług opartą w całości na protokole IP³⁶ z dostępem do sieci internet czy OTT (*Over the Top*)³⁷. Wzrost zainteresowania *cloud computingiem* okazał się nie lada wyzwaniem dla użytkowników w związku z koniecznością sprostania zgodności z przepisami prawa. Już na wstępnym etapie trudności zaczęło nastroczać przyjęcie jednej uniwersalnej definicji legalnej chmury obliczeniowej, której nadal brak w ustawodawstwie polskim czy europejskim. Pierwsze samodzielne próby zdefiniowania pojawiały się natomiast w aktach *soft law* w dokumentach wydawanych przez Komisję Europejską, począwszy od 2010 r. w Komunikacie Komisji *Całościowe podejście do kwestii ochrony danych osobowych w Unii Europejskiej*³⁸ jako „przetwarzanie dokonywane w internecie za pomocą oprogramowania, dzielonych zasobów i informacji znajdujących się na zewnętrznych serwerach”, które już wówczas postrzegano jako wyzwanie dla ochrony danych, wiążące się z utratą przez jednostki kontroli nad ich potencjalnie poufnymi informacjami. Następnie w przywołanym na wstępie Komunikacie Komisji COM (2012) 529 final usługę chmury obliczeniowej przedstawiano jako „przechowywanie, przetwarzanie i wykorzystanie danych, do których dostęp uzyskuje się przez internet, na znajdujących się w innej lokalizacji komputerach”³⁹. W tym samym tonie wypowiedziała się Grupa Robocza powołana na mocy art. 29 Dyrektywy 95/46/WE – niezależny europejski organ doradczy w sprawach ochrony danych i prywatności – w opinii, w której analizowała właściwe prawa i obowiązki administratorów oraz dostawców usług w chmurze (w roli przetwarzających) z klientami w EOG. Zdaniem ekspertów chmurę obliczeniową należało na tamtym etapie kojarzyć z zestawem technologii i modeli usług, które koncentrują się na wykorzystywaniu i dostarczaniu przez internet aplikacji informatycznych, możliwości przetwarzania, zasobów pamięci (*storage and memory space*)⁴⁰.

W związku z obserwowaną swoistą dwoistością przejawiającą się z jednej strony w braku powszechnie obowiązującej definicji, a z drugiej – w ich

³⁶ Według Komisji Europejskiej zob. pkt 1 uzasadnienia Wniosku w sprawie Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającej Europejski kodeks łączności elektronicznej z dnia 12 października 2016 r., COM (2016) 590 final, 2016/0288(COD), Bruksela, 12 października 2016 r., <http://eurlex.europa.eu/legalcontent/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016P-C0590&from=EN>, dostęp 20.09.2019.

³⁷ Z ang. „usługa świadczona ponad siecią”. Do podmiotów świadczących usługi OTT zalicza się: usługodawców oferujących szeroki zakres zawartości, usług i aplikacji za pośrednictwem internetu, bez bezpośredniego zaangażowania dostawcy usługi dostępu do internetu. Zob. pkt 1 uzasadnienia, *juv*.

³⁸ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, *Całościowe podejście do kwestii ochrony danych osobowych w Unii Europejskiej*, COM (2010) 609 final, s. 2.

³⁹ Komunikat Komisji COM (2012) 529 final, s. 2.

⁴⁰ Opinia 5/2012 Grupy Roboczej Artykułu 29 ds. Ochrony Danych w sprawie przetwarzania danych w chmurze obliczeniowej z 1 lipca 2012 r., 01037/12/PL WP 196, s. 4.

różnorodności, w pierwszej kolejności zostaną przytoczone najbardziej znane stanowiska podejmujące starania w kierunku systematyzacji pojęcia w piśmiennictwie zarówno obcojęzycznym, jak i polskim. Posiłkując się dorobkiem literatury zagranicznej, warto zwrócić uwagę na definicję proponowaną jako jedna z pierwszych przez Rajkumara Buyya. Zdaniem autora jest to równoległy system połączonych i wirtualnych komputerów, które są dynamicznie udostępniane w postaci jednego zasobu komputerowego, na podstawie umowy SLA wynegocjowanej między dostawcą a klientem⁴¹. Według bardziej szczegółowej definicji chmury obliczeniowej autorstwa Fostera, która również podkreśla jej aspekt infrastrukturalny, jest to wzorzec przetwarzania danych bazujący na efekcie skali, w którym pewien zasób teleinformatyczny o charakterze wirtualnym, abstrakcyjnym, dynamicznie dostosowującym się do potrzeb oraz podlegający zarządzaniu jest dostarczany użytkownikowi końcowemu na żądanie za pośrednictwem internetu⁴². Natomiast definicje autorów takich jak Lizhe Wang i Gregor von Laszewski, Arthur Mateos i Jothy Rosenberg czy Renzo Marchini kładą nacisk na sposób dostępu do usług. Pierwsi wskazują, że chmura obliczeniowa to zestaw usług dostępnych za pomocą sieci, które udostępniają na żądanie dostosowane do wielkości zasobów, o zagwarantowanej jakości, spersonalizowane i niedrogie platformy obliczeniowe⁴³. Drudzy utrzymują, że są to „usługi obliczeniowe oferowane przez zewnętrzne podmioty i dostępne na życzenie w dowolnym momencie, skalujące się dynamicznie w odpowiedzi na zapotrzebowanie”⁴⁴. W końcu Marchini zwraca uwagę na unikalną zdolność do dostarczania możliwości komputerowych zdalnie przez dostawcę bez konieczności instalacji oprogramowania lub infrastruktury w sieci klienta, z czym immanentnie są związane: brak wymogu instalacji oprogramowania przez odbiorcę, używanie oprogramowania zarządzanego przez dostawcę na serwerach przez niego kontrolowanych lub na rzecz dostawcy, opłata tylko za rzeczywiste użycie, odpowiedzialność dostawcy za aktualizacje, bezpieczeństwo danych oraz zarządzanie sprzętem⁴⁵. Polscy autorzy, tacy jak Marta Juszczuk i Bogdan Wit, utrzymują, że jest to technologia informatyczna, umożliwiająca gromadzenie, przechowywanie, przetwarzanie oraz dostęp do danych w dowolnym czasie i z dowolnego miejsca za pomocą internetu oraz narzędzi telekomunikacyjnych⁴⁶. W podobnym tonie wypowiadają się także Jan Byrski i Agnieszka Wachowska, charakteryzując

