

RZECZYWISTOŚĆ ROZSZERZONA JAKO ISTOTNY ELEMENT INNOWACYJNOŚCI W DZIAŁALNOŚCI ZARZĄDCZEJ I OPERACYJNEJ PRZEDSIĘBIORSTW DYSTRYBUCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Autorzy: Piotr Sylwestrzak, Jerzy Szkutnik

(„Rynek Energii” – 1/2019)

Słowa kluczowe: augmented reality, AR, wizualizacja serwisu, wirtualne szkolenia

Streszczenie. Celem zasadniczym artykułu jest inicjująca prezentacja rzeczywistości rozszerzonej - Augmented Reality (AR) pod kątem jej zastosowania w przedsiębiorstwach dystrybucji energii elektrycznej. AR oznacza połączenie w czasie rzeczywistym prawdziwego świata, najczęściej w formie obrazu rejestrowanego przez obiektyw aparatu, z generowanym cyfrowo obrazem. Nakładanie dodatkowych elementów na obraz z kamery odbywać musi się w czasie rzeczywistym, być interaktywne oraz umożliwiać swobodne ruchy użytkownika. Autorzy korzystając z dotychczasowych zastosowań w wielu dziedzinach proponują tę najnowocześniejszą technologię informatyczną dla przedsiębiorstw sektora elektroenergetycznego, ze szczególnym uwzględnieniem spółek dystrybucji energii elektrycznej, zarówno przy obsłudze infrastruktury sieciowej jak i szkolenia z procedur i obsługi urządzeń.

1. WSTĘP

Rozszerzona rzeczywistość, w ramach której każdy obiekt, który widzimy, może być wzbogacony o dodatkowe cenne informacje; jest zdefiniowana jako fizyczna ekspansja rzeczywistości poprzez dodanie warstw informacji generowanych komputerowo do rzeczywistego obrazu środowiska. Sama informacja w tym kontekście może być dowolnym wirtualnym obiektem lub treścią, zaliczając do tego tekst, grafikę, wideo, dźwięk, informacje dotykową, dane GPS czy nawet zapach. Technologię AR reprezentuje nowe podejście interakcji pomiędzy człowiekiem a obiektami i urządzeniami cyfrowymi. Rozszerzona rzeczywistość sama w sobie nie ma znaczenia. Termin ten nabiera dopiero znaczenia jeśli skupimy na się na człowieku i jego percepcji postrzegania świata [1,s.98]. Rzeczywistości nie można zwiększyć, ale jej postrzeganie jak najbardziej. AR to nowe rewolucyjne narzędzie interakcji człowiek – komputer, które pozwala nałożyć na siebie informacje generowane komputerowo oraz obraz środowiska rzeczywistego. Rozwiązanie to może pomóc w wypełnieniu luki między produktami, rozwojem i produkcją, kreowaniem procesów, jakością, głównie z powodu możliwości ponownego wykorzystania i odtwarzania cyfrowych informacji i wiedzy przy jednoczesnym wspieraniu pracowników [16,s.6]. Rzeczywistość rozszerzoną rozumiemy jako bezpośredni lub pośredni widok świata fizycznego w czasie rzeczywistym, który został ulepszony/rozszerzony przez dodanie/nałożenie wirtualnie generowanej informacji przez komputer. Głównym celem rzeczywistości rozszerzonej jest zatem uproszczenie życia użytkownika poprzez dostarczenie wirtualnych informacji nie tylko do jego najbliższego otoczenia, ale także do jakiegokolwiek pośredniego spojrzenia na rzeczywisty świat, takich jak strumień wideo na żywo.

Koncepcja rzeczywistości rozszerzonej sięga lat 50 tych, gdy Morton Heilig - operator filmowy, zaczął rozważania o kinie jako działalności, która miałaby możliwość wciągnięcia widza do działania na ekranie, utrzymując wszystkie zmysły w skuteczny sposób. W 1962 r. Heilig zbudował prototyp swojej wizji, którą opisał w 1955 r. w „The Cinema of the Future” o nazwie Sensorama, która wyprzedzała cyfrowe przetwarzanie danych [2,s.4]. To jednak po raz pierwszy rozszerzona rzeczywistość została wykorzystana przez Toma Caudella. W 1990 r. poproszono go o ulepszenie drogich sposobów przedstawiania diagramów oraz urządzeń znakujących do kierowania pracownikami na hali produkcyjnej. Tom Caudell zaproponował wówczas zastąpienie wielkich tablic ze sklejką, które zawierały indywidualnie zaprojektowane instrukcje okablowania dla każdego samolotu, specjalnymi okularami do wirtualnej rzeczywistości wyświetlającymi określone schematy samolotu na tablicach, które dzięki temu stały się uniwersalne i wielozadaniowe [15,s.205]. Nie mniej jednak to ostatnie dwie dekady przyniosły znaczny rozwój dla rzeczywistości rozszerzonej i jej zastosowaniu w różnych dziedzinach życia.

