

Tomasz Widlak*

Uniwersytet Gdański

Cyfrowy sen Pigmaliona: zarys problematyki filozoficznoprawnej cyfrowych bliźniaków człowieka w zastosowaniach medycznych

1. Wstęp

Pigmalion, król cypryjski, był utalentowanym rzeźbiarzem. Spod jego dłuta wyszedł posąg pięknej kobiety, która była wiernym obrazem bogini miłości, Afrodyty. Posąg z kości słoniowej był tak doskonały, że jedynie przez dotyk można było odróżnić go od rzeczywistej postaci. Pigmalion zakochał się w swym dziele, a urzeczona jego miłością litościwa Afrodyta ożywiła statuetkę, która odtąd stała się Galateą – żoną Pigmaliona i matką jego dzieci¹. Ten dobrze znany grecki mit oddaje odwieczne pragnienie tworzenia drugiego ja, syntetycznego człowieka, kłona, który być może zmieniałby doświadczenie choroby, śmierci i przemijania. Filozofia i literatura pełne są podobnych toposów, wykorzystywanych jako metafory albo eksperymenty myślowe²: od homonkulusów, poprzez

* ORCID: 0000-0001-8525-4242; e-mail: tomasz.widlak@ug.edu.pl

¹ Zob. S. Stabryła, *Złote jabłka Afrodyty. Greckie legendy o miłości*, Czytelnik, Warszawa 2007, s. 7–19; R. Graves, *Mity greckie*, przeł. H. Krzeczkowski, Wydawnictwo vis-à-vis/Etiuda, Kraków 2012, s. 187; J. Parandowski, *Mitologia*, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań 1987, s. 65.

² Zob. E.O. Popa, M. van Hilten, E. Oosterkamp, et al., *The use of digital twins in healthcare: socio-ethical benefits and socio-ethical risks*, „Life Sciences Society and Policy” 2021, vol. 17, s. 1, <https://doi.org/10.1186/s40504-021-00113-x> (dostęp: 24.11.2024).

kartezjańskie automaty³, aż po bagiennego człowieka Davidsona⁴ i Doppelgängera Putnama⁵. Dzięki rozwojowi technologii cyfrowych i komputerowych na przestrzeni ostatnich dwóch dekad perspektywa „syntetycznego człowieka” jako funkcjonującej w świecie cyfrowym kopii powoli staje się realna niczym urzeczywistniony sen.

Tworzenie cyfrowych bliźniaków człowieka (Human Digital Twin, HDT) jest przedmiotem badań (w tym zgłoszonych wniosków o ochronę patentową⁶) i dyskusji w literaturze *computer science* już od kilku lat. Filozofowie, w tym etycy, dopiero zaczynają rozważać implikacje tej technologii, podczas gdy prawnicy jeszcze jej nie dostrzegają. Niniejsze opracowanie ma charakter wprowadzający w poruszaną tematykę. Przedmiotem artykułu będzie przybliżenie technologicznych i społecznych ram działania HDT oraz zarysowanie związanych z nią najistotniejszych zagadnień filozoficznoprawnych, w tym aspektów ontologicznych i fenomenologicznych w kontekście pytań o podmiotowość prawną i status HDT. Artykuł porusza tematykę aksjologicznych i filozoficznych podstaw porządku prawnego, rozważając wpływ technologii HDT na zmiany paradygmatu humanizmu prawniczego w kierunku posthumanizmu inkluzyjnego lub transhumanizmu technologicznego. Ze względu na uniwersalność zastosowania technologii i obszerność związanych z nią zagadnień zakres dyskusji ograniczono do dziedziny medycyny i ochrony zdrowia. Analizie poddano także wybrane, najważniejsze przykłady potencjalnych problemów etyczno-prawnych, stanowiących wyzwanie dla przyszłej i istniejącej regulacji, takich jak prywatność i ochrona danych, jakość i własność danych, autonomia pacjenta. Zasygnalizowane aspekty normatywne rozważań ograniczają się do najistotniejszych przykładów; ze względu na ograniczone ramy artykułu, podniesione tutaj problemy powinny być traktowane jako przyczynek do przyszłych badań.

2. Cyfrowy bliźniak (DT)

Cyfrowy bliźniak (*digital twin*, DT) to termin używany w odniesieniu do wirtualnych (cyfrowych) odwzorowań obiektów, urządzeń, w tym produktów przemysłowych lub procesów – zarówno istniejących w rzeczywistości, jak i dopiero projektowanych. DT są wykorzystywane do symulowania działania całych systemów, a także do monitorowania procesów toczących się w fizycznym odpowiedniku. Cyfrowe bliźnięta są wschodzącą technologią, mieszczącą się w paradygmacie czwartej lub piątej rewolucji

³ Zob. R. Descartes, *Rozprawa o metodzie*, przeł. T. Boy-Żeleński, przedm. F. Kierski, De Agostini, Warszawa 2002, s. 122–124.

⁴ D. Davidson, *Knowing one's own mind*, „Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association” 1987, vol. 60, no. 3, s. 441–458, <https://doi.org/10.2307/3131782> (dostęp: 28.03.2024).

⁵ H. Putnam, *The meaning of "meaning"*, Minneapolis 1975, <https://hdl.handle.net/11299/185225> (dostęp: 28.03.2024).

⁶ Zob. G. Coorey, G.A. Figtree, D.F. Fletcher, *et al.*, *The health digital twin to tackle cardiovascular disease – a review of an emerging interdisciplinary field*, „NPJ Digital Medicine” 2022, vol. 5, <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00640-7> (dostęp: 24.11.2024).

przemysłowej⁷. Nie jest to pojedyncza technologia, ale raczej konwergencja najnowszych narzędzi cyfrowych, takich jak m.in. analiza dużych zbiorów danych (*big data analytics*), *blockchain*, przetwarzanie w chmurze, sztuczna inteligencja (SI), robotyka, Internet rzeczy, 5G i inne⁸. DT nie są obiektami wirtualnymi odizolowanymi od świata rzeczywistego. Przeciwnie – technologia ta zakłada połączenie pomiędzy fizycznym obiektem a jego cyfrowym odwzorowaniem i stały, dwukierunkowy przepływ danych pomiędzy fizycznym obiektem a DT. Dane są integrowane z różnych źródeł, a zmiany lub aktualizacja w cyfrowej kopii mogą skutkować wpływem na fizyczny obiekt, np. sterować jego procesami. Model może weryfikować, diagnozować, optymalizować i modyfikować rzeczywisty obiekt oraz dostarczać sugestii i przewidywań na podstawie analiz danych dzięki wykorzystaniu SI, co wpływa na podejmowanie decyzji co do funkcjonowania rzeczywistego obiektu⁹. Cyfrowe bliźnięta są wykorzystywane m.in. w przemyśle lotniczym i motoryzacyjnym, gdzie istnieje potrzeba budowy i testowania zaawansowanych prototypów¹⁰, w logistyce¹¹, w branżach związanych z projektowaniem i zarządzaniem budynkami¹², w przemyśle zbrojeniowym¹³ i wielu innych¹⁴. Wykorzystanie predykcyjnych algorytmów SI zintegrowanych w technologii cyfrowych bliźnięt może skutkować nowymi możliwościami nie tylko obrazowania, ale też przewidywania i symulowania przyszłych zdarzeń oraz korygowania działania systemów w czasie rzeczywistym. Jednym z najbardziej spektakularnych przykładowych projektów z zakresu DT jest inicjatywa naukowa stworzenia cyfrowej bliźniaczki Ziemi, która ma służyć jako najbardziej dokładny jak dotąd model przewidywania zmian klimatycznych¹⁵.

⁷ Zob. B. Wang, H. Zhou, X. Li, et al., *Human Digital Twin in the context of Industry 5.0*, „Robotics and Computer-Integrated Manufacturing” 2024, vol. 85, <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2023.102626> (dostęp: 24.11.2024); K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, Crown Publishing Group, New York 2017.

⁸ S. Haag, R. Anderl, *Digital twin – Proof of concept*, „Manufacturing Letters” 2018, vol. 15, Part B, s. 64–66, <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2018.02.006> (dostęp: 24.11.2024).

⁹ W. Shengli, *Is Human Digital Twin possible?*, „Computer Methods and Programs in Biomedicine Update” 2021, vol. 1, <https://doi.org/10.1016/j.cmpbup.2021.100014> (dostęp: 24.11.2024).

