



ISSN 2080-1807

TORUŃSKIE STUDIA BIBLIOLOGICZNE  
2023, nr 1 (30)

**Aleksandra Czastkiewicz**

Wydział Filozofii i Socjologii

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

e-mail: [aleksandra.czastkiewicz@gmail.com](mailto:aleksandra.czastkiewicz@gmail.com)

# **(Nie)widzialne wyzwania, wirtualne rozwiązania: technologia VR a odnajdywanie się w przestrzeni przez osoby z niepełnosprawnością wzroku**

DOI: <http://dx.doi.org/10.12775/TSB.2023.002>

**STRESZCZENIE:** Samodzielne przemieszczanie się jest jednym z przejawów autonomii, ważnej m.in. dla samopoczucia czy przekonania o własnej sprawczości danej jednostki. Pytanie, czy kreujemy rzeczywistość, nadal pozostaje otwarte, ale niewątpliwy jest fakt, że działamy w pewnej interakcji ze środowiskiem, a przy użyciu technologii chcemy doświadczenie obecności w świecie rozszerzać i modyfikować, co zresztą dzieje się nieuchronnie. Celem tekstu jest próba eksploracji dostępnych sposobów odnajdywania się w przestrzeni osób z niepełnosprawnością wzroku i przywołanie refleksji na ten temat. W artykule przedstawiona zostanie definicja wirtualnej rzeczywistości (VR), a także koncept echolokacji. Autorka tekstu podejmuje również próbę opisu relacji między osobą z niepełnosprawnością a środowiskiem postrzeganym przestrzennie z uwzględnieniem tego, jak środowisko VR może wpływać na umiejętności postrzegania informacji przestrzennych i odnajdywania się w otoczeniu.

**SŁOWA KLUCZOWE:** Virtual Reality (VR), echolokacja, niepełnosprawność wzrokowa, orientacja przestrzenna, dostępność

## Wstęp

Świat zaopatruje nas w niezliczoną ilość informacji, które często pozostają bez uświadomienia jednostki na nie wystawionej. Pojawienie się pewnych niepełnosprawności może powodować ograniczenie lub zmianę kanałów ich docierania i skłaniać do poszukiwania alternatywnych ścieżek dostępu do nich.

Co istotne, Światowa Organizacja Zdrowia szacuje, że odsetek występujących niepełnosprawności stale rośnie<sup>1</sup>. Według *Raportu „Widzimy nie tylko oczami”*<sup>2</sup> już w 2014 r. prawie 3 miliony osób mierzyło się z pewną dysfunkcją wzroku, a dodatkowo 42 tysiące twierdziło, że są całkowicie pozbawieni możliwości widzenia. Należy ponadto pamiętać, że przywołane statystyki dotyczą tylko mieszkańców Polski, a sytuacja z roku na rok rozwija się niepokojąco. Można więc postawić pytanie, w jaki sposób osoby z niepełnosprawnością wzrokową odnajdują drogę w przestrzeni fizycznej i wirtualnej. Odpowiedź na powyższe jest głównym celem niniejszego artykułu, który autorka stara się zrealizować poprzez przegląd dostępnych narzędzi oraz literatury przedmiotu. Analiza zostaje dodatkowo poszerzona o refleksje własne, planowane do rozwoju w obrębie swojej praktyki badawczej oraz stanowiące podstawę do zaproponowania systemu nabywania zdolności przestrzennych i ich transferu pomiędzy środowiskiem wirtualnym a fizycznym.

Jeśli chodzi o deficyt w obrębie narządu wzroku, wydawać by się mogło, że osoba go doświadczająca ma bardzo ograniczone możliwości odbierania wskazówek ze środowiska zewnętrznego, także w kontek-

---

<sup>1</sup> *Disability* [online] [dostęp 27 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>.

<sup>2</sup> Wspomniane informacje opierają się na danych GUS przywołanych w: *Raport „Widzimy nie tylko oczami”* [online]. Warszawa 2020 [dostęp 10 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://pzn.org.pl/wp-content/uploads/2020/12/Raport-Widzimy-nie-tylko-oczami.pdf>.

ście nawigacji. Zwykle w społeczeństwie kojarzona jest bowiem z białą laską (ang. *whitecane*), często decyduje się też na asystę osoby widzącej lub wyszkolonego psa<sup>3</sup>. Zwraca się szczególną uwagę na posługiwanie się zmysłem dotyku, za pomocą którego są odbierane informacje haptyczne. Niemniej obalono przy tym utrzymujący się długo mit o specjalnym „zmyśle przeszkód”, który miał się przejawiać uwrażliwieniem twarzy na subtelne zmiany ciśnienia atmosferycznego wyrażające odległości względem obiektów – w zamian za to wskazuje się na niezwykle umiejętności słuchowe czy też związane z falami dźwiękowymi<sup>4</sup>. Ze względu na objętość artykułu sylwetka osoby z niepełnosprawnością wzroku (dalej: OzNW) została nakreślona wybiórczo, bez wnikania w szczegóły związane chociażby z czasem utraty wzroku. Okres życia, w którym wystąpiła niepełnosprawność, wraz z innymi czynnikami wpływa na ogólne umiejętności OzNW i jej wybór sposobu poruszania się<sup>5</sup>. W dalszej części artykułu autorka postara się nakreślić pokrótce, jak mogą wyglądać tego typu relacje osoby niewidomej ze środowiskiem postrzeganym przestrzennie (ang. *spatial environment*)<sup>6</sup>.

Jak już zostało nadmienione, środowisko akustyczne (często określane w literaturze jako ang. *soundscape*), uzupełnione o wskazówki chociażby haptyczne, staje się bogatą bazą informacji potrzebnych ludziom do funkcjonowania i doświadczania „bycia w świecie”<sup>7</sup>, zwłaszcza jeśli nie mają dostępu do sygnałów wzrokowych. Wydaje się to szczególnie ważnym aspektem w kontekście poszukiwania nowych, efektywnych metod wsparcia OzNW w celu zwiększenia ich bezpieczeństwa i ogólnego komfortu życia. W dalszej części artykułu czyteln-

---

<sup>3</sup> K. Miler-Zdanowska, *Wykorzystanie nowych technologii w orientacji przestrzennej osób z niepełno-sprawnością wzroku*, „Interdyscyplinarne Konteksty Pedagogiki Specjalnej” 2017, nr 18, s. 59–72.

<sup>4</sup> M. Paplińska, *Neurodydaktyka dla tyflopomagiki – zachwyty czy ostrożna inspiracja? Opisowo-krytyczna analiza źródeł*, „Forum Pedagogiczne” 2022, nr 1, s. 199–211.

<sup>5</sup> M. Kilian, M. Paplińska, *Nauczanie orientacji przestrzennej osób niewidomych i słabo widzących z niepełnosprawnością złożoną*, „Niepełnosprawność i Rehabilitacja” 2009, nr 1, s. 101–114; K. Miler-Zdanowska, dz. cyt., s. 59–72.

<sup>6</sup> Refleksja na temat *spatial environment* z perspektywy językowo-znaczeniowej, uwzględniająca zmiany środowiska, zaproponowana została w artykule: T. Tenbrink, *What spatial environments mean*, „Journal of Spatial Information Science” 2020, nr 20, s. 57–63.

<sup>7</sup> J.Y. Hong i in., *Spatial Audio for Soundscape Design: Recording and Reproduction*, „Applied Sciences” 2017, nr 7 (6), s. 627.

nicy zapoznają się z bazowymi informacjami na temat VR i orientacji przestrzennej w tym przypadku.

## Mętne pojęcie VR

Dla dalszego rozumienia tematu należy zacząć od zdefiniowania pojęcia VR. Wirtualna rzeczywistość (ang. *Virtual Reality*, dalej: VR) to termin określający swego rodzaju symulowane doświadczenie, które cechuje poczucie tzw. immersyjności, rozumianej jako zanurzenie. Najpopularniejszymi zastosowaniami technologii zaopatrującej w takowe doświadczenia są różnego typu gry, w których użytkownik aktywnie porusza się w trójwymiarowym świecie, a zanurzenie zapewniane jest na przykład poprzez odpowiednie gogle czy hełmy, pozwalające na odbieranie różnych bodźców<sup>8</sup>. Oprócz gier technologia VR znajduje zastosowanie w medycynie (np. rehabilitacja), coraz częściej spełnia również funkcję przestrzeni do przeprowadzania szkoleń, wycieczek muzealnych czy do tworzenia wizualizacji inżynierskich<sup>9</sup>.

