



## Gogle rzeczywistości rozszerzonej (AR) – problematyka implementacji urządzeń z życia codziennego do zawodowego

**W artykule poddano rozważaniom kwestię implementacji – z życia codziennego do zawodowego – urządzeń, które z uwagi na swoją funkcjonalność są użyteczne w środowisku pracy. Są to m.in. gogle rzeczywistości rozszerzonej (AR – *augmented reality*), sterowane aplikacją na smartfona. Niepodważalnie te urządzenia mogą służyć człowiekowi, poprawiając bezpieczeństwo wykonywanych przez niego zadań. Informacje pojawiające się na wyświetlaczu gogli AR mogą pomóc w identyfikacji zagrożeń oraz przyspieszeniu reakcji i decyzji o ewakuacji. Zwłaszcza na placu budowy informacje odbierane zmysłem wzroku są gwarancją ich niezakłóconego przepływu – bez ryzyka deformacji czy opóźnienia.**

Przemysł chętnie się otwiera na nowe rozwiązania techniczne, tym bardziej gdy przynoszą one korzyści w zakresie bezpieczeństwa pracy. Gogle AR znajdują więc coraz szersze zastosowanie w przemyśle<sup>1</sup>. Od niedawna oferują np. możliwość wyświetlania bezpośrednio przed oczami użytkownika informacji o zagrożeniach pojawiających się w środowisku pracy. Plac budowy to jedno z miejsc, gdzie przekazywanie kanałem wzrokowym informacji o bezpieczeństwie odbywa się na wielu stanowiskach pracy. To często jedyny sposób skutecznego informowania pracownika z uwagi na szczególne warunki pracy na budowie – w hałasie i w obecności innych zakłóceń informacji głosowej (takich jak wibracje czy infrastruktura barierowa dla dźwięku). W celu wyeliminowania zniekształceń informacji stosuje się tablice, na których wyświetlane są komunikaty, jednak ten sposób ma jedną wadę – zasięg odbioru takiej informacji jest ograniczony. Gdy komunikat o niebezpieczeństwie ma dotrzeć do pracownika niezależnie od miejsca, w którym on przebywa, sprawdzają się właśnie gogle AR<sup>2</sup>.

Z uwagi na występowanie na budowie wielu rodzajów zagrożeń pracownik musi być wyposażony w środki ochrony indywidualnej (ŚOI), w tym hełmy ochronne, sprzęt zabezpieczający przed upadkiem z wysokości oraz odzież ochronną, obuwie i rękawice, a także ochrony oczu i twarzy. Wszystkie ŚOI

stosowane w środowisku pracy muszą spełniać zasadnicze wymagania rozporządzenia 2016/425<sup>3</sup>. Mają one charakter ogólny, gdyż odnoszą się do dowolnego rodzaju ŚOI. Normy techniczne, zharmonizowane z tym rozporządzeniem, dotyczą już konkretnych rodzajów ŚOI – precyzyjnie określają cechy i charakterystyki określonych typów ochron. Precyzują też wymagania odnośnie do tych cech i charakterystyk, a także metody badań potwierdzających spełnienie założonych wymagań.

Jeśli więc pracownik placu budowy otrzymuje do użytkowania niezbędne i dobrze dobrane ŚOI, może być pewien, że ich cechy i charakterystyki są odpowiednie do zagrożeń występujących w tym środowisku pracy. Oczywiście przy założeniu, że dobór tych środków został poprzedzony szczegółową analizą zagrożeń oraz oceną wywołanego nimi ryzyka. Cechy i charakterystyki ŚOI muszą być ściśle skorelowane z rodzajem zagrożenia w środowisku pracy<sup>4</sup>.

Z punktu widzenia formalności certyfikat i oznaczenie CE są warunkami koniecznymi do tego, aby ŚOI mogły być stosowane w środowisku. Jednak dobór tych ochron zawsze powinien być poparty szczegółową analizą zagrożeń. Następnie na tej podstawie należy dokonać oceny ryzyka i odnieść cechy i charakterystyki ŚOI do występujących zagrożeń. Dodatkowo trzeba uwzględnić indywidualne cechy i predyspozycje użytkownika oraz kompatybilność ŚOI, gdy wymagane jest kompletowanie różnych typów ochron.

Zakładając, że gogle AR mają stanowić wyposażenie ochronne pracownika na placu budowy, muszą one spełnić wymagania zasadnicze, zawarte w rozporządzeniu 2016/425, oraz wymagania techniczne szczegółowe, zawarte w normach zharmonizowanych. Czy jednak gogle AR można traktować jako ŚOI? Obecnie nie są znane konstrukcje gogli AR, których cechy i charakterystyki zostałyby sprawdzone pod względem spełnienia wspomnianych wymagań. Zatem na razie gogle AR nie mogą być stosowane jako ŚOI, ale nie ma formalnych przeszkód do ich stosowania podczas wykonywania zadań zawodowych.