¹⁰ Zob. R. Kumar Phanden, P. Sharma, A. Dubey, *A review on simulation in digital twin for aerospace, manufacturing and robotics*, „Materials Today: Proceedings” 2021, vol. 38, part 1, s. 174–178, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.446> (dostęp: 24.11.2024).

¹¹ M. Singh, R. Srivastava, E. Fuenmayor, et al., *Applications of Digital Twin across Industries: A Review*, „Applied Sciences” 2022, vol. 12(11), <https://doi.org/10.3390/app12115727> (dostęp: 24.11.2024).

¹² Zob. O.C. Madubuike, C.J. Anumba, R. Khallaf, *A review of digital twin applications in construction*, „Journal of Information Technology in Construction” 2022, vol. 27, s. 145–172, <https://doi.org/10.36680/j.it-con.2022.008> (dostęp: 24.11.2024).

¹³ Zob. J. Wang, C. Yang, Y. Zhao, S. Ji, *The Advancements and Prospects of Digital Twin Technology in the Military Domain*, w: *Proceedings of 2023 11th China Conference on Command and Control. C2 2023. Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol. 1124, Chinese Institute of Command and Control, Singapore 2024, s. 207–217, https://doi.org/10.1007/978-981-99-9021-4_21 (dostęp: 23.03.2024).

¹⁴ Zob. C. Cimino, E. Negri, L. Fumagalli, *Review of digital twin applications in manufacturing*, „Computers in Industry” 2019, vol. 113, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103130> (dostęp: 24.11.2024).

¹⁵ P. Voosen, *Europe builds 'digital twin' of Earth to hone climate forecasts*, „Science” 2020, vol. 370, issue 6512, s. 16–17, <https://doi.org/10.1126/science.370.6512.16> (dostęp: 24.11.2024).

3. Cyfrowy bliźniak człowieka (HDT)

Potencjalnie najdalej idące konsekwencje technologii cyfrowych bliźniąt mają jednak miejsce w odniesieniu do próby jej zastosowania do organizmów żywych, w tym ludzi. W istniejącej literaturze brak jest uzgodnionej definicji cyfrowego bliźniaka człowieka¹⁶. Poprzez analogię do cyfrowych bliźniąt przedmiotów można przyjąć, że istota rozumienia HDT sprowadza się do istnienia podstawowych trzech komponentów – rzeczywistego obiektu (w tym wypadku żywego organizmu), cyfrowego odwzorowania jednego lub większej liczby jego atrybutów oraz dwustronnej komunikacji zapośredniczonej przez techniczny komponent, która może prowadzić do zmian zarówno w życiu rzeczywistego oryginału, jak i w funkcjonowaniu cyfrowej kopii¹⁷. HDT może być aktualizowany przy użyciu danych z różnych źródeł (biomarkerów, ale także sensorów, np. umieszczonych w ubraniach lub zegarkach), a następnie analizować te dane, przeprowadzać symulacje i dostarczać swemu ludzkiemu odpowiednikowi informacji ulepszających jego funkcjonowanie w rzeczywistości (np. w zakresie zdrowia, bezpieczeństwa, jakości życia). Na obecnym wczesnym etapie rozwoju tej technologii nie istnieją jeszcze kompleksowe cyfrowe bliźniaki człowieka. W literaturze wyróżnia się kilka typów HDT, które skupiają się na odwzorowaniu wybranych atrybutów na potrzeby funkcji danego systemu¹⁸.

Po pierwsze, niektóre HDT stanowią jedynie komponent obejmującego je, większego systemu (*human-in-the-loop* HDT). Jako przykład podaje się cyfrowe odwzorowanie systemu zarządzania szpitalem, gdzie poszczególni pacjenci są reprezentowani (np. pod względem lokalizacji, pozycji ciała, podstawowych parametrów życiowych), ale poza nimi w systemie przedstawione są też cyfrowe odpowiedniki procesów i przedmiotów, np. urządzeń medycznych¹⁹. Taki układ nie jest skupiony na HDT, a jedynie umieszcza je w pewnym kontekście i przedstawia jako zintegrowany komponent systemu lub procesu.

Po drugie, występują tzw. fizjologiczne cyfrowe bliźnięta człowieka (*physiological* HDT), które odwzorowują cyfrowo fizyczną kondycję rzeczywistej osoby na podstawie danych z jej organizmu. Może być to np. cyfrowy model układu kostno-mięśniowego określonej osoby tworzony na potrzeby prowadzenia i monitorowania rehabilitacji pourazowej²⁰.

¹⁶ Zob. M.W. Lauer-Schmaltz, P. Cash, J.P. Hansen, *et al.*, *Towards the Human Digital Twin: Definition and Design – A survey*, arXiv:2402.07922 [cs.HC], 3.02.2024, <https://arxiv.org/abs/2402.07922> (dostęp: 24.11.2024).

¹⁷ Definicja nawiązująca do wymienionych trzech elementów została zaproponowana przez M. Grievesa (*Virtually perfect: Driving innovative and lean products through product lifecycle management*, Space Coast Press, Cocoa Beach, FL 2011); por. M.E. Miller, E. Spatz, *A unified view of human digital twin*, „Human-Intelligent Systems Integration” 2022, vol. 4, s. 25–26, <https://link.springer.com/article/10.1007/s42454-022-00041-x> (dostęp: 24.11.2024).

¹⁸ Zob. M.W. Lauer-Schmaltz, P. Cash, J.P. Hansen, *et al.*, *Towards the Human Digital Twin...*

¹⁹ Zob. A. Shaked, *Modeling for Rapid Systems Prototyping: Hospital Situational Awareness System Design*, „Systems” 2021, vol. 9, issue 1, s. 12, <https://doi.org/10.3390/systems9010012> (dostęp: 24.11.2024).

²⁰ Zob. C. Pizzolato, D.J. Saxby, D. Palipana, *et al.*, *Neuromusculoskeletal modeling-based prostheses for recovery after spinal cord injury*, „Frontiers in Neurobotics” 2019, vol. 13, <https://doi.org/10.3389%2Ffnbot.2019.00097> (dostęp: 24.11.2024).

Po trzecie, cyfrowe bliźniaki mogą mieć charakter mechanistyczny (*mechanistic HDTs*), o ile odwzorowują jedynie fizjologiczne procesy funkcjonowania ludzkiego organizmu za pomocą modeli mechanistycznych, czyli wyjaśniających fizjologię jako wzajemne oddziaływania mniejszych części ciała, takich jak poszczególne komórki, tkanki i organy. Stąd ten rodzaj cyfrowych bliźniaków służy zwłaszcza do modelowania części ludzkiego organizmu w skali mikroskopowej. Obecnie na potrzeby prowadzenia badań i testowania procedur chirurgicznych tworzy się zaawansowane cyfrowe kopie serca pacjentów ze schorzeniami kardiologicznymi²¹. Publikowano także doniesienia o wykorzystaniu mechanistycznych HDT do odwzorowania komórek nowotworowych, co otwiera nowe możliwości prowadzenia badań i symulacji terapii onkologicznych już nie tylko *in vivo*, ale także *in silico*²². Ten sposób wykorzystania HDT będzie miał istotne znaczenie dla odkrywania i badania nowych leków (także personalizowanych, czyli dopasowanych do indywidualnego pacjenta i jego choroby).

Po czwarte, wyróżniamy też cyfrowe bliźniaki kognitywne (*cognitive HDTs*). Jak sugeruje nazwa, technologia może służyć do cyfrowego odwzorowania różnych cech poznawczych, takich jak zdolność przetwarzania informacji, pamięć, ekspresja językowa, zmęczenie umysłowe czy stres. Aspekty kognitywne są najtrudniejsze do cyfrowego modelowania, ponieważ większość z nich nie może być jeszcze mierzona przez sensory²³.

Należy zwrócić uwagę na kategorię rozszerzonych cyfrowych bliźniaków (*augmented digital twin*)²⁴ albo systemów cyfrowych bliźniaków, która także może znaleźć zastosowanie względem HDT. Taki system obejmuje, poza samym cyfrowym bliźniakiem, również jego otoczenie, relacje z innymi HDT oraz – w świecie rzeczywistym – osobę i jej otoczenie oraz relacje z innymi ludźmi, komunikację i interakcję pomiędzy nimi, wzajemne oddziaływanie. Taki rodzaj HDT może być istotny dla uwzględnienia kontekstu społecznego. Wyizolowany HDT może być niepełnym modelem, gdyż relacje z otoczeniem i innymi osobami mają znaczenie, choćby w kontekście zdrowia psychicznego i kondycji kognitywnej. Inne elementy, z którymi HDT wchodzi w interakcje, też powinny mieć swoje odzwierciedlenia cyfrowe. Dlatego niejednokrotnie pojawiają się pomysły umieszczania HDT w ramach takich środowisk, jak metawersum, gdzie możliwa byłaby wielopoziomowa interakcja osób i obiektów cyfrowych oraz rzeczywistych.