Niemniej choćby początkowy fragment definicji hasła *Rzeczywistość wirtualna* z polskojęzycznej wersji Wikipedii – Wolnej Encyklopedii wydaje się najlepiej odzwierciedlać jego powszechne rozumienie. Mianowicie jest „[...] to OBRAZ sztucznej rzeczywistości stworzony przy wykorzystaniu technologii informatycznej. [...]”<sup>10</sup>. Na co semantycznie kładziony jest nacisk w przytoczonym sformułowaniu (tak

---

<sup>8</sup> I. Bosman i in., *The effect of audio on the experience in virtual reality*, „Behaviour & Information Technology” 2024, nr 43 (1), s. 165–199.

<sup>9</sup> Zob. K. Korniejenko, *Wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości jako nowoczesnego narzędzia wsparcia w kształceniu inżynierów*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej” 2018, nr 58, s. 31–40; M. Carrozzino, M. Bergamasco, *Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums*, „Journal of Cultural Heritage” 2010, nr 11 (4), s. 452–458; T. Zaal, *Towards Inclusivity: Virtual Reality Museums for the Visually Impaired*, Utrecht 2022 [online] [dostęp 13 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: [https://studenttheses.uu.nl/bitstream/handle/20.500.12932/42535/Master\\_Thesis\\_VR\\_for\\_Visually\\_Impaired\\_Tycho\\_Zaal\\_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://studenttheses.uu.nl/bitstream/handle/20.500.12932/42535/Master_Thesis_VR_for_Visually_Impaired_Tycho_Zaal_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y); M. Pruszyńska i in., *Zastosowanie interfejsów wirtualnych i innych cyfrowych technologii w rehabilitacji*, Łódź 2022.

<sup>10</sup> Wyróżnienie w cytacie dokonane zostało przez autorkę niniejszego artykułu. Oryginalna definicja: *Wirtualna Rzeczywistość* [online] [dostęp: 10 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Rzeczywistość\\_wirtualna](http://pl.wikipedia.org/wiki/Rzeczywistość_wirtualna).

jak w większości innych) – przestrzenie wirtualne definiuje się przez pryzmat modalności wzrokowej, stawiając ją jako nadrzędną wobec innych i wręcz wymaganą, by czynnie partycypować w takim środowisku, czy też po prostu wynosić z niego jakąkolwiek korzyść. Tak określone założenia z pewnością wykluczają wiele grup społecznych. Jak jednak wskazuje Jason Jerald<sup>11</sup>, wirtualna rzeczywistość jako pewna reprezentacja elementów świata realnego i/lub całkowicie fikcyjnego może być doświadczana poprzez zróżnicowane zmysłowo bodźce wygenerowane komputerowo. Jednocześnie często pomija się fakt, że obok tworzenia przestrzeni wzrokowej odpowiednio tworzony jest przecież tzw. świat akustyczny<sup>12</sup>.

Jak się okazuje, chociaż wzrok dominuje u znacznej części użytkowników i użytkowniczek, a także wydaje się głównym obiektem zainteresowania twórców środowisk cyfrowych, to VR może sprawdzić się u osób, które dotyka pewien deficyt w tej materii, a więc u osób z niepełnosprawnością wzroku.

## **Czy poznanie to działanie? Relacje między OzNW a środowiskiem postrzegającym przestrzennie**

Co jest pewne – poznanie to działanie, więc można powiedzieć, że doświadczenia człowieka tworzone są przez niego w pewnej interakcji czy też wspólnie z otoczeniem, a to, w jaki sposób ta interakcja jest nawiązywana, może się po prostu różnić. Jak mawiał chociażby James Gibson, percepcja i działanie przenikają się, tworząc swego rodzaju pętlę<sup>13</sup>. Kluczowe wydaje się zatem dostrzeżenie niezmienników i afordancji (dla ścisłości terminologicznej, jeśli chodzi o VR, można skłaniać

---

<sup>11</sup> J. Jerald, *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*, USA 2015.

<sup>12</sup> J. Zadrozny, *Wirtualna i rozszerzona rzeczywistość – czyli oszukiwanie zmysłów* [online] [dostęp 15 lutego 2023]. Dostępny w World Wide Web: <http://trakt.org.pl/wirtualna-i-rozszerzona-rzeczywistosc-czyli-oszukiwanie-zmyslow-jacek-zadrozny/>.

<sup>13</sup> M. Walkiewicz-Krutak, *Aktywna i pasywna echolokacja jako element percepcji słuchowej i orientacji przestrzennej osób niewidomych*, „Niepełnosprawność. Dyskursy pedagogiki specjalnej” 2019, nr 34, s. 11–25.

się ku teleafordancjom<sup>14</sup>, biorąc pod uwagę również rolę samego poczucia ciała). Te w zasadzie można rozumieć jako zapisane częściowo w naszym środowisku, częściowo wytwarzane, a dla jednostki w tym samym czasie istotne w konkretnym kontekście i w sposób naturalny rozpoznawalne. Można więc w uproszczeniu powiedzieć, że eksploracja warunkuje w pewnym sensie ludzkie poznanie.

Wskazują na to chociażby Luigi F. Cuturi i współpracownicy: „Kiedy poruszamy się po środowisku, naszym głównym celem jest znalezienie drogi, czyli osiągnięcie dobrej nawigacji przestrzennej [tłum. aut.]”<sup>15</sup>. Jak zostało wspomniane na początku, sądzi się, że osoby bez deficytu (lub z niewielkim deficytem) w obrębie wzroku, by osiągnąć ten cel, używają głównie sygnałów odbieranych przez receptory w postaci oczu. W ich przypadku, chociażby w celu komunikacji, maszynaria słuchowa również odgrywa istotną rolę zarówno przy odbieraniu, jak i wytwarzaniu dźwięków (mowa). Czasem kierujemy się także zapachami czy wrażeniami dotykowymi. Jednak można powiedzieć, że to wzrok, w przypadku osób bez deficytu, jest ich przewodnikiem po świecie i podstawą do stworzenia mapy mentalnej, pewnej reprezentacji środowiska w umyśle.

Sytuacja osób z niepełnosprawnością wzroku jest zgoła inna. Może wystąpić wiele ograniczeń (ich zintensyfikowanie będzie powiązane z nasileniem i czasem wystąpienia niepełnosprawności czy z czasem i przebiegiem samego procesu rehabilitacji), mogą też zależeć od skomplikowania eksplorowanego lub potencjalnie odwiedzanego środowiska (brak ujednoliconej przestrzeni architektonicznej, intensyfikacja ruchu na ulicach). Z większą pieczołowitością niż osoby bez deficytu muszą one planować podróż, zapoznawać się z terenem, być świadome potencjalnych przeszkód<sup>16</sup>. Jedyną więc opcją, by poruszać się swobodnie i przy tym mieć poczucie bezpieczeństwa oraz samodzielności, jest uzyskanie dostatecznych informacji z otoczenia i/lub o otoczeniu

---

<sup>14</sup> Więcej informacji o koncepcji teleafordancji zob. J. Waligórski, *Koncepcja teleafordancji – o sposobie istnienia afordancji (i nie tylko) w środowisku wirtualnym 3D*, „Kultura i Historia” 2022, nr 1 (41), s. 1–17.

<sup>15</sup> L.F. Cuturi i in., *From science to technology: Orientation and mobility in blind children and adults*, „Neuroscience & Biobehavioral Reviews” 2016, nr 71, s. 240–251.

<sup>16</sup> K. Miler-Zdanowska, dz. cyt., s. 59–72.

za pomocą innych zmysłów. Dalsza treść artykułu skupi się w większej mierze na sygnałach akustycznych.