Okulary korekcyjne również w większości przypadków nie są ŚOI, a przecież może je nosić każdy, kto wymaga korekcji wzroku i wykonuje prace, przy których nie jest wymagane zastosowanie specjalnych ochron oczu. Warunkiem stosowania okularów korekcyjnych w środowisku pracy – dotyczy to zresztą każdego środowiska, a nie tylko placu budowy – jest to, aby ich stosowanie nie kolidowało ze stosowaniem wymaganych ŚOI.

<sup>1</sup> R. Pierdicca et al. The use of augmented Reality Glasses for Application in Industry 4.0. 4<sup>th</sup> International Conference, AVR 2017. Ugento, Italy, June 12-15, 2017, Proceedings, Part I, [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-60922-5\\_30](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-60922-5_30) [5.07.2021].

<sup>2</sup> D. Tatic, G. Tesic. The application of augmented reality technologies for the improvement of occupational safety in an industrial environment. Computers in Industry. Vol. 85, February 2017, p. 1-10, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361516302718> [5.07.2021].

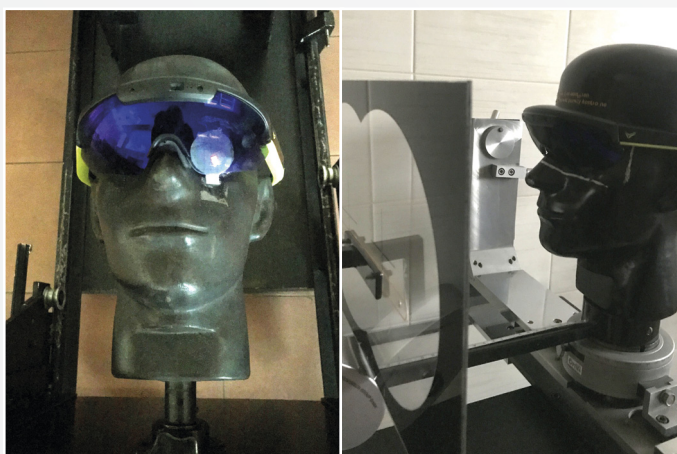
<sup>3</sup> Regulation (EU) 2016/425 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2016 on personal protective equipment and repealing Council Directive 89/686/EEC.

<sup>4</sup> K. Majchrzycka (ed.). Head, Eye and Face Personal Protective Equipment New Trends, Practice and Applications. CRC Press, 2020.

Użytkowanie gogli AR, które nie są ŚOI, wymaga określenia ich podstawowych cech. Przede wszystkim gogle AR mogą być stosowane w trakcie wykonywania czynności, podczas których konieczne jest zastosowanie środków ochrony oczu. Wyjątek stanowią sytuacje, w których możliwe jest zastosowanie osłony twarzy. Gogle nie mogą powodować kolizji ze stosowaniem przemysłowego hełmu ochronnego i środków ochrony układu oddechowego. Analizując dostępne na rynku konstrukcje gogli AR, można stwierdzić, że te warunki są możliwe do spełnienia.

Bardziej skomplikowanym zagadnieniem jest możliwość stosowania gogli AR. Trzeba więc sprawdzić, czy pozwalają na to indywidualne cechy użytkownika. Należy opisać wymagania, które powinny być zweryfikowane podczas specjalnie opracowanych testów. Ocena powinna dotyczyć sprawdzenia:

- czy zastosowanie gogli AR nie wprowadzi pogorszenia widzenia świata rzeczywistego (czy zastosowany wizjer nie obniża przepuszczania światła do poziomu nieakceptowalnego na danym stanowisku pracy, czy nie zostały ograniczone pole widzenia oraz jakość obserwacji świata rzeczywistego)
- czy gogle AR nie powodują pogorszenia samopoczucia lub zaburzeń równowagi
- czy użytkownik może stosować bezkolizyjnie okulary korekcyjne.



Gogle AR podczas testów realizowanych w Pracowni Ochron Oczu i Twarzy CIOP-PIB

Sprawdzenie możliwości stosowania gogli wraz z okularami korekcyjnymi jest relatywnie proste, choć wymaga indywidualnego podejścia. Każdy, kto ma doświadczenie z coraz bardziej popularną rzeczywistością wirtualną (VR), doskonale wie, że gogle VR nie mają regulacji ostrości wzroku. Osoby stosujące okulary korekcyjne muszą więc gogle nałożyć na okulary. Kształt i wielkość oprawy okularowej mają w tym przypadku zasadnicze znaczenie. Jeśli jednak ten problem zostanie rozwiązany i obraz wyświetlany w goglach VR jest ostry, problem znika. Zupełnie inaczej jest w przypadku gogli AR, gdzie prawidłowa pod względem ostrości widzenia obserwacja dotyczy zarówno świata rzeczywistego, jak i komunikatów oraz obrazów generowanych komputerowo. Sposób odbioru bodźców wzrokowych nałożonych ze świata rzeczywistego i wygenerowanego komputerowo jest indywidualną cechą użytkownika.

Brak zakłóceń w widzeniu świata rzeczywistego przez gogle AR może być zweryfikowany przez użytkownika podczas szkoleń i testów lub w badaniach laboratoryjnych gogli AR. W przypadku badań laboratoryjnych powinny być oceniane trzy zasadnicze grupy parametrów:

- przepuszczanie promieniowania optycznego
- jakość materiału optycznego
- pole widzenia.