2. ZASTOSOWANIA AUGMENTED REALITY

Technologia AR stosowana jest coraz częściej przy rozwiązywaniu złożonych problemów z produkcją, co jednak nie przekreśla zastosowania jej w innych dziedzinach. To właśnie skuteczna symulacja przed rzeczywistą operacją zagwarantuje, że można ją przeprowadzić od razu po raz pierwszy, eliminując tym samym wiele prób i przeróbek, nadmiernego zużycia materiałów, energii i pracy [18,s.98-100]. W obecnych czasach, ciężkich pod względem ekonomicznym, gdzie pracodawcy na każdym kroku szukają sposobów do oszczędności, tego typu rozwiązania stanowią interesującą przestrzeń do redukcji kosztów. Wykorzystanie AR w celu wsparcia pracy człowieka staje się już nie tylko istotne dla procesów produkcyjnych ale również dla pozostałych procesów [3, s.343].

Kontekst produkcji staje się coraz bardziej dynamiczny ze względu na wysoki poziom integracji z zaawansowanymi narzędziami informacyjnymi, zwłaszcza z urządzeniami mobilnymi [16,s.18]. Część wydajności zależy od efektywnej komunikacji w czasie rzeczywistym pomiędzy pracownikami a departamentem produkcji w ramach systemu produkcyjnego [2,s.754]. Systemy rzeczywistości rozszerzonej stają się teraz dojrzałymi technologiami stosowanymi w sektorze produkcyjnym jak również usługowym celem wzrostu wydajności firm w warunkach krótszych czasów realizacji i poprawy jakości procesów. Aktualne oprogramowanie AR umożliwia użytkownikom dynamiczną interakcję użytkownika z procesami produkcyjnymi, dzieląc się informacjami w czasie rzeczywistym ze środowiskiem pracy. Wkład, jaki systemy AR mogą zapewnić w ramach przemysłu produkcyjnego mogą być sklasyfikowane według kilku kryteriów, takich jak: urządzenia sprzętowe bardziej niż oprogramowanie; narzędzia dostarczone użytkownikowi; lub obszar produkcji gdzie są one stosowane [18,s.99] – rys.1

Nowe technologie są niezbędne dla rozwoju przedsiębiorstw, to właśnie one wyznaczają ten rozwój, im bardziej rozwinięta jest firma tym bardziej staje się atrakcyjna dla obecnych i

przyszłych klientów. W tym celu koncepcja AR pozwala nam na skorzystanie z takich rozwiązań jak:

- urządzenia przenośne (handheld devices) obecnie mamy do czynienia z boomem w zakresie urządzeń przenośnych takich jak smartfony, tablety, terminale, które przyspieszają adopcję AR. Urządzenia te mają coraz lepsze funkcje, wyświetlacze o wyższej rozdzielczości, wydajniejsze procesory, wysokiej jakości kamery z coraz szerszą gamą czujników zapewniających akcelerometr, GPS i funkcje kompasu, tworząc z nich idealne platformy do zastosowania AR i jej rozwoju,
- stacjonarne systemy AR są odpowiednie, gdy większy jest wyświetlacz lub wyższa rozdzielczość jest wymagana w stałej lokalizacji. W przeciwieństwie do mobilnych urządzeń AR, te nieruchome systemy mogą być wyposażone w bardziej zaawansowane systemy kamer i dlatego też mogą zapewnić bardziej precyzyjne rozpoznawanie ludzi i scen. Co więcej wyświetlacz często pokazuje bardziej realistyczne obrazy i nie jest tak bardzo podatny na działanie czynników środowiska otaczającego, takich jak światło słoneczne lub słabe oświetlenie,



Rys.1. Rzeczywistość rozszerzona w procesach produkcyjnych [5]

- w przeciwieństwie do wszystkich innych systemów, systemy przestrzennej rzeczywistości rozszerzonej (SAR) obejmują treści wirtualne wyświetlane bezpośrednio nad obrazem świata rzeczywistego. Każda fizyczna powierzchnia, taka jak ściany, biurka, drewniane bloki czy ludzkie ciało można przekształcić w interaktywny wyświetlacz. Wraz z miniaturyzacją projektorów, zmniejszaniem się kosztów i zużycia energii oraz postępowaniem w projekcji 3D pojawia się zupełnie nowy zakres interakcji i możliwości wyświetlania. Największą zaletą systemów SAR jest to, że zapewniają dokładniejsze odzwierciedlenie rzeczywistości, ponieważ pozwalają wizualizować wirtualną informację zachowując jej proporcje i rozmiar. Kolejną zaletą systemu przestrzennej rzeczywistości rozszerzonej jest możliwość uwidocznienia treści dla większej liczby odbiorców, a to umożliwia jednoczesną pracę wielu odbiorców w tym samym czasie,
- Google AR (head mounted displays HMD) stanowią przykład kolejnego szybko rozwijanego sprzętu AR. Składają się z zestawu słuchawkowego, takiego jak hełm w połączeniu z jednym lub kilkoma mikro wyświetlaczami. HMD umieszczają obrazy zarówno świata fizycznego, jak i obiektów wirtualnych nad polem widzenia użytkownika. Innymi słowy,