Mówiąc o orientacji przestrzennej, warto wspomnieć, że jest to proces dwuelementowy (na co wskazuje m.in. Kamila Miler-Zdanowska<sup>17</sup>):

- po pierwsze: określenie własnej pozycji w relacji z innymi obiektami obecnymi w danym środowisku (jest to więc aspekt ściśle powiązany z procesami umysłowymi, o ile takowe można oddzielić od ruchu) – ale warto wspomnieć, że często i tutaj wyróżnia się oprócz tej całkowitej lokalizacji (ang. *absolute location*, względem nas) również lokalizację relatywną, tzn. obiekt względem innych obiektów (ang. *relation location*)<sup>18</sup>;
- po drugie: przemieszczanie się, a więc fizyczny komponent względem rzeczoności wcześniej, bardziej „umysłowej”.

Orientacja przestrzenna nie będzie jednak swoimi efektami ograniczona tylko do poruszania się po nowym miejscu. Ma ona wpływ na różne sfery codziennego życia – od prostych czynności przygotowania posiłku, poruszania się po własnym domu czy w różnych sytuacjach związanych z pracą w „krajobrazie zawodowym”<sup>19</sup>. Polski Związek Niewidomych<sup>20</sup> jako konsekwencje deficytu wzroku, oprócz utrudnionego poruszania się samego w sobie, wskazuje m.in. na utrudnioną partycypację w akcie komunikacji wyrażanej także cieleśnie (np. mimika), ale i implikowaną utratę anonimowości, zależność od innych czy dezorganizację w sferze psychicznej.

Orientacja przestrzenna jest więc jednym z przejawów samodzielności, a ta umiejętność samodzielności – elementem konstytutywnym „zdrowej” tożsamości. Jej ograniczenie może powodować m.in. wykluczenie z niektórych aktywności życia społecznego, kulturalnego itd., co może nieść zgubne skutki dla samopoczucia oraz dalszego rozwoju

---

<sup>17</sup> Tamże.

<sup>18</sup> L.F. Cuturi i in., dz. cyt., s. 240–251.

<sup>19</sup> *Osoba z niepełnosprawnością wzrokową w pracy. Poradnik dla pracodawców* [online]. Warszawa 2019 [dostęp 17 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://www.gov.pl/attachment/7563e43e-87b9-41e1-91f9-fb8f364a870b>.

<sup>20</sup> E. Łukasik, *Jakie straty niesie za sobą brak wzroku* [online] [dostęp 20 lutego 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://pzn.org.pl/jakie-straty-niesie-ze-soba-brak-wzroku/>.

i życia jednostki. Dlatego warto, by każdy miał dostęp do skutecznego odnajdywania się w środowisku.

## **(Nie)codzienne zdolności organizmu**

Przechodząc już głębiej do tematu odbierania bodźców z otoczenia, należy zauważyć, jak pokazują badania, że nawigacja przestrzenna, a raczej „współrzędne”, z których korzysta mózg człowieka, „składają się z amodalnych przestrzennych reprezentacji otoczenia, tj. reprezentacji, które niekoniecznie zachowują określone właściwości modalności, za pomocą której transmitowany jest sygnał, co może być zatem wykorzystane do pomyślnej nawigacji przestrzennej [tłum. aut.]”<sup>21</sup>. Stanowi to argument za plastycznością mózgu i idącymi za nią zaskakującymi właściwościami ludzkiego poznania, bez względu na dostępne zmysły oraz inne uwarunkowania organizmu. Co ciekawe, u osób niewidomych występuje rzeczywiste przetwarzanie odebranej informacji dźwiękowej na obraz przestrzenny, co zaobserwowano, porównując aktywność kory wzrokowej podczas mechanizmu wzrokowego postrzegania świata u osób bez dysfunkcji z działalnością opartą na echolokacji u grupy, którą cechuje niepełnosprawność wrodzona lub nabyta sprzed piątego roku życia<sup>22</sup>.

## **Słuch a echolokacja**

Zarówno słuch, jak i echolokacja to metody postrzegania dźwięków, zatem należy zwrócić uwagę na to, co sprawia, że się różnią. Słuch określa się jako „bazowy” ludzki zmysł i tym samym wrodzony mechanizm, dzięki któremu człowiek odbiera bodźce akustyczne za pomocą ucha. Fale dźwiękowe są odpowiednio przetwarzane przez elementy narządu słuchowego, a informacje z otrzymanych w ten sposób bodźców

---

<sup>21</sup> Jak twierdzą autorzy pracy L.F. Cuturi i in., dz. cyt., s. 240–251, powołując się na: J.M. Loomis i in., *Representing 3D space in working memory: spatial images from vision, hearing, touch, and language*, [w:] *Multisensory Imagery*, New York 2013, s. 131–155.

<sup>22</sup> M. Paplińska, dz. cyt., s. 199–211.



docierające do mózgu interpretowane są jako dźwięki o konkretnych właściwościach<sup>23</sup>. Na podstawie tego osoba jest w stanie wydobyć informacje o tym, że nieopodal przejechał autobus, a nawet przewidzieć, w którym kierunku zmierza itp.

Echolokacja natomiast jest techniką nabytą, pomagającą w poruszaniu się. Określanie położenia swojego czy obiektu jest w tym sposobie możliwe poprzez „nasłuchiwanie” echa, a może bardziej właściwie – odbiór fal akustycznych odbijanych od otaczającego elementu środowiska<sup>24</sup>. Pozwala na precyzyjne przypisanie rozmiaru, krawędzi, gęstości czy kształtu obiektom znajdującym się naokoło osoby z niej korzystającej, kierując się przy tym np. tłumieniem czy głośnością odbieranego sygnału<sup>25</sup>.

Echolokację można więc traktować jako pewną strategię odnajdywania się w środowisku, wymaga ona oczywiście treningu, przy którym kładzie się nacisk m.in. na ograniczenie zależności dotykowej, czyli zaprzestanie opierania się na informacji pochodzącej z badania dotykiem ścian czy innych elementów oraz włączenie innej formy korzystania z białej laski<sup>26</sup>. Jednak nie jest to technika dostępna jedynie dla tych, którzy mają deficyty w zakresie widzenia lub są wyjątkowo wyposażeni biologicznie. Echolokację może wyćwiczyć każda osoba, która nie ma poważniejszych problemów ze słuchem. Warto wiedzieć, że w Polsce powstał projekt EchoVis zakładający opracowanie metodologii nauczania i w konsekwencji stworzenie trzech różnopoziomowych aplikacji do nauki echolokacji<sup>27</sup>. Co ciekawe, istnieją także próby przy-

---

<sup>23</sup> *Kompendium Aktywna echolokacja dla osób z dysfunkcją wzroku* [online]. Kraków 2019 [dostęp 15 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: [https://firr.org.pl/wp-content/uploads/2020/06/02\\_compendium\\_pl.pdf](https://firr.org.pl/wp-content/uploads/2020/06/02_compendium_pl.pdf).

<sup>24</sup> B. Yirka, *Virtual reality study shows echolocation in humans not just about the ears* [online] 12.11.2014 [dostęp: 25 lutego 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://phys.org/news/2014-11-virtual-reality-echolocation-humans-ears.html>.

<sup>25</sup> Zob. M. Paplińska, dz. cyt., s. 199–211; M. Walkiewicz-Krutak, dz. cyt., s. 11–25.

<sup>26</sup> *Kompendium Aktywna echolokacja...*, dz. cyt.

<sup>27</sup> Zob. E. Krajczyńska, *Polska aplikacja nauczy niewidomych echolokacji* [online] [dostęp 13 lutego 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://naukawpolsce.pl/aktualnosci/news%2C31542%2Cpolska-aplikacja-nauczy-niewidomych-echolokacji.html>; P. Witek i in., *Echolokacja – mit czy istotny element rehabilitacji osób z niepełnosprawnością wzroku*, [w:] *Tyflopedagogika wobec współczesnych potrzeb wspomagania rozwoju, rehabilitacji i aktywizacji społecznej*, Warszawa 2017, s. 239–252.

pisania dźwięków kolorom czy kształtom (w kontekście linii – długości i kierunku), do których jednak należy podchodzić z odpowiednim dystansem<sup>28</sup>.