Jeśli chodzi o wizualizację, to HDT może mieć różną formę – na ogół stanowi jedynie pewną abstrakcyjną konstrukcję logiczną, odpowiadającą wielowymiarowemu zestawowi danych osobowych (np. dostępną poprzez aplikację monitorującą postępy w planie treningowym lub zdrowotnym). „Cyfrowe ja” może być też dostrzegalne

²¹ Zob. F. Viola, G. Del Corso, R. De Paulis, *et al.*, *GPU accelerated digital twins of the human heart open new routes for cardiovascular research*, „Scientific Reports” 2023, vol. 13, <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34098-8> (dostęp: 24.11.2024).

²² Zob. C. Baumgartner, *The world's first digital cell twin in cancer electrophysiology: A digital revolution in cancer research?*, „Journal of Experimental and Clinical Cancer Research” 2022, vol. 41, <https://doi.org/10.1186/s13046-022-02507-x> (dostęp: 24.11.2024).

²³ M.W. Lauer-Schmaltz, P. Cash, J.P. Hansen, *et al.*, *Towards the Human Digital Twin...*

²⁴ W. Shengli, *Is human digital twin...*

za pośrednictwem zaawansowanych interfejsów rzeczywistości rozszerzonej, które pozwalają na wizualizację HDT pod postacią awatara. Dzięki temu podczas wizyty lekarskiej w metawersum możliwe byłoby dosłowne zwizualizowanie pacjentowi przy pomocy jego HDT procesów zachodzących w organizmie. Zmiany w płucach pacjenta, które zaszły po rozpoczęciu przez niego palenia papierosów, przestałyby być abstrakcyjnym obrazkiem cudzych organów znanym tylko z opakowań wyrobów tytoniowych.

Podsumowując próbę wyjaśnienia, czym są cyfrowe bliźniaki człowieka, warto odwołać się do jednej z najnowszych zaproponowanych definicji wielod dziedzinowych HDT, syntezującej dotychczasowe poglądy wyrażone w literaturze. W zaproponowanym ujęciu HDT można zdefiniować jako „cyfrową reprezentację człowieka (lub określonego aspektu człowieka), która wykorzystuje dwukierunkowy strumień danych do bieżącej synchronizacji ze stanem człowieka oraz dostarcza informacji zwrotnych opartych na agregacji danych i przewidywaniach, które mają bezpośrednio (lub pośrednio) wpłynąć na jednostkę ludzką, użytkownika lub ich środowisko”²⁵.

4. Cyfrowe bliźniaki człowieka w zastosowaniach zdrowotnych i biomedycznych

Powyższe uwagi zmierzające do wyjaśnienia koncepcji cyfrowego bliźniaka człowieka (HDT) oraz przywołane przykłady wskazują na potencjał tej technologii w zastosowaniach biomedycznych – zarówno na poziomie badań klinicznych, jak i diagnostyki, leczenia, rehabilitacji oraz profilaktyki i monitorowania jakości życia w ochronie zdrowia. Analizy dość niewielkiego wciąż korpusu literatury z zakresu *computer science* i medycznej, dotyczącej HDT wykazują, że zastosowania biomedyczne są jednym z podstawowych kierunków dla rozwoju i zastosowania tej technologii²⁶. Przedmiotem dalszej dyskusji będzie specyfika wykorzystania HDT w tym obszarze.

Jedną z najważniejszych korzyści, jaką mogą przynieść HDT, jest znaczący postęp realizacji wizji medycyny personalizowanej. Termin oznacza rodzaj podejścia do procesu diagnostyczno-leczniczego, który dzięki bardzo precyzyjnym metodom, takim jak chociażby uwzględnienie indywidualnego genotypu osoby, pozwala ustalić różnice pomiędzy pacjentami i przebiegiem ich choroby a następnie dopasować terapię i leki do pacjenta, zamiast do samej jednostki chorobowej²⁷. Technologie HDT otwierają drogę medycynie personalizowanej dzięki możliwości dokładnego modelowania

²⁵ M.W. Lauer-Schmaltz, P. Cash, J.P. Hansen, *et al.*, *Towards the Human Digital Twin...*, s. 9.

²⁶ Zob. np. S. Elkefi, O. Asan, *Digital Twins for Managing Health Care Systems: Rapid Literature Review*, „Journal of Medical Internet Research” 2022, vol. 24, no. 8, <https://doi.org/10.2196/37641> (dostęp: 24.11.2024); T.M. Machado, F.T. Berssaneti, *Literature review of digital twin in healthcare*, „Heliyon” 2023, vol. 9, issue 9, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19390> (dostęp: 24.11.2024).

²⁷ T.A. Karkowski, D. Karkowska, P. Skoczylas, *Medycyna personalizowana a medycyna narracyjna*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2016, t. 17, z. 12, cz. 3, s. 86.

choroby *in silico* oraz symulacji różnych scenariuszy terapeutycznych. Zabiegi te pozwalają na identyfikację najbardziej efektywnej opcji leczenia dla konkretnego pacjenta, z uwzględnieniem jego kompleksowego profilu, odtworzonego dzięki HDT. Przykładowo, w onkologii wyzwaniem stanowi leczenie raka płuc ze względu na zmienne umiejscowienie nowotworu i niską celność metod podawania chemioterapeutyków. Dzięki HDT można jednak budować odwzorowania płuc i na tej podstawie symulować sposoby podania leku zwiększające jego efektywność²⁸. Takie zastosowanie HDT pozwala w sposób personalizowany monitorować i zarządzać także terapią chorób przewlekłych. HDT otwiera drogę do projekcji i przewidywania zmian stanu zdrowia w czasie rzeczywistym, co niesie ze sobą wiele korzyści, m.in. możliwość poddania pacjentów efektywnemu cyfrowemu triażowi²⁹. Nawet złożone decyzje terapeutyczne mogłyby być podejmowane przez lekarzy zdalnie³⁰, co znacząco poprawiłoby efektywność alokacji zasobów w ochronie zdrowia.

Personalizacja medycyny dzięki HDT może umożliwić postęp również w innych obszarach, takich jak diagnostyka i profilaktyka schorzeń na bardzo wczesnym etapie ich rozwoju. Można to osiągnąć dzięki integracji dużych zbiorów danych z wielu źródeł, poczynając od osobistych sensorów, rozproszonej dokumentacji medycznej, informacji genetycznych o pacjencie i jego krewnych aż po dane środowiskowe i epidemiologiczne, dotyczące innych, podobnych osób³¹. Możliwe jest też planowanie zaawansowanych operacji chirurgicznych dzięki modelowaniu cyfrowemu poszczególnych organów, co ma szczególne znaczenie np. w neurochirurgii³². HDT umożliwi precyzyjne monitorowanie postępów pacjenta w rehabilitacji oraz bieżące dostosowywanie jej do konkretnego przypadku. Zaawansowane techniki wizualizacji dzięki rzeczywistości wirtualnej pozwalałyby ponadto lepiej informować i edukować pacjentów na temat ich stanu zdrowia i planowanych przez lekarzy procedur medycznych³³.

Ogromne możliwości technologii HDT mogą być również wykorzystane przez przemysł farmaceutyczny oraz w badaniach klinicznych. Dzięki wysoce precyzyjnym HDT można wyeliminować wiele trudności wynikających z niezwykle kosztownego i długotrwałego procesu wynajdywania oraz sprawdzania skuteczności i bezpieczeństwa

²⁸ Zob. Y. Feng, X. Chen, M. Yang, *An in silico investigation of a lobe-specific targeted pulmonary drug delivery method*, w: *Proceedings of the 2018 Design of Medical Devices Conference*, ASME, New York 2018, <https://doi.org/10.1115/DMD2018-6928> (dostęp: 28.03.2024).

²⁹ K.P. Venkatesh, G. Brito, M.N. Kamel Boulos, *Health Digital Twins in Life Science and Health Care Innovation*, „Annual Review of Pharmacology and Toxicology” 2024, vol. 64, s. 164, <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-022123-022046> (dostęp: 28.03.2024).

³⁰ *Ibidem*, s. 164.