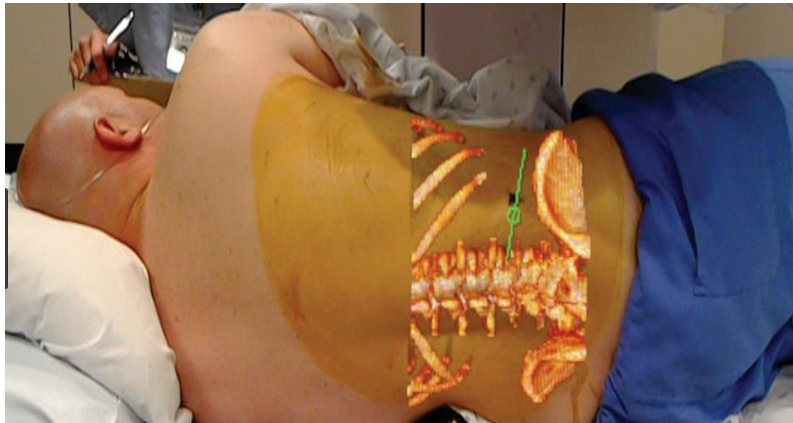
użytkownik nie widzi rzeczywistości bezpośrednio, ale widzi powiększony obraz wideo. Nowoczesne HMD są często zdolne do zastosowania czujników o sześciu stopniach swobody (pozwalające użytkownikowi swobodnie poruszać głowę do przodu, do tyłu, do góry, na dół, na lewo, na prawo, do tego dochodzi wysokość oraz odchylenia i przechylenia. Umożliwia to na dostosowanie wirtualnej rzeczywistości zgodnie z ruchami głowy użytkownika,

- inteligentne okulary (smart glasses) - to w istocie okulary wyposażone w ekrany, kamery i mikrofony. Rzeczywisty widok użytkownika jest przechwytywany, a rozszerzony widok jest ponownie wyświetlany w polu widzenia użytkownika. Obrazy są wyświetlane lub odczytywane z powierzchni soczewek okularów. Inteligentne okulary są również wyposażone w trójwymiarowe czujniki głębokości, umożliwiające użytkownikom fizyczną kontrolę nad wirtualną treścią wyświetlaną przed użytkownikiem,

Badania nad rozwojem rozszerzonej rzeczywistości w przemyśle produkcyjnym podlegają ciągłemu rozwojowi. Wraz z coraz większym zainteresowaniem korzystania z AR rosną też wymagania dotyczące między innymi wyższej dokładności, szybszej reakcji i odpowiedzi urządzeń AR, jak również ciągłego udoskonalania interfejsu użytkownika [26, s.196]. Wyzwaniem zatem staje się wdrożenie zintegrowanego narzędzia wspomaganego technologią AR, które może usprawnić procesy produkcyjne, produkt oraz sam proces rozwoju produktu prowadząc do szybszego uczenia się i skracania czasu potrzebnego na szkolenia nowych pracowników, a co za tym idzie, obniżenia kosztów i poprawę jakości [13,15,19,21]. Wielu badaczy z branży produkcyjnej jak również instytutów badawczych czy uniwersyteckich rozpoczęło badania na możliwością wykorzystania technologii AR w rozwiązywaniu bardziej złożonych i kompleksowych problemów z produkcją. Skuteczna symulacja przed rzeczywistą operacją zapewni, że proces fizyczny będzie można przeprowadzić od razu po raz pierwszy przy jednoczesnym wyeliminowaniu wielu prób, przeróbek. Takie podejście niewątpliwie pozwoli na redukcję kosztów ale również energii. Wirtualne prototypowanie pracy, wirtualna obróbka w sieci, montaż, diagnostyka to przyszłość, która rozwijać się będzie wraz z rozwojem technologii rzeczywistości rozszerzonej. Postęp w rozwoju technologii komputerowej, technologii produkcyjnej umożliwił użytkownikom na bezpośrednią interakcję z informacjami o produkcji związanej z procesami produkcyjnymi. Pozwala to operatorom na wykorzystanie swoich naturalnych zdolności przetwarzania przestrzennego do poczucia obecności w świecie rzeczywistym przy jednoczesnym odbieraniu wirtualnych informacji.

Możliwości wykorzystania technologii AR napotkać w zasadzie mogą tylko jedną barierę jaką jest kreatywność. W sferze rozważań pozostaje sprawa przepisów RODO i jego wpływu na swobodę korzystania z AR w terenie. Sama technologia w sobie otwiera zupełnie nowe, niespotykane wcześniej możliwości. Dlatego też, coraz chętniej rzeczywistość rozszerzona jest wykorzystywana już nie tylko w samej produkcji, która przez lata rozwijała tą technologię. Rzeczywistość rozszerzoną możemy spotkać w takich obszarach jak:

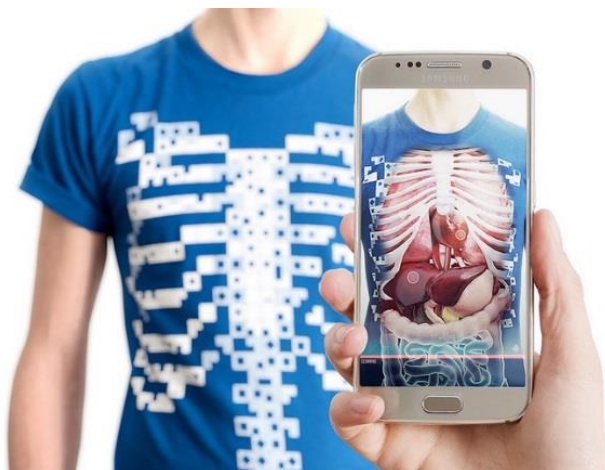
- Medycyna – rzeczywistość rozszerzona w medycynie bierze swoją motywację z potrzeby wizualizacji danych medycznych i pacjenta na tej samej fizycznej przestrzeni. Domena rzeczywistości rozszerzonej w medycynie znajduje się w obrazowaniu ultrasonograficznym. Za pomocą AR technik USG będzie w stanie renderowany (przedstawienie informacji zawartych w dokumencie elektronicznym w formie najbardziej właściwej dla danego środowiska np. w formie wizualizacji) wolumetrycznie obraz płodu wyświetlać bezpośrednio w brzuchu pacjentki w ciąży. To tylko jeden z przykładów gdzie w niedalekiej przyszłości będzie miała zastosowanie rzeczywistość rozszerzona w dziedzinie medycyny [4,s. 242], przykład z tego zakresu przedstawia rys.2



Rys.2. Rzeczywistość rozszerzona w medycynie [6]

- Wojsko – AR może być użyte do wyświetlania sceny prawdziwego pola walki uzupełnionego o stosowane adnotacje wysyłane przez dowództwo. Rozszerzona rzeczywistość oferuje pewną praktyczną przewagę nad wirtualną rzeczywistością. Osadzenie wirtualnych aplikacji szkoleniowych w istniejących placówkach szkoleniowych i prowadzenie szkoleń na żywo nie tylko redukuje modelowanie i renderowanie ale również zmniejsza wymagania i koszty infrastruktury [14,s.4]. Modelowanie dokładnego środowiska wirtualnego z nieznanymi dotąd wymogami szczegółowości takiego modelu czynią go bardzo kosztowną inwestycją. W przypadku rozszerzonej rzeczywistości obiekt utrzymałby naturalne sygnały dotykowe, które dostaje od ścian czy innych prawdziwych przedmiotów. Wirtualne środowiska często wymagają nienaturalnej nawigacji (np. opartej na joystickach) technologie AR to eliminują i pozwalają użytkownikowi chodzić normalnie, aczkolwiek wymagają dużego zakresu śledzenia [14,s.5].
- Wizualizacje/edukacja – AR umożliwia również wizualizację niewidocznych koncepcji lub zdarzeń przez nałożenie wirtualnych obiektów lub informacji na obiekty fizyczne lub środowisko[20].

Technologia AR może wspomagać uczniów w nauce poprzez wizualizację abstrakcyjnych pojęć naukowych lub nieobserwowalnych zjawisk takich jak np. przepływ powietrza lub pola magnetyczne, przez używanie wirtualnych obiektów, w tym cząstek, wektorów, symboli [15,s.209] – rys.3



Rys.3. Rzeczywistość rozszerzona w edukacji [9]

- Przemysł rozrywkowy – w grach AR została już zastosowana z powodzeniem nie tylko dla samej rozrywki z gry ale również w celu zwiększenia ważnych aspektów gry w życiu sportowym na żywo. W takich przypadkach gdzie mamy do czynienia z dużą publicznością (wydarzenia sportowe) AR może służyć reklamodawcom do wyświetlania reklam [15,s.208].
- Robotyka – Rozszerzona rzeczywistość to idealna platforma do współpracy pomiędzy człowiekiem i robotem. Robotyka medyczna oparta na AR. Zdalna manipulacja przy użyciu AR dla robotyki została już opracowana. Roboty mogą prezentować złożone informacje za pomocą AR do komunikacji z ludźmi.
- Marketing – W obszarze marketingu rzeczywistość rozszerzona została po raz pierwszy użyta w reklamie branży motoryzacyjnej. Niektóre firmy wydrukowały specjalne ulotki, które automatycznie rozpoznane przez kamery internetowe generowały trójwymiarowy model samochodu na ekranie. Takie podejście rozprzestrzeniło tego typu reklamę na inne produkty, zaczynając od gier komputerowych a kończąc na filmach, nutach czy nawet meblach. Wszechobecny kod QR jest bardzo prostym przykładem takiej rozszerzonej rzeczywistości: czarno biała ilustracja zmienia się w bardziej złożone informacje podczas analizy przez telefon czy komputer.
- Turystyka – The Archeoguide, dziedzictwo kulturowe oparte na AR. Połączenie wirtualnych informacji o zabytkach i dziedzictwie kulturowym z fizycznym wyświetlaniem ich na zabytkach. Technologia rzeczywistości rozszerzonej zastosowana w celu zwiększenia atrakcyjności turystyki kulturalnej w tym turystyki historycznej na urządzeniach mobilnych [19,s.53]. Kolejnym etapem jest projekt Augmented City - przewodnik turystyczny oparty na technologii AR. Projekt interfejsów skierowany na wycieczki z wirtualnym przewodnikiem [1,s.634]- Rys.4



Rys.4. Rzeczywistość rozszerzona w turystyce [7]