Za Małgorzatą Walkiewicz-Krutak warto przytoczyć również podział echolokacji Tima Johnsona<sup>29</sup>. Można wyróżnić zatem:

- echolokację pasywną (bierną) – w której osoba opiera się na dźwiękach, które dochodzą do niej „bez wymuszenia”, z wyznacznie z przestrzeni, w której się znajduje, i dodatkowo interpretuje je w odniesieniu do pozostałych jej własności. Jest to sposób niewymagający specjalnego uczenia, najbardziej naturalny i tym samym popularny. Przykładem pośrednim będą tu także odgłosy wywoływane mimowolnie (traktowane niekiedy jako odgłosy półaktywne), takie jak szelest ubrań, co jest pomocne szczególnie w rozróżnianiu i identyfikacji dużych obiektów dających ogólny ogląd przestrzeni<sup>30</sup>;
- echolokację aktywną – tożsamą z celowym użyciem konkretnego sygnału tak, by później móc wykorzystać jego odbicie (echo) od otaczających obiektów. Jest to emisja dźwięków (m.in. o odpowiedniej częstotliwości), często przy wykorzystaniu wybranej techniki ich produkowania, np. przypominająca „klaskanie”, przy czym pomocne jest, jeśli źródło (zwykle człowiek, ale też, o czym będzie mowa później, wspierające go urządzenie) znajduje się na linii prostej z „identyfikowanym obiektem”. Osobą szczególnie zasłużoną w tym zakresie, która powołała do życia swoją własną metodę *Flash Sonar*, jest Daniel Kish.

## **Orientacja w przestrzeni i mobilność – przykłady systemów**

Należy zaznaczyć, że tradycyjne metody (takie jak wsparcie zapewnio-  
ne przez widzącego ludzkiego asystenta, pomoc psa przewodnika oraz  
bezpośrednie korzystanie ze zmysłów, którego przykładem jest doty-

---

<sup>28</sup> M. Paplińska, dz. cyt., s. 199–211.

<sup>29</sup> M. Walkiewicz-Krutak, dz. cyt., s. 11–25.

<sup>30</sup> Zob. P. Witek i in., dz. cyt., s. 239–252.

kowa eksploracja warstw mapy wybranych powierzchni czy ww. echo-  
lokacja) w świetle stałego rozwoju technologicznego zostają uzupeł-  
nione i/lub zmodyfikowane. Wiele z nich mimo rozpowszechnionego,  
szerokiego zastosowania może samoistnie zaopatrywać OzNW w in-  
formacje w sposób nieprecyzyjny. Ważne więc, by adaptacja do środo-  
wiska opierała się na poznaniu polisensorycznym – wykorzystującym  
bogactwo zmysłów. Dodatkowo nie należy zapominać o roli, jaką od-  
grywa już na wczesnych etapach tego procesu wspierające środowisko  
(rodzinne itp.) czy też właściwa osoba odpowiedzialna za proces tyflo-  
dydaktyczny<sup>31</sup>. W kontekście niniejszego opracowania istotnym aspek-  
tem jest również otwartość każdej z tych grup osób wobec innowacji  
technologicznych mających potencjał wzbogacenia życia OzNW.

Wśród wspomnianych modyfikacji istnieją różne systemy wspie-  
rające niezależność w zakresie odnajdywania się w środowisku (w li-  
teraturze wskazuje się też na termin cyfrowych technologii orientacji  
i mobilności – ang. *orientation and mobility digital technologies*), które  
zaopatrują w informacje dotyczące przestrzeni zarówno z wyprzedze-  
niem, jak i na miejscu (na żywo). Wiele z nich jest wykorzystywanych  
do planowania tras i nawigacji w formie aplikacji lub nakładek na nie.  
Do skorzystania z nich wystarcza zwykły, podstawowy smartfon, któ-  
ry jest w zasięgu możliwości większości osób.

W codziennych sytuacjach osoby z niepełnosprawnością wzroku  
mogą skorzystać z dwóch głównych kategorii rozwiązań technologicz-  
nych: ETA (ang. *Electronic Travel Aids*) i EOA (ang. *Electronic Orientation  
Aids*)<sup>32</sup>. Przykłady pierwszej kategorii to narzędzia, które wykrywają  
przeszkody, np. laska UltraCane. Natomiast co do EOA – najpopularniej-  
sze w tej kategorii są różnego rodzaju aplikacje, wśród nich te dotyczą-  
ce udogodnień dla transportu publicznego czy bazujące na GPS. W gru-  
pie tych ostatnich wyróżniamy uniwersalne, czyli np. Mapy Google, oraz  
dedykowane, np. Seeing Assistant. W obu przypadkach użytkownik czy  
użytkowniczka zostają kierowani wskazówkami przez wibracje, ale  
również informację dźwiękową i/lub głosową. Wiele z takich aplikacji

---

<sup>31</sup> E. Śmiechowska-Petrovskij, *Technologie wspomagające w warsztacie pracy  
instruktorów orientacji przestrzennej osób niewidomych*, „Forum Pedagogiczne” 2022,  
nr 1, s. 173–198.

<sup>32</sup> Tamże.

opiera się również na informacji tekstowej i mechanizmach czytników ekranu. Systemy te nie zawsze będą przydatne, co jest spowodowane zarówno kwestiami technicznymi, jak i brakiem specjalnej infrastruktury. Niemniej ich zadaniem jest albo prowadzić użytkowników, albo zwiększać ich wiedzę o odwiedzanym miejscu czy ścieżce.

W dyskursie na ten temat można spotkać się z terminem nie tyle wirtualnej (o której będzie mowa później), ile rozszerzonej rzeczywistości. Dla przykładu: dodatkowa „nakładka”, jaką jest Seeing Assistant, będzie opisywać wybrane elementy, położenie<sup>33</sup>. Podczas poruszania informuje osobę korzystającą o odległości i kierunku, w którym należy zmierzać do wcześniej zaplanowanego celu, a także o tym, jakie obiekty (np. kawiarnia czy przystanek) znajdują się w otoczeniu tej osoby. Rozszerza to więc zakres informacji ze środowiska, które otrzymuje osoba korzystająca z aplikacji, aplikacja zaś funkcjonuje w tym zakresie podobnie jak ciepły przewodnik opowiadający świat lub zmodyfikowana audiodeskrypcja w wydaniu na żywo. Istnieją ciekawe opcje, uzupełnione o ważne informacje w okresach zachorowań, takie jak Super Lidar, która działa na zasadzie wizji komputerowej, opiera się też na mechanizmach, popularnej coraz bardziej, sztucznej inteligencji<sup>34</sup>. Na podstawie widoku z aparatu telefonu informuje np., w jakiej odległości powinien być użytkownik, by zachować dystans społeczny, o tym, czy ludzie wokół mają zakrytą twarz, np. maską. Jeśli chodzi o podstawową i najbardziej potrzebną funkcjonalność, to jest nią podawanie informacji o odległości: wyższy ton koresponduje z większym dystansem od przeszkody, niższy warunkuje przeszkodę, która jest obok. Oprócz tego siła wibracji telefonu także jest zależna – rośnie z wielkością przeszkody. Nieco podobnym, ale bardziej rozbudowanym rozwiązaniem są inteligentne okulary Envision oparte na Google Glass Enterprise Edition 2. Nie tyle pozwalają „dostosować się” do otoczenia, a w pełni są dedykowane OzNW. Tworzą kompleksowy produkt w takim sensie, że zawierają kamerę, mikrofon oraz słuchawkę uzupełnio-

---

<sup>33</sup> N. Guerrón i in., *Sensitive interfaces for blind people in virtual visits inside unknown spaces*, „International Journal of Human-Computer Studies” 2020, nr 133, s. 13–25.

<sup>34</sup> W celu zaznajomienia się ze specyfikacją aplikacji zob. *Super Lidar – Lidar for Blind* [online] [dostęp 20 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://apps.apple.com/us/app/super-lidar-lidar-for-blind/id1543706309>.

ne o syntezator mowy (który uniezależnia konfigurację od osób trzecich) i – podobnie jak poprzednie rozwiązanie – są wspierane przez AI. Są one także kompatybilne z aplikacją EnvisionAI (rozpoznającą obiekty i podającą informacje w postaci słownego opisu) oraz umożliwiają połączenie z „ludzkim” asystentem, który pomoże w trudnej sytuacji (zdalny dostęp do kamery tych okularów otrzymywany jest przez dedykowaną aplikację). Sam użytkownik może sterować okularami za pomocą gestów, co jest naturalne dla osób niewidomych. Rolą Envision Glasses jest wsparcie takie jak m.in. analiza sceny pod kątem światła, obecnych kolorów czy tekstu, a nawet szukanie obiektów czy twarzy. Wygodne jest to, że część ich funkcjonalności (np. rozpoznawanie banknotów) działa bez dostępu do Internetu. W tym momencie aspekt finansowy może być barierą w ich powszechnym stosowaniu, ale dzięki pełnemu zaadaptowaniu do języka polskiego wydają się atrakcyjną propozycją wsparcia życia codziennego<sup>35</sup>.