³¹ M. Cellina, M. Cè, M. Ali, *et al.*, *Digital Twins: The New Frontier for Personalized Medicine?*, „Applied Sciences” 2023, vol. 13(13), s. 2, <https://doi.org/10.3390/app13137940> (dostęp: 24.11.2024).

³² *Ibidem*, s. 7–8.

³³ Zob. A. Palanica, M.J. Docktor, A. Lee, Y. Fossat, *Using mobile virtual reality to enhance medical comprehension and satisfaction in patients and their families*, „Perspectives on Medical Education” 2019, vol. 8, issue 2, s. 123–127, <https://doi.org/10.1007/S40037-019-0504-7> (dostęp: 28.03.2024).

nowych substancji aktywnych lub sposobów ich efektywnego dostarczenia do celu w organizmie pacjenta³⁴. W badaniach klinicznych przeprowadza się już próby tworzenia cyfrowych grup kontrolnych pacjentów HDT, syntezowanych pod względem potrzebnych parametrów z zebranych wcześniej danych medycznych³⁵. Pozwala to nie tylko znacząco obniżyć koszty i przyspieszyć procedury, ale także obniżyć ryzyka i niedogodności związane z angażowaniem prawdziwych pacjentów. Istotną etycznie jest bez wątpienia możliwość eliminowania albo ograniczenia konieczności prowadzenia badań *in vivo* na zwierzętach³⁶.

5. Wyzwania filozoficzne

Wyzwania technologii HDT można i należy rozpatrywać na dwóch poziomach: filozoficznym i etyczno-prawnym (regulacyjnym). Po pierwsze, z ogólnej perspektywy filozoficznej i – w konsekwencji – filozoficznoprawnej zasadna jest refleksja pojęciowa wynikająca z zestawienia zmian technologicznych z zastaną społeczną i filozoficznopolityczną aksjologią. Po drugie, pojawia się praktyczna płaszczyzna wyzwań dla etyki i prawa, związana z koniecznością odniesienia się do implikowanych przez technologię istotnie nowych problemów albo możliwych zmian przedmiotu dotychczasowej regulacji.

5.1. Perspektywa ontologiczna i fenomenologiczna

Na poziomie filozoficznym (w tym filozoficznoprawnym) problematyki cyfrowych bliźniąt człowieka na plan pierwszy wysuwają się fundamentalne kwestie ontologiczne. HDT stanowi przykład technologii, która może prowadzić nie tylko do doświadczenia transgresji „ja” poza siebie, czy też poza ciało fizyczne do cyberprzestrzeni, ale także, poprzez swoją kompleksowość, wydaje się jeszcze mocniej niż dotychczasowe zjawiska wirtualne (np. generatywna SI) podnosić pytania o ludzką istotową odrębność. Dlatego pierwszym zasadniczym problemem, jaki technologia ta uwydatnia, jest sposób rozumienia „bycia” HDT w kontekście granicy między rzeczywistością a symulacją. Możliwe odpowiedzi obejmują spektrum możliwości, począwszy od ostrożnego stanowiska, że HDT są jedynie „reprezentacją” lub „rozszerzeniem” fizycznej osoby jako zbiór danych i urządzeń, poprzez możliwe rozważania ich odrębności jako „encji”,

³⁴ K.P.Venkatesh, G. Brito, M.N. Kamel Boulos, *Health Digital Twins...*, s. 162–163.

³⁵ Zob. C.K. Fisher, A.M. Smith, J.R. Walsh, *et al.*, *Machine learning for comprehensive forecasting of Alzheimer's disease progression*, „Scientific Reports” 2019, vol. 9, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49656-2> (dostęp: 24.11.2024).

³⁶ E.O. Popa, M. van Hilten, E. Oosterkamp, *et al.*, *The use of digital twins...*, s. 13.

czyli pewnych obiektów odzwierciedlonych w bazach danych³⁷, aż po mocne postulaty podmiotowej autonomii HDT jako nowych bytów. Na obecnym wczesnym etapie rozwoju HDT dominują stanowiska ostrożne, które próbują uniknąć wikłania się w konsekwencje rozważań ontologicznych. Ujmują one HDT jako twory o określonych atrybutach, intencjonalnie zaprojektowane do spełniania przewidzianych dla nich funkcji, redukując je do roli Ingardenowskich cieni rzeczywistości³⁸.

Powyższe stanowisko może być jednak trudne do utrzymania, jeśli wziąć pod uwagę perspektywę fenomenologiczną³⁹. Uwidacznia ona zasadniczy problem związany z postrzeganiem HDT przez człowieka. Jeśli w rozwoju HDT uwzględnić wykorzystanie sztucznej inteligencji oraz zaawansowanych awatarów (wirtualnych i fizycznych) do rozwoju HDT i ciągłej dwustronnej wymiany danych, to doświadczenie autonomii, a być może nawet moralnej podmiotowości cyfrowego bliźniaka w oczach człowieka może wykraczać poza percepcję „cyfrowego cienia” albo narzędzia. Sposób, w jaki pacjenci odbierają i doświadczają HDT, może mieć znaczenie nie mniejsze niż status i funkcjonalność samej technologii, wpływając na sposób doświadczania własnego „ja”, a w konsekwencji ludzkie samopoczucie i zaangażowanie w proces leczniczy. Można sobie wyobrazić choćby narastające poczucie alienacji od własnego ciała jako rezultat interakcji z HDT, a w konsekwencji być może nawet utratę poczucia kontroli i autonomii nad swoją tożsamością. Przykłady możliwych skutków takiego doświadczenia pojawiają się w przypadku realistycznych gier, w których używający awatarów gracze doświadczają poczucia obcości własnego „ja” i kryzysów tożsamości⁴⁰. Problemy te mogą narastać wraz z rozwojem coraz doskonalszych i pełniejszych kognitywnych HDT oraz interfejsów nadających im ludzki wygląd, w tym nawet robotycznych awatarów umożliwiających fizyczną obecność w rzeczywistym świecie. Na skutek interakcji z HDT również po stronie lekarzy i studentów kierunków medycznych może pojawić się analogiczny problem radykalnej zmiany w doświadczaniu pacjenta jako osoby, co mogłoby skutkować „leczeniem” danych zamiast człowieka. Aktualizowałoby to ryzyko postępującej dehumanizacji pacjenta⁴¹.

³⁷ „Obiekt (*encja*) jest przedmiotem (materialnym lub abstrakcyjnym), który może być wyróżniony i określony w świecie rzeczywistym, a także o którym chcemy przechowywać informacje.” P. Urbanowicz, M. Płonkowski, D. Urbanowicz, *Bazy danych – teoria i praktyka. Podręcznik dla studentów uczelni wyższych*, Wydawnictwo Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, Lublin 2010, s. 14.

³⁸ Zob. R. Ingarden, *Książeczka o człowieku*, Wydawnictwo Literackie, Kraków 1987, s. 16–17.

³⁹ Obszernie na temat fenomenologii technologii cyfrowych zob. A. Przegalińska, *Istoty wirtualne. Jak fenomenologia zmieniła sztuczną inteligencję*, Universitas, Kraków 2016.

⁴⁰ Zob. np. M. Daiiani, *Avatar Versus Self. The Correlation of Iranian Digital Role-Players with Self-Estrangement and Identity Crisis*, w: *2nd National and 1st International Digital Games Research Conference: Trends, Technologies, and Applications (DGRC)*, IEEE, Tehran 2018, s. 95–103, <https://doi.org/10.1109/DGRC.2018.8712059> (dostęp: 29.03.2024).

⁴¹ Na marginesie można zauważyć, że już dziś w edukacji medycznej powszechnie zastępuje się pacjentów fantomami – na razie głównie fizycznymi.