- Urbanistyka i inżynieria lądowa – rzeczywistość rozszerzona jednym ze sposobów wspierania decyzji w obszarze architektury i projektowaniu wnętrz. W tym celu rzeczywistość rozszerzona przedstawiana jest jako system konstruowania współpracy projektowania aplikacji opartych na rozproszonym AR a mianowicie na zbadaniu relacji między postrzeganiem przestrzeni architektonicznej i systemów konstrukcyjnych w celu poprawy metod budowy, kontroli i renowacji architektury, przedstawia to Rys.4. Wizualizacja projektów architektonicznych w środowisku zewnętrznym [1, s.636] – Rys.5



Rys.5. Rzeczywistość rozszerzona w inżynierii lądowej [8]

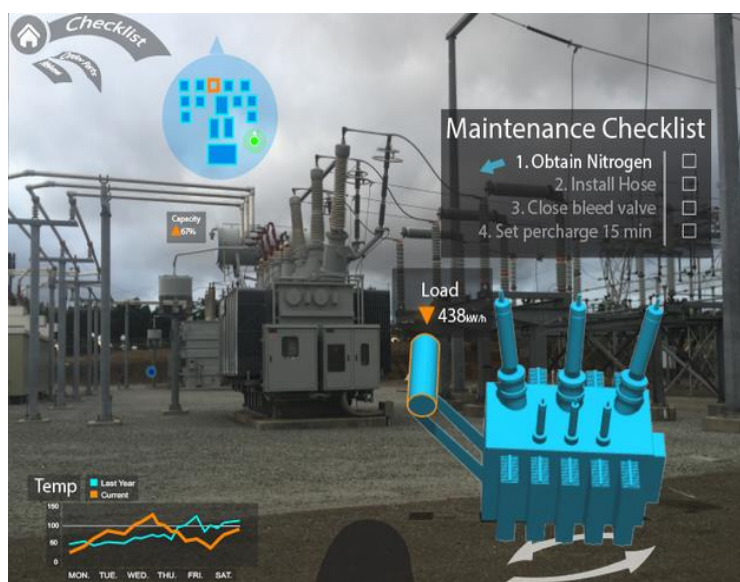
Wymienione powyżej przez autorów obszary, w których zastosowana jest rzeczywistość rozszerzonej nie są jedynymi obszarami, autorzy wybrali je też ze względu na podobieństwo i wykorzystanie tej technologii w obszarze dystrybucji energii elektrycznej.

3. RZECZYWISTOŚĆ ROZSZERZONA W SEKTORZE ENERGETYCZNYM

Rozważania nad zastosowaniem AR w sektorze energetycznym należy zacząć od możliwości prowadzenia nauki i szkoleń przy wykorzystaniu tego typu rozwiązań. Praktyki laboratoryjne są istotną częścią nauczania w inżynierii. Jednak tradycyjne lekcje laboratoryjne opracowywane w laboratoriach szkolnych muszą być dostosowane do strategii nauczania i uczenia się, które wykraczają daleko poza wspólną koncepcję e-learningu, w tym sensie, że całkowicie zwirtualizowane kształcenie na odległość rozłącza nauczycieli i studentów od prawdziwego świata, co potrafi generować określone problemy na zajęciach laboratoryjnych. Obecne propozycje laboratoriów wirtualnych i laboratoriów zdalnych nie uwzględniają odpowiednio nowych potrzeb, ani nie przyczyniają się do znacznej poprawy w tradycyjnych laboratoriach – poza tym, że preferują szkolenia na odległość. Dlatego nauczanie i uczenie się w trybie online w praktyce laboratoryjnej wymaga dalszego kroku poza obecne standardy. Odpowiedzią na to jest rozszerzona rzeczywistość i nowe koncepcje nauczania/uczenia się zakresie praktyk laboratoryjnych w inżynierii. System laboratoriów oparty na rozszerzonej rzeczywistości tzw. rozszerzone laboratorium zdalne umożliwia wykładowcom, nauczycielom i uczniom oraz słuchaczom pracę zdalną w bieżącym laboratorium uczelnianym lub firmowym opartą o elementy wirtualne, które wchodzi w interakcję z elementami świata rzeczywistego [13,s.12]. Podobne wykorzystanie technologii rzeczywistości rozszerzonej w sektorze energetycznym do kształcenia i szkolenia pracowników winna przynieść pozytywne rezultaty, obniżyć koszty takich szkoleń, i nie trzeba będzie inwestować w infrastrukturę jak również wyposażenie pomocnicze. Gotowa do głębokiej transformacji edukacji rzeczywistość rozszerzona może zmniejszyć przeciążenia poznawcze pracowników sektora energetycznego w trakcie szkoleń. Zapewnienie idealnych warunków do nauki i doskonalenia umiejętności przyczyni się do wzrostu konkurencyjności przedsiębiorstw sektora energetycznego. Ważny jest tutaj także aspekt podnoszenia bezpieczeństwa obsługi planowej oraz likwidowanie awarii poprzez wsparcie AR. Sektor energetyczny to również cała infrastruktura architektoniczna towarzysząca procesom jakie tam zachodzą. Przeniesienie AR na tę płaszczyznę przyczyni się do poprawy różnych etapów budowy i projektowania. Ta zaawansowana technologia zapewni znaczące korzyści dzięki symulacji i wizualizacji poprzez zezwolenie obserwatorowi do interakcji jednocześnie z rzeczywistym i wirtualnym obiektem. Możliwość monitorowania postępu budowy według porównania stanu projektu z planowanym i wybudowanym (Rys.5). Chociaż zastosowanie rozszerzonej rzeczywistości w projektach budowlanych ogromnie wzrosło przez ostatnie lata to jednak dalej na tym obszarze technologia ta znajduje się w fazie badań, a ich pełny potencjał nie został jeszcze w pełni osiągnięty. To jednak wykorzystanie nawet na obecnym etapie rozwoju rozszerzonej rzeczywistości może przynieść wymierne korzyści [17,s. 3] – Rys.6