Systemy takie jak ww. mają za zadanie pomóc w stworzeniu struktur mentalnych, pewnych map poznawczych, jednak do tego osoby niewidome potrzebują konkretnej, wystarczającej ilości informacji, wtedy dopiero te reprezentacje są tak skuteczne, równie dobre, jak u osób posługujących się wzrokiem.

## **Postrzeganie przestrzeni a audio-VR**

Mówienie o wirtualnej rzeczywistości w kontekście środowiska związanego z dźwiękiem może wydawać się kontrowersyjne i kojarzyć się, czy też być mylnie utożsamiane z czynnością słuchania muzyki przez słuchawki. Dlaczego zatem mówi się o rozwiązaniach audio-VR? Wspomniane słuchanie muzyki jest pewną czynnością, ale także wycinkiem tego, co dzieje się w świecie, który bezpośrednio nie zaopatruje człowieka we wskazówki w interakcji ze środowiskiem. Z drugiej strony różne systemy, które niejako przypiszemy do kategorii VR dla osób z niepełnosprawnością wzroku, dają wgląd lub inaczej odzwierciedlają poszczególne elementy, a raczej ich relacje i powiązania, tworząc rze-

---

<sup>35</sup> *Envision Glasses, czyli inteligentne okulary* [dostęp 9 stycznia 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://bon.uw.edu.pl/envision-glasses-czyli-inteligentne-okulary/>.

czywiście albo rozszerzenie, albo niemal pełną symulację świata rzeczywistego.

W kontekście wykorzystania takich systemów można mówić o dwóch rolach: 1) orientacji w realnie istniejącym pomieszczeniu czy trasie (w tym jako symulator do nauki, planowania samodzielnej podróży w nieznannej przestrzeni, a nawet jako rozwiązanie do diagnozy i obserwacji umiejętności OzNW przez specjalistów) lub 2) dostosowaniu różnego rodzaju gier w sposób dostępny także dla użytkownika/użytkownicy z deficytem wzroku. Jeśli chodzi o drugie z zastosowań, wart uwagi jest m.in. prototyp gry *The Enclosing Dark: A VR Auditory Adventure*<sup>36</sup> czy pozycja *The Last Of Us Part 2*<sup>37</sup>. Ciekawostką jest w tym temacie kreacja *Blind*, która akurat nie jest tak dostosowana, jednak symuluje doświadczenie „bycia osobą niewidomą” dla osób bez niepełnosprawności. Podobnie jak pierwsza z nich, na co wskazują twórcy, wykorzystuje echolokację<sup>38</sup>.

W obu aspektach to, co istotne, to proces uczenia i orientacji w przestrzeni, który można podzielić na trzy główne kroki. Na początku osoba wchodzi w interakcję z punktami orientacyjnymi i wskazówkami w środowisku VR, następnie dzięki temu gromadzi informacje przestrzenne, później potencjalnie pomocne w konstruowaniu mapy poznawczej, którą na końcu można zastosować w rzeczywistej przestrzeni<sup>39</sup>.

Systemy VR, określane jako dostępne w kontekście osób z deficytem wzroku, kompensują poprzez dotykowe i/lub dźwiękowe sprzężenie zwrotne. Jeśli chodzi o „dotyk”, wrażenie powodowane jest poprzez bezpośrednią interakcję z wirtualnym obiektem (np. teksturą), co umożliwia wykrywanie sztucznych reprezentacji rzeczywistych

---

<sup>36</sup> A. Gluck, J. Brinkley, *Implementing 'The Enclosing Dark': A VR Auditory Adventure*, „Journal on Technology & Persons with Disabilities” 2020, nr 8, s. 149–159.

<sup>37</sup> *The Last of Us 2 – Blind Accessibility Review* [online] [dostęp 26 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://caniplaythat.com/2020/06/18/the-last-of-us-2-review-blind-accessibility/>.

<sup>38</sup> *Blind* [online] [dostęp 14 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://store.steampowered.com/app/406860/Blind/>.

<sup>39</sup> O. Lahav, *Virtual Reality Systems as an Orientation Aid for People Who Are Blind to Acquire New Spatial Information*, „Sensors” [online] 2022, nr 4 (22), 1307 [dostęp 7 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/4/1307>.

obiektów czy zaznaczenie pewnej charakterystycznej akcji<sup>40</sup>. Urządzenia niosące haptyczny feedback obejmują głównie standardowe kontrolery, takie jak Wii firmy Nintendo (po odpowiednim dopasowaniu jako Virtual Cane), czy bardziej zbliżone do rzeczywistości białe laski z sensorami. Przykładem może być koncept firmy Microsoft, która w swoim rozwiązaniu VR-owym zaproponowała kontroler w formie laski doczepianej do pasa. Jej właściwości pozwalają, by osoba mogła korzystać z preferowanej przez siebie techniki bez większego skrępowania<sup>41</sup>. Dzięki tej formie narzędzie umożliwia otrzymywanie informacji charakterystycznych dla mechanizmu akcji wyuczonej w naturalnym środowisku – „stukania” laską.

Jeśli chodzi o bodźce akustyczne, badacze i projektanci starają się oddać to, co już jest znane. Systemy te wykorzystują technologie audio, które pozwalają na generowanie dźwięków o różnej intensywności i kierunkowości, co sprawia, że osoba z nich korzystająca doświadcza uczucia zanurzenia w przestrzeni. Podobnie jak popularne na jednej z platform streamingowych filmiki z dźwiękiem 5.1, niemal przenoszące „słuchaczy” w inne otoczenie. Odbiór tych własności przestrzeni umożliwiają przede wszystkim słuchawki, ale i głośniki czy specjalne hełmy (w które mogą być wbudowane m.in. czujniki odczytujące pozycję głowy użytkownika/użytkowniczki). Takie bodźce dźwiękowe pozwalają skupić się na kierunku i odległości, co jest później wykorzystywane jako wskazówki lub punkty orientacyjne.

Jak wspomniano wyżej, dla osób niewidomych pomocny będzie feedback audiohaptyczny. W celu efektywnego wdrożenia naturalne wydaje się wykorzystanie mechanizmów obecnych w powszechnych rozwiązaniach. Rzeczony prototyp *The Enclosing Dark* oraz inne obecne systemy wykorzystują często trzy rodzaje audio<sup>42</sup>.

Po pierwsze, mówi się o dźwięku przestrzennym (ang. *spatial audio*). Dzięki wbudowanym w urządzenie do odbierania VR słu-

---

<sup>40</sup> Tamże.

<sup>41</sup> A.F. Siu i in., *Virtual Reality Without Vision: A Haptic and Auditory White Cane to Navigate Complex Virtual Worlds*, [w:] *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '20)*, New York: Association for Computing Machinery [online] [dostęp 20 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://doi.org/10.1145/3313831.3376353>.

<sup>42</sup> A. Gluck, J. Brinkley, dz. cyt., s. 149–159.

chawkom i dodatkowo na podstawie informacji o pozycji głowy użytkownika/użytkowniczki tworzy się środowisko – jak sama nazwa wskazuje – przestrzenne. Dzięki temu sposobowi wykorzystania dźwięków i nieświadomemu porównywaniu tego, co dociera do jej prawego, a co do lewego ucha, osoba korzystająca jest w stanie określić ich kierunek w stosunku do swojej pozycji (np. przed lub po boku), co ma bezpośredni wpływ na tworzenie mapy mentalnej. Być może w tym aspekcie w przyszłości zostanie rozwinięte zastosowanie dodatkowych, już obecnie dostępnych, możliwości urządzeń HMD (gogli VR) – śledzenia mimiki, lokalizacji palców czy łokci<sup>43</sup>. Mogłoby to potencjalnie zapewnić niewidomemu użytkownikowi jeszcze większy poziom immersji.