5.2. Perspektywa aksjologiczna: posthumanizm prawniczy i transhumanizm technologiczny

Powyższe uwagi wskazują na złożoność uwarunkowań postrzegania HDT oraz ich statusu w zestawieniu z podmiotowością ludzkiego bliźniaka. Problemy te dotyczą fundamentalnych zagadnień filozofii prawa i jego aksjologii. Tomasz Pietrzykowski przekonująco wskazuje, że podmiotowość prawna funkcjonuje na trzech poziomach tworzących całościowy obraz. Poza podstawowym poziomem normatywnym, definiującym koncepcje osoby fizycznej i prawnej oraz poziomem instytucjonalnych ról prawnych podmiotów prawnych (np. podatnik, pozwany, wyborca, pacjent), znajduje się fundamentalny poziom, na który składa się filozoficzna podbudowa porządku prawnego, „zespół filozoficznych założeń (...) wyznaczających rozumienie wspólnoty uczestników i beneficjentów porządku prawnego”⁴². Podbudowa filozoficzna obejmuje określone założenia aksjologiczne i ontologiczne, do których odwołują się prawodawcy. Aktualny paradygmat w tym zakresie wciąż silnie kształtuje humanizm prawniczy, który w parze z antropocentrycznym obrazem świata eksponuje w prawie wartość godności ludzkiej oraz uzasadnia prymat podmiotowości człowieka jako jedynej, za którą stoją niekwestionowane racje moralne⁴³. Humanizm prawniczy ulega jednak w ostatnich dekadach postępującej erozji, co odzwierciedla dyskusja o statusie moralnym i prawnym zwierząt, a także chimer i hybryd⁴⁴ oraz w coraz większym stopniu debata wokół różnego rodzaju agentów programowych, „istot wirtualnych”, awatarów albo encji takich, jak choćby HDT.

Rodzi się pytanie, jak można umiejscowić HDT w dyskusji dotyczącej przemian humanizmu prawniczego. Proponowane potencjalne zastosowania medyczne HDT rysują w chwili obecnej obraz człowieka i jego „cyfrowej kopii” jako spójnego tandemu, ale raczej o charakterze użytkowym, a nie symbiotycznym, jak w przypadku hybryd albo cyborgów. HDT jest cyfrowym rozszerzeniem pacjenta wykorzystywanym na potrzeby diagnostyki, projektowania i symulowania terapii oraz predykcji procesów organicznych. Na tle obecnych propozycji HDT może stanowić ulepszenie lub dodatek rozszerzający możliwości kontroli zdrowia człowieka, jednak niemodyfikujący jego cielesnej tożsamości w znaczeniu ontologicznym (choć inaczej można postrzegać tę kwestię, jak była mowa powyżej, z perspektywy fenomenologicznej). HDT nie wydaje się w obecnej konceptualizacji zjawiskiem radykalnie kwestionującym człowieczeństwo w takim stopniu, jak daleko idące i dziedziczące się modyfikacje genetyczne albo wynalezienie sztucznej superinteligencji (osobliwości). Reprezentuje jednak ulepszenie poprzez rozszerzenie dostępu do danych. Stąd HDT może

⁴² T. Pietrzykowski, *Ludzkie, niezbyt ludzkie. Esej o podmiotowości prawnej i wyzwaniach XXI wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2016, s. 80.

⁴³ Zob. *ibidem*, s. 55–77.

⁴⁴ Zob. *ibidem*, s. 93–129.

dostarczać argumentów na rzecz przekształceń humanizmu prawniczego w jednym z dwóch prawdopodobnych kierunków.

Po pierwsze, technologia ta może mieścić się w proponowanym przez T. Pietrzykowskiego tzw. humanizmie inkluzyjnym, czyli rozszerzeniu katalogu podmiotów poprzez przełamanie „zabobonu antropocentryzmu” i uznanie także innych racji moralnych (niż tylko biologiczna przynależność do gatunku *homo sapiens*) jako przemawiających za przyznaniem podmiotowości organizmom żywym (np. kręgowce) albo cyfrowym, takim jak HDT. Kryterium zaliczenia do kręgu podmiotów może być chociażby posiadanie psychologicznych zdolności porównywalnych do ludzkich⁴⁵. W tej koncepcji można więc znaleźć uzasadnienie dla przyznania HDT odrębnej podmiotowości, pod warunkiem osiągnięcia przez rozwój tej technologii odpowiedniego stadium, które pozwoliłoby spełnić założone kryterium podmiotowości (np. w wypadku kognitywnych HDT) i tym samym przesądzić o istnieniu racji moralnej przemawiającej za podmiotowością takiego bytu. Takie stanowisko byłoby jednak problematyczne przy dalszym zachowaniu użytkowego charakteru HDT wobec człowieka, zwłaszcza w medycynie, ponieważ wymagałoby przededefiniowania więzi między tymi dwoma podmiotami (człowiek i bliźniak cyfrowy) jako odzwierciedlających autonomię HDT.

Po drugie, dyskurs posthumanistyczny może z perspektywy rozwoju HDT zmierzać w kierunku transhumanizmu technologicznego, oznaczającego możliwość rozszerzenia człowieczeństwa na świat cyfrowy i integracji z nim. Jak wskazuje Adam Sulikowski: „myślenie transhumanistyczne recypuje optymizm i wiarę, że rewolucja informatyczna, mimo że wiąże się – a w zasadzie przez to, że wiąże się – z koniecznością daleko idących technocentrycznych przekształceń sposobów życia i myślenia, niesie z sobą szansę na poprawę kondycji jednostek i społeczeństw”⁴⁶.

Z tej perspektywy chodzi nie tyle o rozszerzenie kręgu podmiotów, ile raczej o redefinicję samego człowieczeństwa poprzez przyjęcie założenia postępującego zespolenia człowieka i technologii w nierozzerwalną całość i to na różnych poziomach – od użytkowego po biologiczny, ewolucyjny i cybernetyczny. Na końcu tej drogi znajduje się postczłowiek przedstawiany albo jako twór całkowicie syntetyczny (np. świadomość przełana cyfrowo do robotycznego ciała), albo jako rodzaj biologiczno-technicznej hybrydy lub cyborga. W obu przypadkach ostatecznie dochodzi do przełamania binaryzacji żywy – martwy w odniesieniu do takiego bytu⁴⁷. Z perspektywy koncepcji transhumanistycznej HDT nie stanowi odrębnego od swojego ludzkiego odpowiednika podmiotu moralnego i w konsekwencji prawnego; to raczej nowy człowiek, o rozszerzonych możliwościach cyfrowych, zachowuje swoją podmiotowość.

Powyższe konkluzje nie wykluczają wprowadzenia przez prawodawcę form podmiotowości prawnej HDT, podyktowanej racjami pragmatycznymi⁴⁸. Podmiotowość

⁴⁵ Zob. *ibidem*, s. 202–213.

⁴⁶ A. Sulikowski, *Posthumanizm a prawo*, Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego, Opole 2013, s. 130.

⁴⁷ *Ibidem*, s. 136.

⁴⁸ Zob. T. Pietrzykowski, *Ludzkie...*, s. 69–77.

taka mogłaby być choćby ograniczona instrumentalnie poprzez zdefiniowany zakres zdolności HDT w odniesieniu do realizacji celów na rzecz dobrostanu człowieka (działanie na rzecz zdrowia) lub poprzez zakres instytucjonalnych ról prawnych, np. pełnionych przez człowieka w metawersum.

6. Wyzwania etyczno-prawne

Sposób zdefiniowania zakresu możliwej podmiotowości HDT jako autonomicznej encji lub rozszerzenia zdolności człowieka jest istotny dla rozstrzygnięcia problemów praktycznych, w tym etycznych i prawnych. Wraz z rozwojem technologii HDT, która została zakwalifikowana jako jedna z dziesięciu strategicznych, wyłaniających się koncepcji nadchodzących lat⁴⁹, coraz częściej pojawiają się pytania o jej etyczne implikacje, za czym będą podążać analizy prawne dotyczące możliwej regulacji. Brak jest jednak solidnych ram etycznych wypracowanych na potrzeby tej technologii, które byłyby adekwatne dla jej kompleksowości, zwłaszcza jeśli uwzględnić zastosowania biomedyczne oraz związane z dobrostanem jednostek. W tym zakresie badaniom powinna podlegać także adekwatność dotychczasowej bioetyki do zastosowań HDT. Poniżej przedstawiono wybrane przykłady najważniejszych potencjalnych implikacji normatywnych tej technologii, które można antycypować na obecnym etapie jej rozwoju.

6.1. Prywatność i ochrona danych

Jednym z podstawowych i najwyraźniej dostrzegalnych problemów systemów ludzkich bliźniąt cyfrowych jest ochrona danych i prywatności. Aspekt ten jest decydujący dla rozwoju technologii, ponieważ będzie wpływać na poziom zaufania jednostek dla tworzenia cyfrowych bliźniąt. Jest to w dwojnasób istotne w odniesieniu do HDT tworzonych na potrzeby medyczne, ponieważ w Unii Europejskiej przetwarzanie szczególnej kategorii związanych z tym danych dotyczących zdrowia, danych genetycznych i biometrycznych jest co do zasady zakazane, a dopuszczalne jedynie w warunkach wyjątku⁵⁰.