Rys.6. Rzeczywistość rozszerzona w energetyce [10]



Rys.7. Rzeczywistość rozszerzona w energetyce [11]

Rozbudowa infrastruktury do dystrybucji energii elektrycznej mogła by się również odbywać przy wykorzystaniu rzeczywistości rozszerzonej. Współpraca reprezentacji danych geograficznych i manipulacji w AR przy wyznaczaniu biegu nowych linii przesyłu energii elektrycznej może nie tylko obniżyć koszty w porównaniu do tradycyjnych sposobów wyznaczania, ale również przyspieszyć cały proces. AR można wykorzystać do planowania tych procesów w terenie miejskim bez ingerencji w przygotowanie odpowiednio wcześniej terenu (etap wyznaczania). Technologia AR pozwala również na demonstrację barier ekologicznych i pokazanie ich lokacji bezpośrednio na krajobrazie otaczającym. W tym przypadku mamy do czynienia z integracją dobrze znanej technologii GIS z rzeczywistością rozszerzoną i realistycznej wizualizacji krajobrazu w oparciu właśnie o tą integrację. AR w tym przypadku użyte jest do prezentowania modelowych zmian krajobrazu opartych na modelu GIS w środowisku impresyjnym. Prowadzenie prac serwisowych i napraw na infrastrukturze w ramach działalności przedsiębiorstw

sektora energetycznego w ramach rzeczywistości rozszerzonej przyniosłoby również wiele korzyści i oszczędności. Wskazówki w czasie dokonywania napraw uszkodzonych części jakie może dostawać pracownik w ramach AR przyczyni się nie tylko do poprawy bezpieczeństwa pracownika ale również przyczyni się do szybkości dokonywania napraw, rozwiązanie to prezentuje rys.7.

4. WNIOSKI

Rzeczywistość rozszerzonej może stać się sprawnym narzędziem przy ocenie efektywnościowych aspektów pracy systemu elektroenergetycznego i może być dobrym uzupełnieniem w trakcie podejmowania decyzji przy ustalaniu kierunków rozwoju sieci wszystkich rodzajów [23,s.16]. Jest to szczególnie istotne przy podejmowaniu decyzji związanych z przyrostem mocy wytwórczych – rys.8.



Rys.8. Rzeczywistość rozszerzona w energetyce [12]

Technologia AR może przewyciężyć opisane powyżej ograniczenia, ponieważ nie ma potrzeby modelowania całego realnego świata, zmniejszając w ten sposób wysoki koszt pełnej kreacji świata w ramach wirtualnej rzeczywistości, zarówno pod względem przygotowania jak i czasu do obliczeń. Co ważniejsze rzeczywistość rozszerzona wzmacnia interakcję między systemami i użytkownikami poprzez zezwolenie im na naturalne manipulowanie przedmiotami. Dlatego też AR stała się najbardziej obiecującym podejściem w celu ułatwienia procesów montażu mechanicznego, którego złożoność może być ogromna. W ciągu ostatnich dwóch dekad rzeczywistość rozszerzona udowodniła swoją zdolność do integracji różnych modalności w rzeczywistym czasie środowiska „montażowego”. Każdego dnia powstają nowe aplikacje służące do rozwoju technologii AR, każdego dnia technologia ta znajduje coraz więcej obszarów, w których może być stosowana.

W artykule przedstawiono tylko niektóre obszary w których stosuje się z powodzeniem rzeczywistość rozszerzoną, które są istotne już nie tylko dla społeczności produkcyjnej ale dla całego społeczeństwa. Należy zaznaczyć, że autorzy pracują już nad wykorzystaniem rozwiązań AR dla energetyki – w pierwszej kolejności będą to propozycje dotyczące szkolenia oraz

wykonywania prac pod napięciem, jako pierwszego etapu docelowego rozwiązania jakim stałoby się Centrum Symulacji Elektroenergetycznych [24,s.177-182]. Autorzy są przekonani, że takie działania są jak najbardziej celowe i uzasadnione. Dowodem na to są już liczne wdrożenia omawianej technologii w wielu sektorach gospodarki, jest to dodatkowy argument aby i sektor elektroenergetyczny w Polsce posługiwał się tą technologią. Artykuł podkreśla znaczenie projektowania i rozwoju AR dla intuicyjnego i skutecznego rozwoju tej technologii, która nie wątpliwie wniesie wiele pozytywnych efektów w trakcie jej użytkowania na polu inżynieryjnym, ale również w ramach użytkowania przez praktycznie wszystkich zainteresowanych tą technologią.