Kolejny rodzaj to symulowana, „wirtualna” echolokacja, powiązana niekiedy z wykonaniem konkretnej akcji (w grze może być to np. aktywne użycie pistoletu), która w następstwie zapewnia odbicie się dźwięku. Producenci takich rozwiązań podkreślają, że jest to pewnego rodzaju symulacja techniki, jednak korzyść, jaka wynika z jej użycia, pozostaje względnie bez zmian. Na podstawie takich informacji, biorąc pod uwagę czas trwania takiej słuchowej wskazówki, użytkownik/użytkowniczka jest w stanie określić odległość od obiektu, dodatkowo skupiając się na samej różnicy w dźwięku, np. objętości. Ten sposób nawigacji uznamy za rzeczywiście aktywny, ponieważ wymaga od osoby korzystającej podjęcia działania.

Mówi się też o systemie nazywanym pasywnym sonarem (ang. *passive sonar*). Ten rodzaj „podania” bodźców sprawdza się szczególnie przy symulacji przestrzeni zamkniętej. Dostarcza informacji o potencjalnej kolizji osoby ze ścianą, ramami pomieszczenia – gdy osoba zbliży się zbyt blisko, usłyszy charakterystyczny dźwięk.

W przypadku pobocznego, wspierającego źródła informacji – haptyki – w technologii VRe będą to różnego typu wibracje, które wyczuwalne są przez kontrolery i uzupełniają sygnał podany w formie audio. Poszczególne rodzaje wzorców (ang. *haptic patterns*) oznaczają inny rodzaj akcji czy też sygnału. Oprócz tego typu podstawowej haptyki, jaką zastosowano w *The Enclosing Dark*, prowadzone są prace nad symu-

---

<sup>43</sup> *Specyfikacja techniczna Meta Quest Pro* [dostęp 9 stycznia 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://www.meta.com/pl/quest/quest-pro/tech-specs/>.



lowaniem własności obiektów na wyższym poziomie złożoności. Dotykowy obraz przestrzeni może być wzbogacony poprzez rozwiązania takie jak rękawice (np. HaptX Gloves czy Avatar VR). Dążą one do dostarczenia bardziej skomplikowanych doznań i pozwalają „oczami wyobraźni” dotknąć pewnych obiektów. Obecnie mogą być postrzegane przez osoby fizyczne jako nieosiągalny finansowo gadżet, jednak znajdują już swoje zastosowanie w instytucjach kulturalnych i stanowią ciekawy obszar rozwoju immersyjnych przestrzeni<sup>44</sup>.

W uproszczeniu, na podstawie przytoczonych rodzajów bodźców, osoba niewidoma jest w stanie skonstruować reprezentację przestrzenną środowiska przechowywaną w formie mapy poznawczej (np. jako sekwencja przemieszczeń)<sup>45</sup>. Spośród takich VR-owych środowisk multisensorycznych jednym z ciekawszych jest BlindAid<sup>46</sup>.

Są to więc rozwiązania multisensoryczne, z naciskiem głównie na informację audio i dodatkowo haptyczną. Jakże zatem mają zalety? Jak wskazują m.in. Orly Lahav i współpracownicy<sup>47</sup>:

- przede wszystkim wspierają osoby niewidome w postrzeganiu informacji przestrzennych, rozwiązywaniu problemów przestrzennych, ćwiczeniu i doskonaleniu umiejętności orientacji i mobilności oraz budowaniu strategii w tym zakresie;
- umożliwiają ich użytkownikowi/użytkownicy samodzielnie interakcję;
- dostarczają natychmiastowej informacji zwrotnej odpowiadającej możliwościom sensorycznym i poznawczym użytkownika;

---

<sup>44</sup> *Touching Masterpieces' VR Exhibit Allows Visually Impaired To 'See' Art* [dostęp 9 stycznia 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://vrscout.com/news/vr-exhibit-visually-impaired-art/>; *HaptX - Learn about G1* [dostęp 9 stycznia 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://g1.haptx.com/learnabout>.

<sup>45</sup> D. Farzanfar i in., *From cognitive maps to spatial schemas*, „Nature Reviews Neuroscience” 2022, nr 2 (24), s. 1–17.

<sup>46</sup> D. Schloerb i in., *BlindAid: Virtual Environment System for Self-Reliant Trip Planning and Orientation and Mobility Training*, [w:] 2010 IEEE Haptics Symposium, HAPTICS 2010 [online] [dostęp 11 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5444631>.

<sup>47</sup> O. Lahav i in., *Virtual Environments for People who Are Visually Impaired Integrated into an Orientation and Mobility Program*, „Journal of Visual Impairment & Blindness” 2015, nr 1 (109), s. 5–16.

- zapewniają możliwość wykonywania ćwiczeń w ramach treningu umiejętności przestrzennych w bezpiecznym miejscu, bez ograniczeń czasowych, zawodowych itp. (przestrzeń, której uczy się osoba, np. biuro, nie będzie zamknięte w wybranej porze);
- mogą być wsparciem tradycyjnych metod i specjalistów w zakresie rehabilitacji osób niewidomych;
- potencjalnie zapewniają szeroki dostęp, tzn. osoba ma możliwość eksplorowania i wcześniejszego poznania przestrzeni wewnętrznych oraz zewnętrznych;
- mogą opierać się na już istniejących urządzeniach.

Uwagze nie mogą umknąć ograniczenia takich rozwiązań, przede wszystkim nie można traktować przestrzeni wirtualnych jako bezwzględnej repliki świata rzeczywistego. Interakcje są zasymulowane i obecnie nie są w stanie w pełni zastąpić wartości pomocy specjalisty, który wspiera OzNW w eksploracji środowiska. Istotne jest samo przygotowanie i obróbka dźwięku, co jest sprawą skomplikowaną z wielu względów. Dodatkowo ograniczeniem może być fakt, że w sytuacji uczenia się map pamięciowo w sposób wirtualny czy tradycyjny w takim modelu może pojawić się ścieżka nieużyteczna, co jest spowodowane takimi czynnikami jak prace drogowe czy anomalie pogodowe, których skutkiem będzie np. powalenie drzewa. W takiej sytuacji, gdy pojawia się trudność w zmodyfikowaniu obranej trasy, osoby niewidome w większości będą więc korzystać ze wsparcia widzącego asystenta (w przypadku połączenia zdalnego stosując okulary Envision) i/lub wspomnianych wcześniej rozwiązań AR dających feedback i opis rzeczywistości w czasie rzeczywistym.

Aby zbudować spójną koncepcję, należałoby zatem położyć nacisk na zbadanie mechanizmów konstruowania mentalnych reprezentacji przestrzeni i efektywne oddawanie jej relacji, by strategię eksploracji sukcesywnie udawało się przełożyć ze środowiska wirtualnego na realne, w tym wsparcie w poszukiwaniu alternatywnych tras.

Wymienione zalety, jak i wskazane słabsze punkty pozwalają na wypracowanie w przyszłości wizji, w jaki sposób można takie systemy tworzyć i modyfikować.



## **Podsumowanie – potencjalne korzyści, przyszłe aplikacje oraz kwestia dostępności**

Niniejszy artykuł powstał właściwie z inspiracji połączenia dobrodziejstw technologii VR i zmysłu echolokacji. Tak jak potocznie zwany człowiek 4.0 jest generalnie technologicznie „rozszerzonym” człowiekiem, tak w przypadku osób niewidomych wzmocnienie występuje w postaci rozwiniętej w nieco odmienny sposób umiejętności postrzegania bodźców ze środowiska. Ten indywidualny model dodatkowo wydaje się mieć możliwość kształtowania za pomocą nadmienionych rozszerzeń.

Celem artykułu była eksploracja złożonej relacji między OzNW a ich otoczeniem, ze szczególnym uwzględnieniem orientacji przestrzennej. Analizowano ten proces, skupiając się na echolokacji i wykorzystaniu słuchu, zwłaszcza dźwięku przestrzennego. Zwrócono także uwagę na rolę feedbacku haptycznego oraz skrótowo przedstawiono rozwiązania wspomagające orientację i mobilność OzNW.