W przypadku HDT opartych na konwergencji technologii, z których każda z osobna jest zależna od przetwarzania olbrzymiej liczby danych, może dojść do niespotykanej wcześniej koncentracji informacji dotyczących osoby. Nawet rozproszone zasoby danych, obejmujące nawyki i preferencje konsumenckie, pieczęłowicie zbierane i analizowane przez internetowe algorytmy i tworzące tzw. klony myślowe mogą stwarzać

⁴⁹ E.O. Popa, M. van Hilten, E. Oosterkamp, *et al.*, *The use of digital twins...*, s. 2.

⁵⁰ Zob. art. 9 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE (Dz. Urz. UE L 119 z 4.05.2016 r., s. 1).

istotne ryzyko dla autonomii i prywatności jednostki⁵¹. Tym bardziej ryzyko to jest większe, jeśli chodzi o bardziej ambitny projekt cyfrowej kompleksowej kopii człowieka. Skala koncentracji danych może nawet prowadzić do kontestacji dopuszczalności całego przedsięwzięcia, mimo że przynosi ze sobą ogromne potencjalne korzyści nie tylko dla zdrowia indywidualnego pacjenta. Pojawiają się poglądy, że bezprecedensowe możliwości zyskania obiektywnych porównywalnych danych dla całych populacji i ich wykorzystania, np. do pokonania chorób nowotworowych, uzasadnia nawet ograniczenie prywatności pacjenta w stosunku do obecnych standardów⁵². Stawką jest postęp badań epidemiologicznych, który będzie możliwy dzięki stworzeniu cyfrowych banków HDT (podobnych do biobanków), za pośrednictwem których dostępne byłyby porównywalne, wieloaspektowe i bardzo szczegółowe dane dotyczące licznych populacji⁵³. Aby zapewnić prywatność i bezpieczeństwo danych, w literaturze podnosi się konieczność tworzenia technologii HDT wdrażających narzędzia bezpieczeństwa i prywatności, takie jak choćby pseudonimizacja lub anonimizacja danych, już na etapie projektowania ich programowej architektury, np. poprzez oddzielenie osobowych profili użytkowników od danych w ich HDT i osobne przechowywanie tych danych z pomocą technologii *blockchain*⁵⁴.

6.2. Jakość i własność danych

Ochrona prywatności i bezpieczeństwa nie rozwiązuje jednak wszystkich problemów dotyczących danych. Aby móc spełniać swoje funkcje w ochronie zdrowia, HDT muszą opierać się na wysokiej jakości aktualnych i precyzyjnych danych⁵⁵. Wpływa to na bezpieczeństwo interakcji między człowiekiem a jego HDT, zwłaszcza w zakresie dostarczanych przez bliźniaka cyfrowego informacji zwrotnych, przewidywań i wspomaganie decyzji. Jest to istotne, zwłaszcza gdy wziąć pod uwagę doświadczenia ludzkie związane z tendencją do bezkrytycznej realizacji błędnych sugestii znacznie zaawansowanych algorytmów wspomagających, takich jak nawigacja drogowa⁵⁶. Regulacje dotyczące HDT powinny w tym zakresie tworzyć standardy dla dostawców lub operatorów technologii, także co do obowiązku kontroli jakości i legalności źródeł danych. Wadliwe dane mogą spowodować, że podejmowane na podstawie informacji otrzymanych od HDT decyzje (także przez lekarza) mogą mieć krytyczne konsekwencje.

⁵¹ Zob. J. Truby, R. Brown, *Human digital thought clones: the Holy Grail of artificial intelligence for big data*, „Information & Communications Technology Law” 2020, vol. 30, issue 2, s. 140–168, <https://doi.org/10.1080/13600834.2020.1850174> (dostęp: 24.11.2024).

⁵² E.O. Popa, M. van Hilten, E. Oosterkamp, et al., *The use of digital twins...*, s. 15–16.

⁵³ K.P. Venkatesh, G. Brito, M.N. Kamel Boulos, *Health Digital Twins...*, s. 167–168.

⁵⁴ Zob. M.W. Lauer-Schmaltz, P. Cash, J.P. Hansen, et al., *Towards the Human Digital Twin...*

⁵⁵ Zob. *ibidem*.

⁵⁶ Zob. np. H. Schonebaum, *Google sued for negligence after man drove off collapsed bridge while following map directions*, Associated Press, 20.09.2023, <https://apnews.com/article/google-maps-lawsuit-north-carolina-death-f4707247ee3295bf51bbcb37bd0eb6c8> (dostęp: 28.03.2024).

Powyższy problem łączy się ściśle z kwestiami prywatnoprawnej (i ewentualnie karnej) odpowiedzialności podmiotowej za wadliwe działanie HDT, zwłaszcza że poprawne działanie technologii zależy od wielu czynników: funkcjonowania sensorów, działania algorytmów (problem wyjaśnialności i stronniczości⁵⁷), technologii przetwarzania, gromadzenia i bezprzewodowego transferu danych. Konsolidacja „usługi” poprzez określenie konkretnego operatora lub dostawcy HDT mogłaby pomóc w określeniu podmiotu odpowiedzialnego i ustaleniu rozkładu ryzyka między zaangażowanymi stronami: dostawcą (technologii lub miejsca na serwerze), ewentualnym operatorem HDT (np. placówką medyczną) a pacjentem. Podobnie problematyczna może stać się kwestia odpowiedzialności za ewentualne błędy medyczne, zarówno w przypadku nieskorzystania przez lekarza z podpowiedzi algorytmów HDT, jak i oparcia na nich ostatecznie błędnej decyzji⁵⁸. W tym miejscu nasuwa się pytanie o stosunek prawny jednostki do jej HDT – czy ma ona być właścicielem danych lub całego HDT jako pewnej wirtualnej tożsamości?⁵⁹ Czy w przypadku medycznych (lub innych naukowych) odkryć dzięki badaniom *in silico* na poszczególnych HDT możliwa jest komercjalizacja takich wyników i jaki powinien być udział w niej poszczególnych zainteresowanych podmiotów? Nie bez znaczenia jest tu przyjęta przez prawodawcę koncepcja podmiotowości HDT.

6.3. Autonomia pacjenta

Mimo wskazanych wyżej problemów, zasady bioetyczne i prawne dotyczące autonomii i praw pacjenta mają pierwszeństwo przed rozważaniami wynikającymi ze specyfiki zastosowania nawet bardzo kompleksowej technologii wspomaganie opieki medycznej. Przy założeniu aktualności oparcia aksjologii systemu prawnego na paradygmacie posthumanistycznym, podtrzymującym fundamentalne racje moralne dla podmiotowości człowieka, z prawnego punktu widzenia procedura uzyskania przez lekarza zgody poinformowanej (ang. *informed consent*) powinna być nadal stosowana. Pozostaje ona aktualna mimo dynamicznej charakterystyki technologii, która polega na nieustannym przekazywaniu danych w czasie rzeczywistym i korzystaniu przez personel z predykcji proponowanych przez algorytmy SI⁶⁰. Wraz ze zgodą w gestii autonomicznej decyzji pacjenta powinna pozostać możliwość ograniczenia zakresu

⁵⁷ Zob. M. Araszkiewicz, *Sztuczna inteligencja i prawo do wyjaśnienia*, „Trzeci Sektor” 2018, nr 44(4), s. 35–48, <https://doi.org/10.26368/17332265-044-4-2018-3> (dostęp: 28.03.2024).

⁵⁸ E.O. Popa, M. van Hilten, E. Oosterkamp, *et al.*, *The use of digital twins...*, s. 16.

⁵⁹ Zob. C. De Maeyer, P. Markopoulos, *Are digital twins becoming our personal (predictive) advisors?*, w: *Human Aspects of IT for the Aged Population. Healthy and Active Aging*, eds. Q. Gao, J. Zhou, Springer, Cham 2020, s. 262, 265.

⁶⁰ Zob. I.G. Cohen, *Informed Consent and Medical Artificial Intelligence: What to Tell the Patient?*, „The Georgetown Law Journal” 2020, vol. 108, s. 1425–1469, https://www.law.georgetown.edu/georgetown-law-journal/wp-content/uploads/sites/26/2020/06/Cohen_Informed-Consent-and-Medical-Artificial-Intelligence-What-to-Tell-the-Patient.pdf (dostęp: 24.11.2024).

zbieranych i wykorzystywanych danych, wycofania się z używania technologii, w tym żądanie usunięcia cyfrowego bliźniaka, także na wypadek śmierci, albo przeciwnie – zachowania i przekazania go do celów badawczych⁶¹.