LITERATURA

- [1] Allbach B., Memmel M., Zeile P., Streich B., *Mobile Augmented City – New Methods for Urban Analysis and Urban Design Process by using Mobile Augmented Reality Services*, Real Corp 2011: Change for stability: Lifecycles of Cities and Regions.
- [2] Carmigniani J., Furht B., *Augmented Reality: An Overview*, w: Furht B., *Handbook of Augmented Reality*, 2014..
- [3] Carmigniani J., Furht B., Anisetti M., Ceravolo P., Damiani E., Ivkovic M., *Augmented reality technologies, system and applications*, *Multimed Tools Appl* (2011) 51.
- [4] Ha Ho-Gun, Hong J., *Augmented Reality in Medicine*, Hanyang Medical Reviews, Hanyang University College of Medicine, Institute of Medical Science, 2016.
- [5] [https://www.google.pl/search?tbm=isch&q=augmented+reality+in+production&chips=q:augmented+reality+in+production,online_chips:assembly&sa=X&ved=0ahUKEwi53N6fmtDfAhUYfd4KHZzTAj4Q4IYIKSgD&biw=1600&bih=799&dpr=1#imgdii=4BufRTTDH8VVWM:&imgcr=i14MmOVppcPGbM:](https://www.google.pl/search?tbm=isch&q=augmented+reality+in+production&chips=q:augmented+reality+in+production,online_chips:assembly&sa=X&ved=0ahUKEwi53N6fmtDfAhUYfd4KHZzTAj4Q4IYIKSgD&biw=1600&bih=799&dpr=1#imgdii=4BufRTTDH8VVWM:&imgcr=i14MmOVppcPGbM: data pobrania 03/01/2019) data pobrania 03/01/2019.
- [6] [https://www.google.pl/search?biw=1600&bih=799&tbm=isch&sa=1&ei=SEgtXMP-PBoTW8QXInLrgAg&q=augmented+reality+in+surgery&oq=augmented+reality+in+surg&gs_l=img.1.0.0i19.129484.130345..131875...0.0..0.430.1563.3-3j1.....0....1..gws-wizimg.....0i30i19j0i8i30i19.yDW6haXBatg#imgcr=Q4010iv8B85bbM:](https://www.google.pl/search?biw=1600&bih=799&tbm=isch&sa=1&ei=SEgtXMP-PBoTW8QXInLrgAg&q=augmented+reality+in+surgery&oq=augmented+reality+in+surg&gs_l=img.1.0.0i19.129484.130345..131875...0.0..0.430.1563.3-3j1.....0....1..gws-wizimg.....0i30i19j0i8i30i19.yDW6haXBatg#imgcr=Q4010iv8B85bbM: data pobrania 03/01/2019) data pobrania 03/01/2019.
- [7] [https://www.google.pl/search?biw=1600&bih=799&tbm=isch&sa=1&ei=iU-stXLjEJcb98QWNn56YDw&q=augmented+reality+in+turism&oq=augmented+reality+in+turism&gs_l=img.3...50708.54480..54763...2.0..1.1366.4221.3-2j0j2j1j1.....0....1..gws-wiz-img.....0i19.pz_N-AFCRY0#imgcr=TF_ixGicqvtt_M:](https://www.google.pl/search?biw=1600&bih=799&tbm=isch&sa=1&ei=iU-stXLjEJcb98QWNn56YDw&q=augmented+reality+in+turism&oq=augmented+reality+in+turism&gs_l=img.3...50708.54480..54763...2.0..1.1366.4221.3-2j0j2j1j1.....0....1..gws-wiz-img.....0i19.pz_N-AFCRY0#imgcr=TF_ixGicqvtt_M: data pobrania 03/01/2019) data pobrania 03/01/2019.

- [8] https://www.google.pl/search?biw=1600&bih=799&tbm=isch&sa=1&ei=Xk4tXKvi-BYL78gXCu5PQBQ&q=augmented+reality+in+land+engeeniering&oq=augmented+reality+in+land+engeeniering&gs_l=img.3...199.9453..9725...18.0..1.2403.7910.3-5j5j7-1j0j1.....0....1..gws-wiz-img.....0i19j0i30i19.7txvTpU28x8#imgdii=c7y2fuNp7wDIqM:&imgcr=OwOe4zbv3AtOBM: data pobrania 03/01/2019.
- [9] https://www.google.pl/search?tbm=isch&q=augmented+reality+in+educa-tion&chips=q:augmented+reality+in+education,online_chips:training&sa=X&ved=0ahU-KEwjYnZTzpdDfAhWE-ErWKHb_AAE4Q4IYIKCgC&biw=1600&bih=799&dpr=1#imgcr=f6wuvrRdXze7eM: data pobrania 03/01/2019.
- [10] https://www.google.pl/se-arch?biw=1600&bih=799&tbm=isch&sa=1&ei=91AtXL2qHsL08gXO8oTABA&q=augmented+reality+in+electricity&oq=augmented+reality+in+electricity&gs_l=img.3...413260.415831..416139...0.0..0.455.3412.3-8j1.....0....1..gws-wiz-img.nNK4gZPU0S4#imgcr=P5RH4UEebOBUiM: data pobrania 03/01/2019.
- [11] https://www.google.pl/se-arch?biw=1600&bih=799&tbm=isch&sa=1&ei=91AtXL2qHsL08gXO8oTABA&q=augmented+reality+in+electricity&oq=augmented+reality+in+electricity&gs_l=img.3...413260.415831..416139...0.0..0.455.3412.3-8j1.....0....1..gws-wiz-img.nNK4gZPU0S4#imgdii=n0yq4ANcW9VsJM:&imgcr=P5RH4UEebOBUiM: data pobrania 03/01/2019.
- [12] https://www.google.pl/se-arch?biw=1600&bih=799&tbm=isch&sa=1&ei=91AtXL2qHsL08gXO8oTABA&q=augmented+reality+in+electricity&oq=augmented+reality+in+electricity&gs_l=img.3...413260.415831..416139...0.0..0.455.3412.3-8j1.....0....1..gws-wiz-img.nNK4gZPU0S4#imgcr=F6RyiQS_nbf9JM: data pobrania 03/01/2019.
- [13] Liarokapis F., Mourkoussis N., White M., Darcy J., Sifniotis M., Petridis P., Basu A., Lister P.F., *Web3D and augmented reality to support engineering education*, World Transformation on Engineering and Technology Education, Vol. 3, No. 1, 2004.
- [14] Livingston M. A., Rosenblum L.J., Brown D. G., Schmidt G. S., Julier S. J., Baillot Y., Swan II J. E., Ai Z., Maassel P., *Military Applications of Augmented Reality*, Handbook of Augmented Reality 2011.
- [15] Mekni M., Lemieux A., *Augmented Reality: Applications, challenges and future trends*, Applied Computational Science, Proceedings of the 13-th International Conference on Applied Computer and Applied Computational Science (ACACOS'14), Kuala Lumpur 2014, s.205.