Podsumowując i odpowiadając na pytanie zawarte w początkowej części artykułu – jak osoby niewidome odnajdują drogę w przestrzeni wirtualnej? – można stwierdzić, że jest to możliwe dzięki korzystaniu m.in. ze wskazówek haptycznych i przede wszystkim audio w postaci przestrzennej czy zasymulowanej echolokacji. Samo zagadnienie orientacji w przestrzeni można podzielić na dwa obszary. Po pierwsze, odnajdywanie się związane z odszukiwaniem drogi w VR, możliwym do przełożenia i wykorzystania w realnym środowisku, które w dany momencie zostało zasymulowane. Po drugie, *wayfinding* w samych przestrzeniach VR.

Wydaje się, że jeśli promocja i rozwój takich rozwiązań rzeczywiście zostałyby zintensyfikowane, to miałyby potencjał, by uczynić świat bardziej dostępnym i w zasadzie bezpieczniejszym. Często negatywnie oceniana częściowa zależność, a raczej uzupełnienie swojego jestestwa o takie aplikacje technologiczne mogłoby potencjalnie m.in. ograniczyć wypadki i poczucie zagubienia, a w rezultacie zwiększyć komfort życia użytkownika/użytkownicy, włączając ich do różnych aktywności mających miejsce także w nieodwiedzanej „offline”



przestrzeni. Jest to nieoceniona lekcja i obszar do eksploracji samych strategii odnajdywania się w środowisku. Oprócz nauki orientacji przenoszonej na trasę offline takie działania jak chociażby rozbudowanie VR-owej przestrzeni haptyczno-akustycznej w grach pozwoliłyby na zachowanie tak ważnego dla jednostki poczucia bycia częścią społeczności i doznawania akceptacji.

Według obecnego stanu wiedzy autorki niniejszego artykułu nie jest to koncept wciąż szeroko używany (z naciskiem na obszar Polski), co może wynikać z niskiej świadomości obecności takich rozwiązań. Istnieje jednak ryzyko, że nawet w przypadku pojawienia się tej świadomości problem mógłby stanowić brak wykwalifikowanych osób, które mogłyby i powinny wspierać sam proces treningu.

Bezsprzecznie ważną misją jest edukacja w obrębie tematów podjętych w artykule – edukacja dotycząca osób z niepełnosprawnością, tak by otrzymała ona niezbędne wsparcie na drodze do samodzielności. Oprócz tego świadomość powinni zyskać badacze, naukowcy czy chociażby projektanci przestrzeni treningowych i gier, aby zapewnić każdemu zaspokojenie naturalnej potrzeby akceptacji i bycia częścią społeczności, bez poczucia wykluczenia. Brak dostępności architektonicznej, jak i cyfrowej może znacząco utrudniać, czy nawet uniemożliwiać zaspokojenie ww. potrzeb. Przykładem niezastosowania tej drugiej może być już sama początkowa konfiguracja HMD takich jak Meta Quest, wymagająca interwencji osoby widzącej<sup>48</sup>. Warto zatem podkreślić, że dostępność cyfrowa powinna dotyczyć nie tyl-

---

<sup>48</sup> Co prawda np. Meta (wydawca okularów VR Meta Quest) posiada bardzo podstawowe wytyczne dot. dostępności cyfrowej gier (zob. <https://developer.oculus.com/resources/publish-quest-req/>), jednak sama zaopatruje w dopyć ograniczone możliwości wsparcia (ze względu na niepełnosprawność wzroku w ustawieniach zaproponowano powiększenie tekstu oraz dostosowanie kolorów). Problem konfiguracyjny z HMD może dotyczyć w szczególności onboardingu czy włączenia komend głosowych (które nawet gdy się pojawiają – po „ręcznym” ustawieniu – same na tym etapie mogą nie mieć wystarczającej jakości m.in. ze względu na poziom dokładności rozpoznawania mowy (zob. <https://www.meta.com/pl-pl/help/quest/articles/in-vr-experiences/oculus-features/using-voice-commands/>). Dla osoby niewidomej lub niedowidzącej może być to często czynność nie do przejścia samodzielnie. Materią wartą rozwoju w tym kontekście jest dostosowanie/ustawienie personalizowanych promptów i komend głosowych, które pomagałyby nawigować i przeprowadzać konfiguracje w ustawieniach (zob. <https://equalentry.com/virtual-reality-blind-user-testing-meta-quest-2/>).

ko samych przestrzeni czy gier VR, ale także być zastosowana już na etapie poprzedzającym, tj. na poziomie oprogramowania samych okularów VR. Wynika więc z tego, że edukacja powinna być rozszerzona przede wszystkim na projektantów UX/UI oraz deweloperów, tak aby uznawali wagę zapewnienia dostosowania konfiguracji sprzętu przy użyciu innych modalności, a zatem – aby oprogramowanie, które produkują, nie było wizuocentryczne.

Eksploracja potencjału wirtualnej rzeczywistości w kontekście osób niewidomych lub słabowidzących jest konieczna w najbliższej przyszłości. Wydaje się, że przestrzenie i aplikacje VR przy wykorzystaniu wskazówek haptycznych i audio mają potencjał do tego, by stać się narzędziami efektywnej pomocy osobom z niepełnosprawnościami i z pewnością znaleźć swoje zastosowanie w rzeczywistości.

## Bibliografia

- Blind* [online] [dostęp 14 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://store.steampowered.com/app/406860/Blind/>.
- Bosman Isak i in., *The effect of audio on the experience in virtual reality*, „Behaviour & Information Technology” 2024, no. 43 (1), s. 165–199.
- Carrozzino Marcello, Bergamasco Massimo, *Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums*, „Journal of Cultural Heritage” 2010, no. 11 (4), s. 452–458.
- Cuturi Luigi F., Aggius-Vella Elena, Campus Claudio, Parmiggiani Alberto, Gori Monica, *From science to technology: Orientation and mobility in blind children and adults*, „Neuroscience & Biobehavioral Reviews” 2016, no. 71, s. 240–251.
- Disability* [online] [dostęp 27 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>.
- Envision Glasses, czyli inteligentne okulary* [dostęp 9 stycznia 2024]. Dostępny w World Wide Web: <https://bon.uw.edu.pl/envision-glasses-czyli-inteligentne-okulary/>.
- Farzanfar Delaram, Spiers Hugo J., Moscovitch Morris, Rosenbaum R. Shayna, *From cognitive maps to spatial schemas*, „Nature Reviews Neuroscience” 2022, no. 2 (24), s. 1–17.

- Gluck Aaron, Brinkley Julian, *Implementing 'The Enclosing Dark': A VR Auditory Adventure*, „Journal on Technology & Persons with Disabilities” 2020, no. 8, s. 149–159.
- Guerrón Nancy E., Cobo Antonio, Serrano-Olmedo José J., Carlos Martin, *Sensitive interfaces for blind people in virtual visits inside unknown spaces*, „International Journal of Human-Computer Studies” 2020, no. 133, s. 13–25.
- HaptX – *Learn about G1* [dostęp 9 stycznia 2024]. Dostępny w World Wide Web: <https://g1.haptx.com/learnabout>.
- Hong Joo Young, He Jianjun, Lam Bhan, Gupta Rishabh, Gan Woo-Seng, *Spatial Audio for Soundscape Design: Recording and Reproduction*, „Applied Sciences” 2017, no. 7 (6), s. 627.
- Jerald Jason, *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*, USA 2015.
- Kilian Marlena, Paplińska Małgorzata, *Nauczanie orientacji przestrzennej osób niewidomych i słabo widzących z niepełnosprawnością złożoną*, „Niepełnosprawność i Rehabilitacja” 2009, nr 1, s. 101–114.
- Kompendium Aktywna echolokacja dla osób z dysfunkcją wzroku* [online]. Kraków 2019 [dostęp 15 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: [https://firr.org.pl/wp-content/uploads/2020/06/O2\\_compendium\\_pl.pdf](https://firr.org.pl/wp-content/uploads/2020/06/O2_compendium_pl.pdf).
- Korniejenko Kinga, *Wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości jako nowoczesnego narzędzia wsparcia w kształceniu inżynierów*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej” 2018, nr 58, s. 31–40.
- Korzystanie z poleceń głosowych w Meta Quest* [dostęp 9 stycznia 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://www.meta.com/pl-pl/help/quest/articles/in-vr-experiences/oculus-features/using-voice-commands>.
- Krajczyńska Ewelina, *Polska aplikacja nauczy niewidomych echolokacji* [online] [dostęp 13 lutego 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://naukawpolsce.pl/aktualnosci/news%2C31542%2Cpolska-aplikacja-nauczyniewidomych-echolokacji.html>.
- Lahav Orly, *Virtual Reality Systems as an Orientation Aid for People Who Are Blind to Acquire New Spatial Information*, „Sensors” [online] 2022, no. 4 (22), 1307 [dostęp 7 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/4/1307>.
- Lahav Orly, Schloerb David W., Srinivasan Mandayam A., *Virtual Environments for People who Are Visually Impaired Integrated into an Orientation and Mobility Program*, „Journal of Visual Impairment & Blindness” 2015, no. 1 (109), s. 5–16.