Przepuszczanie promieniowania optycznego może być ograniczone jedynie do zakresu promieniowania widzialnego (380-780 nm) lub – opcjonalnie – również do promieniowania nadfioletowego (200-380 nm). Gogle AR, jeśli ich zadaniem nie jest ochrona przed oślnieniem słonecznym, powinny mieć współczynnik przepuszczania światła na poziomie 75%. Gdy wizjer gogli AR jest jednocześnie filtrem przeciwsłonecznym, wszystkie parametry opisujące

przepuszczanie promieniowania widzialnego i nadfioletowego powinny być zgodne z normą PN-EN 166:2005<sup>5</sup>. Wizjery o odpowiedniej jakości nie mogą mieć rys lub wad materiału, objawiających się np. zjawiskiem pofalowania. Jeśli nie są soczewkami, własności łamiące materiału (moce sferyczne i astygmatyczne) są na poziomie 0,06 dioptrii. Szczegółowe wymagania i metody badań wymienionych trzech grup parametrów optycznych są opisane w PN-EN 167:2005<sup>6</sup>. Cytowane normy zostaną w najbliższym czasie zastąpione nowymi normami ISO z serii 16321<sup>7</sup> (w odniesieniu do wymagań) oraz ISO z serii 18526<sup>8</sup> (w odniesieniu do metod badań). Zmiany te nie wpłyną jednak na wybór parametrów do oceny gogli AR oraz metod prowadzonych badań.

W zakresie oceny pola widzenia dostępne są dwie metody laboratoryjne, które można zaadaptować do oceny pola widzenia gogli AR. Pierwsza, zgodna z EN 136:2001<sup>9</sup>, polega na odwzorowaniu pola widzenia ograniczonego przez zastosowane ŚOI i jego porównaniu z naturalnym polem widzenia. W drugiej metodzie, zgodnej z PN-EN 168:2005, wykorzystywany jest perymetr. Ocenia się w niej wielkość obszaru osłanianego przez badaną ochronę oczu i twarzy. W przypadku oceny ograniczenia pola widzenia gogli AR przydatna może być zwłaszcza metoda opisana w nowym projekcie normy europejskiej prEN 17588:2020<sup>10</sup>.

Okazuje się, że do oceny możliwości zastosowania gogli AR w środowisku pracy, w tym również na placu budowy, nadają się wymagania zawarte w normach przeznaczonych dla ŚOI. Jeśli więc na postawione na początku artykułu pytanie o to, czy gogle AR są środkiem ochrony indywidualnej, odpowiedź brzmi „tak”, można już wskazać wybrane normy techniczne, które będą wspierały zasadnicze wymagania rozporządzenia 2016/425 w ocenie gogli AR jako ŚOI. Wcześniej przywołano normy z obszaru środków ochrony oczu, w których są opisane parametry charakteryzujące właściwości optyczne. Jeśli do tego dodać wymagania normy PN-EN 168:2005<sup>11</sup>, zawierającej wymagania odnoszące się do właściwości nieoptycznych (takich jak odporność mechaniczna), mamy pełny zakres wymagań, które powinny spełniać gogle AR, aby można je było traktować jako ŚOI.

W artykule podano warunki implementacji gogli AR do środowiska pracy. Takie gogle będzie można w przyszłości zaliczyć do kategorii środków ochrony indywidualnej oczu o znacznie poszerzonej funkcjonalności. Badania gogli AR pod kątem spełnienia wymagań optycznych i mechanicznych nie wyczerpują jednak w pełni tematu oceny tego typu wyrobów. Znacznie większym wyzwaniem jest sprawdzenie przydatności gogli AR na placu budowy podczas wykonywania przez pracownika określonych zadań, biorąc pod uwagę jego predyspozycje do stosowania takich gogli.

*Publikacja opracowana na podstawie wyników projektu Architecture for Scalable, Self-\*, Human-centric, Intelligence, Secure, and Tactile next generation IoT (ASSIST – IoT) realizowanego w ramach European's Union Horizon 2020 research innovation programme (grant nr 957258).*

dr inż. Grzegorz Owczarek

dr inż. Joanna Szkudlarek

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Kontakt: josz@ciop.lodz.pl

<sup>5</sup> PN-EN 166:2005. Ochrona indywidualna oczu. Wymagania.

<sup>6</sup> PN-EN 167:2005. Ochrona indywidualna oczu – Optyczne metody badań.

<sup>7</sup> ISO 16321-1:2021. Eye and face protection for occupational use – Part 1: General requirements.

<sup>8</sup> ISO 18526:2020. Eye and face protection – Test methods – Part 2: Physical optical properties.

<sup>9</sup> EN 136:1998. Respiratory protective devices – Full face mask – Requirements, testing, marking.

<sup>10</sup> prEN 17588:2021. Ergonomics – Ergonomics of PPE ensembles.

<sup>11</sup> PN-EN 168:2005. Ochrona indywidualna oczu – Nieoptyczne metody badań.