- [16] Nee A., Y., C., Ong S., K., Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing, 7-th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and control, International Federation of Automatic Control, Saint Petersburg 2013, s. 15.
- [17] Rankhoi S., Waugh L., *Review and analysis of augmented reality literature for construction industry*, Visualization in Engineering 2013, 1-9.
- [18] Rentzos L., Papanastasiou S., Papakostas N., Chryssolouris G., Augmented Reality for Human-based Assembly: Using Product and Process Semantics, 12-th IFAC Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human – Machine Systems, Las Vegas 2013, s. 98.
- [19] Schall G., Mendez E., Kruijff E., Veas E., Junghanns S., Reitingner B., Schmalstieg D., *Hanheld Augmented Reality for underground infrastructure visualization*, Personal and Ubiquitous Computing, Volume 13 issue 4 may 2009.
- [20] Schmalstieg D., Fuhrmann A., Hesina G., Bridging Multiple User Interface Dimensions with Augmented Reality, IEEE 2000. https://data.icg.tugraz.at/~dieter/publications/Schmalstieg_039.pdf. data pobrania 03/01/2019.
- [21] Schmalstieg D., Fuhrmann A., Hesina G., Zsalavari Z., Miguel Encarnacao L., Gervautz M., Purgathofer W., *The Studierstube Augmented Reality Project*, Presence, vol. 11, No. 1, February 2002, Massachusetts Institute of Technology 2002.
- [22] Speicher M., Hall B.D., Yu A., Zhang B., Zhang H., Nebeling J., Nebeling M., XD-AR Challenges and Opportunities in Cross-Device Augmented Reality Application Development, 2008.
- [23] Szkutnik J.: Strategiczne cele i efekty zarządzania dystrybucją energii elektrycznej w przedsiębiorstwach energetycznych, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2006.
- [24] Szkutnik J.: Perspektywy i kierunki rozwoju system elektroenergetycznego, PAN Oddział w Katowicach, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 2011
- [25] Vlahakis V., Ioannidis N., Karigiannis J., Tsotros M., Gounaris M., Stricker D., Gleue T., Daehne P., Almeida L., *Archeoguide: An Augmented Reality Guide for Archeological Sites*, Computer Graphics in Art History and Archeology, September/October 2002.
- [26] Zhou F., Been-Lin Duh H., Billingham M., Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display, A review of ten years of ISMAR, 2008.

AUGMENTED REALITY AS AN ESSENTIAL ELEMENT OF INNOVATION IN OPERATIONAL AND EXECUTIVE PROCESS OF ELECTRIC ENERGY DISTRIBUTION COMPANIES

Key words: augmented reality, AR, service visualisation, virtual trainings

Summary. Augmented reality aims at simplifying the user's life bringing virtual information not only to his immediate surrounding, but also to any indirect view of the real-world environment, such as live-video stream. AR enhances the user's perception of and interaction with the real world. While virtual reality technology completely immerse users in a synthetic world without seeing the real world, AR technology augments the sense of reality by superimposing virtual objects and cues upon the real world in real time. The authors using the existing applications in many areas, propose this new technology to be implemented in electric distribution sector, in the operations infrastructure network, equipment operations, training procedures.

Sylwestrzak Piotr mgr w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej im Angelusa Silesiusa, Instytut Przyrodniczo – Techniczny, ul. Zamkowa 4, 58-300 Wałbrzych, Tel: +48 74 6419200, e-mail: psylwestrzak@pwsz.com.pl

Szkutnik Jerzy prof. w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej im Angelusa Silesiusa, Instytut Przyrodniczo – Techniczny, ul. Zamkowa 4, 58-300 Wałbrzych, Tel: +48 74 6419212, e-mail: jszkutnik@pwsz.com.pl