- The Last of Us 2 – Blind Accessibility Review* [online] [dostęp 26 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://caniplaythat.com/2020/06/18/the-last-of-us-2-review-blind-accessibility/>.
- Loomis Jack M., Klatzky Roberta L., Giudice Nicholas A., *Representing 3D space in working memory: spatial images from vision, hearing, touch, and language*, [w:] *Multisensory Imagery*, New York 2013, s. 131–155.
- Łukasik Elżbieta, *Jakie straty niesie za sobą brak wzroku* [online] [dostęp 20 lutego 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://pzn.org.pl/jakie-straty-niesie-ze-soba-brak-wzroku/>.
- Meta Quest Virtual Reality Check (VRC) Guidelines* [online] [dostęp 9 stycznia 2024]. Dostępny w World Wide Web: <https://developer.oculus.com/resources/publish-quest-req/>.
- Miler-Zdanowska Kamila, *Wykorzystanie nowych technologii w orientacji przestrzennej osób z niepełno-sprawnością wzroku*, „Interdyscyplinarne Konteksty Pedagogiki Specjalnej” 2017, nr 18, s. 59–72.
- Osoba z niepełnosprawnością wzrokową w pracy. Poradnik dla pracodawców* [online]. Warszawa 2019 [dostęp 17 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://www.gov.pl/attachment/7563e43e-87b9-41e1-91f9-fb8f364a870b>.
- Paplińska Małgorzata, *Neurodydaktyka dla tyflopedagogiki – zachwyty czy ostrożna inspiracja? Opisowo-krytyczna analiza źródeł*, „Forum Pedagogiczne” 2022, nr 1, s. 199–211.
- Pruszyńska Magdalena, Tadeja Sławomir K., Świątczak Marcin, Kostka Joanna, *Zastosowanie interfejsów wirtualnych i innych cyfrowych technologii w rehabilitacji*, Łódź 2022.
- Raport „Widzimy nie tylko oczami”* [online]. Warszawa 2020 [dostęp 10 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://pzn.org.pl/wp-content/uploads/2020/12/Raport-Widzimy-nie-tylko-oczam.pdf>.
- Schloerb David, Lahav Orly, Desloge Joseph, Srinivasan Mandayam, *BlindAid: Virtual Environment System for Self-Reliant Trip Planning and Orientation and Mobility Training*, [w:] 2010 IEEE Haptics Symposium, HAPTICS 2010 [online] [dostęp 11 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5444631>.
- Siu Alexa F., Sinclair Mike, Kovacs Robert, Ofek Eyal, Holz Christian, Cutrell Edward, *Virtual Reality Without Vision: A Haptic and Auditory White Cane to Navigate Complex Virtual Worlds*, [w:] *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '20)*, New York: Associa-

- tion for Computing Machinery [online] [dostęp 20 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://doi.org/10.1145/3313831.3376353>.
- Specyfikacja techniczna Meta Quest Pro* [dostęp 9 stycznia 2024]. Dostępny w World Wide Web: <https://www.meta.com/pl/quest/quest-pro/tech-specs/>.
- Super Lidar – Lidar for Blind* [online] [dostęp 20 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://apps.apple.com/us/app/super-lidar-lidar-for-blind/id1543706309>.
- Śmiechowska-Petrovskij Emilia, *Technologie wspomagające w warsztacie pracy instruktorów orientacji przestrzennej osób niewidomych*, „Forum Pedagogiczne” 2022, nr 1, s. 173–198.
- Touching Masterpieces’ VR Exhibit Allows Visually Impaired To ‘See’ Art* [online] [dostęp 9 stycznia 2024]. Dostępny w World Wide Web: <https://vrscout.com/news/vr-exhibit-visually-impaired-art/>.
- Tenbrink Thora, *What spatial environments mean*, „Journal of Spatial Information Science” 2020, no. 20, s. 57–63.
- User Testing the Meta Quest 2 with Low Vision* [online] [dostęp 9 stycznia 2024]. Dostępny w World Wide Web: <https://equalentry.com/virtual-reality-blind-user-testing-meta-quest-2/>.
- Waligórski Jan, *Koncepcja teleafordancji – o sposobie istnienia afordancji (i nie tylko) w środowisku wirtualnym 3D*, „Kultura i Historia” 2022, nr 1 (41), s. 1–17.
- Walkiewicz-Krutak Małgorzata, *Aktywna i pasywna echolokacja jako element percepcji słuchowej i orientacji przestrzennej osób niewidomych*, „Niepełnosprawność. Dyskursy pedagogiki specjalnej” 2019, nr 34, s. 11–25.
- Wirtualna Rzeczywistość* [online] [dostęp: 10 marca 2023]. Dostępny w World Wide Web: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Rzeczywistość\\_wirtualna](http://pl.wikipedia.org/wiki/Rzeczywistość_wirtualna).
- Witek Piotr, Rozborska Anna, Waszkielewicz Aleksander, Rotnicki Mikołaj, *Echolokacja – mit czy istotny element rehabilitacji osób z niepełnosprawnością wzroku*, [w:] *Tyflopädagogika wobec współczesnych potrzeb wspomagania rozwoju, rehabilitacji i aktywizacji społecznej*, red. Małgorzata Paplińska, Małgorzata Walkiewicz-Krutak, Warszawa 2017, s. 239–252.
- Yirka Bob, *Virtual reality study shows echolocation in humans not just about the ears* [online] 12.11.2014 [dostęp: 25 lutego 2023]. Dostępny w World Wide Web: <https://phys.org/news/2014-11-virtual-reality-echolocation-humans-ears.html>.



Zaal Tycho, *Towards Inclusivity: Virtual Reality Museums for the Visually Impaired*, Utrecht 2022 [online] [dostęp 13 marca 2023] Dostępny w World Wide Web: [https://studenttheses.uu.nl/bitstream/handle/20.500.12932/42535/Master\\_Thesis\\_VR\\_for\\_Visually\\_Impaired\\_Tycho\\_Zaal\\_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://studenttheses.uu.nl/bitstream/handle/20.500.12932/42535/Master_Thesis_VR_for_Visually_Impaired_Tycho_Zaal_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Zadrożny Jacek, *Wirtualna i rozszerzona rzeczywistość – czyli oszukiwanie zmysłów* [online] [dostęp 15 lutego 2023]. Dostępny w World Wide Web: <http://trakt.org.pl/wirtualna-i-rozszerzona-rzeczywistosc-czyli-oszukiwanie-zmyslow-jacek-zadrozny/>.

### **(Non)visible challenges, virtual solutions: VR Technology and Navigating Space for Individuals with Visual Impairments**

**ABSTRACT:** To move independently is one of the manifestations of autonomy that is important, among other things, for an individual's well-being or self-confidence. The question of whether we create reality is still open, but it is undeniable that we act in a certain interaction with the environment, and using technology, we want to expand and modify the experience of being in the world, which inevitably happens. The text aims to endeavor an exploration of the available ways in which individuals with visual impairments navigate their environment and to prompt reflection on this matter. The article will recall the definition of virtual reality (VR) and the concept of echolocation. The text will also attempt to describe the relationship between the Person with Disabilities and the spatially perceived environment, considering how the VR environment may affect the ability to perceive spatial information and find oneself in the environment.

**KEYWORDS:** Virtual Reality, echolocation, blindness, spatial orientation, accessibility