⁴¹ R. Buyya i in., *Cloud computing...*, s. 599 i nast.

⁴² I. Foster i in., *Cloud Computing and Grid Computing...*, s. 1.

⁴³ L. Wang, G. von Laszewski, *Scientific Cloud Computing: Early Definition and Experience*, [w:] *Proceedings of 10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications (HPCC), 25–27 September, IEEE CS, 2008*, s. 827.

⁴⁴ A. Mateos, J. Rosenberg, *Chmura obliczeniowa...*, s. 26.

⁴⁵ R. Marchini, *A Practical Introduction to the Legal Issues*, British Standards Institution, London 2010, s. 4.

⁴⁶ M. Juszczuk, B. Wit (red.), *Wstęp*, [w:] *Elektroniczne usługi w chmurze obliczeniowej – nowe problemy, nowe rozwiązania*, Polskie Towarzystwo Informatyczne, Lublin 2013, s. 7.

usługi chmurowe „jako usługi świadczone przez zewnętrznych dostawców (przedsiębiorców), którzy udostępniają oprogramowanie, infrastrukturę i wszelkie zasoby IT przez internet, poza siedzibą dostawcy”⁴⁷. Według nieco bardziej rozbudowanej definicji Macieja Siwickiego chmura obliczeniowa:

[...] bazuje na współdzieleniu i korzystaniu z zewnętrznych zasobów infrastruktury informatycznej (takich jak np. sprzęt komputerowy, serwery, urządzenia do przechowywania danych) niezależnie od geograficznej lokalizacji poszczególnych jej elementów oraz wykorzystywanych kanałów i narzędzi komunikacyjnych. Takie oddzielenie warstwy logicznej od warstwy fizycznej systemu komputerowego umożliwia użytkownikowi m.in. korzystanie z różnego rodzaju oprogramowania niezależnie od miejsca jego instalacji, tworzenie dzieła z innymi współtwórcami niezależnie od odległości, która ich dzieli, jak i łatwiejsze rozpowszechnianie utworów przez ich udostępnianie w wielu miejscach jednocześnie⁴⁸.

Co ciekawe, w 2008 r. przeprowadzono eksperyment w formie 21 wywiadów z postaciami poważanymi w dziedzinie technologii komputerowych, które poproszono o autorskie zdefiniowanie pojęcia⁴⁹. Badanie wykazało skrajne różnice i trudność w znalezieniu wspólnego mianownika znaczeniowego. Zestawiając ze sobą szerszy zakres wypowiedzi ekspertów na temat specyfiki chmury obliczeniowej, Luis M. Vaquero i in. doszli do następującej konkluzji:

Chmura obliczeniowa to obszerna pula łatwych w użyciu i dostępnych zwirtualizowanych zasobów (takich jak sprzęt, platformy programistyczne i/lub usługi). Zasoby te mogą być dynamicznie rekonfigurowane, aby dostosować się do zmiennego obciążenia (wagi), co pozwala również na optymalne wykorzystanie zasobów. Jest to zwykle wykorzystywane przez model płatności za użycie, w którym dostawcy infrastruktury oferują gwarancje w ramach dostosowanych umów SLA. Z drugiej strony poszukiwanie najmniejszego wspólnego mianownika prowadziło do braku definicji, ponieważ żadna pojedyncza cecha nie została zaproponowana we wszystkich interpretacjach. Zestaw funkcji, które najbardziej przypominają tę minimalną definicję, to skalowalność, model płatności za użycie i wirtualizacja⁵⁰.

Brak wsparcia semantycznego w piśmiennictwie można wiązać z deficytem definicji legalnych w przedmiotowym zakresie w prawie polskim i unijnym. Najczęściej przywoływaną definicją, także przez polski organ regulacyjny⁵¹, jest ta sformułowana w 2009 r. przez Narodowy Instytut Standaryzacji i Technologii

⁴⁷ J. Byrski, A. Wachowska, *Cloud computing w działalności instytucji płatniczej*, „Monitor Prawa Bankowego” 2012, nr 9, s. 70.

⁴⁸ M. Siwicki, *Jurysdykcja krajowa w sprawach z zakresu prawa autorskiego w „chmurach obliczeniowych” w świetle rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1215/2012*, „Europejski Przegląd Sądowy” 2016, nr 1, s. 21.

⁴⁹ J. Geelan, *Twenty-one experts define cloud computing. Virtualization*, „Electronic Magazine” August 2008, <http://virtualization.sys-con.com/node/612375>, za: L. Vaquero i in., *A Break in the Clouds...*, s. 51–52.

⁵⁰ L. Vaquero i in., *A Break in the Clouds...*, s. 51.

⁵¹ Por. Rekomendacja D, s. 6; Komunikat UKNF z 2017 r., s. 1; Komunikat UKNF z 2020 r., s. 1.