Problematyczne w praktyce może okazać się ograniczenie dostępu do danych, np. w przypadku czasowego zaprzestania ich dostarczania przez pacjenta (np. poprzez czasową rezygnację z noszenia na ciele sensorów), gdyż takie indywidualne decyzje mogą stać na przeszkodzie realizacji wymogu zapewnienia aktualności i wysokiej jakości danych. W sensie medyczno-prawnym te uprawnienia pacjenta nie powinny jednak budzić wątpliwości, zwłaszcza zważywszy na intruzywny charakter technologii, dotyczącej jego tożsamości fizycznej i psychicznej. Ostatecznie jednak analiza fenomenologiczna doświadczenia własnego HDT powinna być także wzięta pod uwagę, co może upoważniać prawodawcę nawet do wyjątkowej paternalistycznej ingerencji regulacyjnej w postaci ograniczeń korzystania z HDT z uwagi na ochronę dobrostanu jednostki. Przykładowo, wskazuje się, że HDT może doprowadzić do zewnętrznej delegacji funkcji kognitywnych człowieka, gdy to cyfrowa kopia zamiast biologicznego oryginału dokonuje coraz większej liczby czynności, np. pośredniczy w interakcjach społecznych czy podpowiada prawie każdą decyzję. W tym czasie człowiek może tracić wiele kompetencji społecznych i kognitywnych z powodu braku ich praktykowania⁶².

7. Podsumowanie

Powyższy zarys implikacji etyczno-prawnych technologii HDT, ze względu na ograniczone ramy redakcyjne, nie oddaje w pełni złożoności poruszonych przykładów ani nie odnosi się do wszystkich ważnych implikacji społecznych, np. dotyczących dyskryminacji i sprawiedliwej dystrybucji korzyści z technologii w ramach równego dostępu do świadczeń medycznych⁶³ czy też krytyki technologii HDT jako nowej odsłony rozwijającej się algorytmicznej eksploatacji ludzi przez korporacje⁶⁴.

Cyfrowe bliźnięta człowieka (HDT) to fascynujący przykład konwergencji licznych najnowszych technologii komputerowych, biomedycznych i sztucznej inteligencji, tworzących łącznie podstawy pod kolejny przełom w wielu dziedzinach, takich jak biomedycyna. Skala możliwości i zagrożeń płynących z wdrożenia diskutowanych tu rozwiązań wydaje się wykraczać poza aspekty czysto praktyczne, ale ma bez wątpienia charakter fundamentalny, dotyczący nie tylko etyki, ale przede wszystkim aksjologicznych i ontologicznych podstaw porządku społecznego. Jednakże sama technologia, na

⁶¹ Zob. C. De Maeyer, P. Markopoulos, *Are digital twins...*, s. 262, 265.

⁶² D. de Kerckhove, *The personal digital twin, ethical considerations*, „Philosophical Transactions of the Royal Society A” 2021, vol. 379, issue 2207, s. 6–9, <https://doi.org/10.1098/rsta.2020.0367> (dostęp: 28.03.2024).

⁶³ K.P. Venkatesh, G. Brito, M.N. Kamel Boulos, *Health Digital Twins...*, s. 166; por. E.O. Popa, M. van Hilten, E. Oosterkamp, *et al.*, *The use of digital twins...*, s. 17.

⁶⁴ D. de Kerckhove, *The personal digital twin...*, s. 9.

obecnym wczesnym etapie swojego rozwoju, nie determinuje jednoznacznie zmiany paradygmatu humanizmu prawniczego w kierunku posthumanizmu inkluzyjnego lub transhumanizmu technologicznego. Aktualnie wydaje się, że przynajmniej na pierwszym etapie rozwoju HDT może dominować drugi z wymienionych nurtów, nawiązujący do doświadczenia cyfrowo rozszerzonego „ja”, zwłaszcza w kontekście rozwiązań sektorowych w medycynie. Za szczególnie istotne zagadnienie należy jednakże uznać widoczny z perspektywy fenomenologicznej potencjalny wpływ HDT na doświadczenie siebie i swojej tożsamości przez człowieka, w tym pacjenta.

Potencjalne rozszerzenie technologii HDT na wszelkie sfery i aspekty życia ludzkiego może w związku z tym doprowadzić do doświadczenia ogólnego (a już nie tylko medycznego) cyfrowego bliźniaka w sposób bardziej integralny i odrębny tożsamościowo. Subiektywne doświadczenie podmiotowości „innego” (HDT) będzie z kolei ostatecznie sprzyjać pojawieniu się racji za jej formalnym lub choćby moralnym przyznaniem. Przedstawione przykłady problemów etyczno-prawnych mogą *prima facie* prowadzić do wniosku, że konieczna będzie jedynie mniejsza lub większa rewizja obowiązujących reguł. Jednak to stosunek człowieka do technologii, własnego ciała i tożsamości, wypracowany w doświadczeniu „innego ja”, ostatecznie podyktuje konieczne rozwiązania etyczne i prawne, a być może zakwestionuje aktualność dotychczasowych podstawowych pojęć prawoznawstwa w zakresie podmiotowości i konstrukcji prawa medycznego oraz praw pacjenta.

Summary

Tomasz Widłak

Pygmalion's Digital Dream: An Outline of Legal-Philosophical Problems of Human Digital Twins in Medical Applications

This article aims to synthetically present the technological and social framework of a new groundbreaking Human Digital Twin (HDT) technology and to outline the key related legal-philosophical problems, including ontological and phenomenological aspects with regard to problem of legal subjectivity and status of HDT. Due to the universal nature of this technology and the breadth of related issues, the scope of discussion is limited to examples of applications in healthcare and medicine, with a presentation of opportunities and threats in this field. There is also an analysis of selected, most important, examples of potential ethical and legal problems that constitute a challenge for the existing and future regulation in such areas as privacy and data protection, quality and ownership of data, and patient's autonomy. In conclusions, attention is drawn to the fact that changes resulting from this groundbreaking technology go beyond purely practical aspects and touch upon the philosophical foundations of the legal order. As such, HDT technology at the currently early stage of its development does not unequivocally determine the direction of change of the paradigm of legal humanism towards inclusive postmodernism or technological transhumanism. In this context, the emphasis is on the need to consider the phenomenological perspective of the HDT experience, which perspective may become the most important factor determining the possible conceptual changes in law and jurisprudence. Apart

from the discussion, the article contains an extensive presentation of extant literature on HDT in the area of computer science. In legal literature there have not been any studies on HDT from the jurisprudential perspective so far.

Keywords: digital twin, personalized medicine, artificial intelligence, new technologies law, healthcare law, transhumanism, digital clone

Literatura

- Araszkiewicz M., *Sztuczna inteligencja i prawo do wyjaśnienia*, „Trzeci Sektor” 2018, nr 44(4), s. 35–48, <https://doi.org/10.26368/17332265-044-4-2018-3> (dostęp: 28.03.2024).
- Baumgartner C., *The world's first digital cell twin in cancer electrophysiology: A digital revolution in cancer research?*, „Journal of Experimental and Clinical Cancer Research” 2022, vol. 41, <https://doi.org/10.1186/s13046-022-02507-x> (dostęp: 24.11.2024).
- Cellina M., Cè M., Ali M., et al., *Digital Twins: The New Frontier for Personalized Medicine?*, „Applied Sciences” 2023, vol. 13(13), <https://doi.org/10.3390/app13137940> (dostęp: 24.11.2024).
- Cimino C., Negri E., Fumagalli L., *Review of digital twin applications in manufacturing*, „Computers in Industry” 2019, vol. 113, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103130> (dostęp: 24.11.2024).
- Cohen I.G., *Informed Consent and Medical Artificial Intelligence: What to Tell the Patient?*, „The Georgetown Law Journal” 2020, vol. 108, s. 1425–1469.
- Coorey G., Figtree G.A., Fletcher D.F., et al., *The health digital twin to tackle cardiovascular disease – a review of an emerging interdisciplinary field*, „NPJ Digital Medicine” 2022, vol. 5, <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00640-7> (dostęp: 24.11.2024).
- Daiiani M., *Avatar Versus Self. The Correlation of Iranian Digital Role-Players with Self-Estrangement and Identity Crisis*, w: *2nd National and 1st International Digital Games Research Conference: Trends, Technologies, and Applications (DGRC)*, IEEE, Tehran 2018, s. 95–103, <https://doi.org/10.1109/DGRC.2018.8712059> (dostęp: 29.03.2024).
- Davidson D., *Knowing one's own mind*, „Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association” 1987, vol. 60, no. 3, s. 441–458, <https://doi.org/10.2307/3131782> (dostęp: 28.03.2024).
- De Maeyer C., Markopoulos P., *Are digital twins becoming our personal (predictive) advisors?*, w: *Human Aspects of IT for the Aged Population. Healthy and Active Aging*, eds. Q. Gao, J. Zhou, Springer, Cham 2020.
- Descartes R., *Rozprawa o metodzie*, przeł. T. Boy-Żeleński, przedm. F. Kierski, De Agostini, Warszawa 2002.
- Elkefi S., Asan O., *Digital Twins for Managing Health Care Systems: Rapid Literature Review*, „Journal of Medical Internet Research” 2022, vol. 24, no. 8, <https://doi.org/10.2196/37641> (dostęp: 24.11.2024).
- Feng Y., Chen X., Yang M., *An in silico investigation of a lobe-specific targeted pulmonary drug delivery method*, w: *Proceedings of the 2018 Design of Medical Devices Conference*, ASME, New York 2018, <https://doi.org/10.1115/DMD2018-6928> (dostęp: 28.03.2024).

- Fisher C.K., Smith A.M., Walsh J.R., et al., *Machine learning for comprehensive forecasting of Alzheimer's disease progression*, „Scientific Reports” 2019, vol. 9, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49656-2> (dostęp: 24.11.2024).
- Graves R., *Mity greckie*, przeł. H. Krzeczkowski, Wydawnictwo vis-à-vis/Etiuda, Kraków 2012.
- Grieves M., *Virtually perfect: Driving innovative and lean products through product lifecycle management*, Space Coast Press, Cocoa Beach, FL 2011.
- Haag S., Anderl R., *Digital twin – Proof of concept*, „Manufacturing Letters” 2018, vol. 15, Part B, s. 64–66, <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2018.02.006> (dostęp: 24.11.2024).
- Ingarden R., *Książeczka o człowieku*, Wydawnictwo Literackie, Kraków 1987.
- Karkowski T.A., Karkowska D., Skoczylas P., *Medycyna personalizowana a medycyna narracyjna*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2016, t. 17, z. 12, cz. 3, s. 85–96.
- Kerckhove de D., *The personal digital twin, ethical considerations*, „Philosophical Transactions of the Royal Society A” 2021, vol. 379, issue 2207, s. 6–9, <https://doi.org/10.1098/rsta.2020.0367> (dostęp: 28.03.2024).
- Kumar Phanden R., Sharma P., Dubey A., *A review on simulation in digital twin for aerospace, manufacturing, and robotics*, „Materials Today: Proceedings” 2021, vol. 38, part 1, s. 174–178, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.446> (dostęp: 24.11.2024).
- Lauer-Schmaltz M.W., Cash P., Hansen J.P., Maier A., *Towards the Human Digital Twin: Definition and Design – A survey*, arXiv:2402.07922 [cs.HC], 3.02.2024, <https://arxiv.org/abs/2402.07922> (dostęp: 24.11.2024).
- Machado T.M., Berssaneti F.T., *Literature review of digital twin in healthcare*, „Heliyon” 2023, vol. 9, issue 9, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19390> (dostęp: 24.11.2024).
- Madubuike O.C., Anumba C.J., Khallaf R., *A review of digital twin applications in construction*, „Journal of Information Technology in Construction” 2022, vol. 27, s. 145–172, <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2022.008> (dostęp: 24.11.2024).
- Miller M.E., Spatz E., *A unified view of human digital twin*, „Human-Intelligent Systems Integration” 2022, vol. 4, s. 25–26, <https://link.springer.com/article/10.1007/s42454-022-00041-x> (dostęp: 24.11.2024).
- Palanica A., Docktor M.J., Lee A., Fossat Y., *Using mobile virtual reality to enhance medical comprehension and satisfaction in patients and their families*, „Perspectives on Medical Education” 2019, vol. 8, issue 2, s. 123–127, <https://doi.org/10.1007/S40037-019-0504-7> (dostęp: 28.03.2024).
- Parandowski J., *Mitologia*, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań 1987.
- Pietrzykowski T., *Ludzkie, niezbyt ludzkie. Esej o podmiotowości prawnej i wyzwaniach XXI wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2016.
- Pizzolato C., Saxby D.J., Palipana D., et al., *Neuromusculoskeletal modeling-based prostheses for recovery after spinal cord injury*, „Frontiers in Neurorobotics” 2019, vol. 13, <https://doi.org/10.3389/fnbot.2019.00097> (dostęp: 24.11.2024).
- Popa E.O., van Hilten M., Oosterkamp E., Bogaardt M.-J., *The use of digital twins in healthcare: socio-ethical benefits and socio-ethical risks*, „Life Sciences Society and Policy” 2021, vol. 17.
- Przegalińska A., *Istoty wirtualne. Jak fenomenologia zmieniła sztuczną inteligencję*, Universitas, Kraków 2016.
- Putnam H., *The meaning of “meaning”*, Minneapolis 1975, <https://hdl.handle.net/11299/185225> (dostęp: 28.03.2024).

- Schonebaum H., *Google sued for negligence after man drove off collapsed bridge while following map directions*, Associated Press, 20.09.2023, <https://apnews.com/article/google-maps-law-suit-north-carolina-death-f4707247ee3295bf51bbcb37bd0eb6c8> (dostęp: 28.03.2024).
- Schwab K., *The Fourth Industrial Revolution*, Crown Publishing Group, New York 2017.
- Shaked A., *Modeling for Rapid Systems Prototyping: Hospital Situational Awareness System Design*, „Systems” 2021, vol. 9, issue 1, <https://doi.org/10.3390/systems9010012> (dostęp: 24.11.2024).
- Shengli W., *Is human digital twin possible?*, „Computer Methods and Programs in Biomedicine Update” 2021, vol. 1, <https://doi.org/10.1016/j.cmpbup.2021.100014> (dostęp: 24.11.2024).
- Singh M., Srivastava R., Fuenmayor E., et al., *Applications of Digital Twin across Industries: A Review*, „Applied Sciences” 2022, vol. 12(11), <https://doi.org/10.3390/app12115727> (dostęp: 24.11.2024).
- Stabryła S., *Złote jabłka Afrodyty. Greckie legendy o miłości*, Czytelnik, Warszawa 2007.
- Sulikowski A., *Posthumanizm a prawo*, Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego, Opole 2013.
- Truby J., Brown R., *Human digital thought clones: the Holy Grail of artificial intelligence for big data*, „Information & Communications Technology Law” 2020, vol. 30, issue 2, s. 140–168, <https://doi.org/10.1080/13600834.2020.1850174> (dostęp: 24.11.2024).
- Urbanowicz P., Płonkowski M., Urbanowicz D., *Bazy danych – teoria i praktyka. Podręcznik dla studentów uczelni wyższych*, Wydawnictwo Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, Lublin 2010.
- Venkatesh K.P., Brito G., Kamel Boulos M.N., *Health Digital Twins in Life Science and Health Care Innovation*, „Annual Review of Pharmacology and Toxicology” 2024, vol. 64, <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-022123-022046> (dostęp: 28.03.2024).
- Viola F., Del Corso G., De Paulis R., et al., *GPU accelerated digital twins of the human heart open new routes for cardiovascular research*, „Scientific Reports” 2023, vol. 13, <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34098-8> (dostęp: 24.11.2024).
- Voosen P., *Europe builds ‘digital twin’ of Earth to hone climate forecasts*, „Science” 2020, vol. 370, issue 6512, s. 16–17, <https://doi.org/10.1126/science.370.6512.16> (dostęp: 24.11.2024).
- Wang B., Zhou H., Li X., et al., *Human Digital Twin in the context of Industry 5.0*, „Robotics and Computer-Integrated Manufacturing” 2024, vol. 85, <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2023.102626> (dostęp: 24.11.2024).
- Wang J., Yang C., Zhao Y., Ji S., *The Advancements and Prospects of Digital Twin Technology in the Military Domain*, w: *Proceedings of 2023 11th China Conference on Command and Control. C2 2023. Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol. 1124, Chinese Institute of Command and Control, Singapore 2024, s. 207–217, https://doi.org/10.1007/978-981-99-9021-4_21 (dostęp: 23.03.2024).