

# Analysis of the functionality of voice and video communication systems

## Analiza funkcjonalności systemów komunikacji głosowej i wizyjnej

Aleksandra Piątkowska

*Department of Computer Science, Lublin University of Technology, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Poland*

### Abstract

The article contains a comparison of the functionality and qualitative verification of voice and video communication systems, through tests of voice message shift in time, at different data speed, tests of system use cases and the study of the popularity of applications in various environments and age groups, thanks to an electronic survey. The systems examined were: Microsoft Teams, Zoom, Signal, WhatsApp, Cisco Webex Meetings. The following hypothesis was made: Voice and video communication systems are very popular systems among users, and their functional capabilities are similar.

*Keywords:* system functionality; voice and video communication systems; quality check

### Streszczenie

Artykuł zawiera porównanie funkcjonalności i sprawdzenie jakościowe systemów komunikacji głosowej i wizyjnej, przez testy przesunięcia komunikatu głosowego w czasie o różnej prędkości transmisji danych, testy przypadków użycia systemów oraz badanie popularności aplikacji w różnych środowiskach i grupach wiekowych, dzięki elektronicznemu badaniu ankietowemu. Systemy poddane analizie to: Microsoft Teams, Zoom, Signal, WhatsApp, Cisco Webex Meetings. Postawiono następującą hipotezę: Systemy komunikacji głosowej i wizyjnej są popularnymi systemami wśród użytkowników i posiadają podobne możliwości funkcjonalne.

*Słowa kluczowe:* funkcjonalność systemu; systemy komunikacji głosowej i wizyjnej; ocena jakości

Corresponding author

Email address: [aleksandra.piatkowska@onet.com.pl](mailto:aleksandra.piatkowska@onet.com.pl), (A. Piątkowska)

©Published under Creative Common License (CC BY-SA v4.0)

## 1. Wstęp

Systemy komunikacji głosowej i wizyjnej to aplikacje, dzięki którym użytkownicy mogą komunikować się ze sobą na odległość poprzez pisanie, dzwonienie, przeprowadzanie różnego rodzaju wideokonferencji. Od lat notuje się wzrost popytu na technologie do komunikacji na odległość. Rok 2021, w którym wybuchła pandemia COVID-19 pokazał, że społeczeństwo w szkole i pracy musi posilkować się zdalnymi systemami komunikacji głosowej i wizyjnej. Dorośli i dzieci zostali w pewnym sensie zmuszeni do nauki obsługi tych systemów i korzystania z nich. Trudno sobie wyobrazić, by młodzież nie uczęszczała na zajęcia, a na czas pandemii nauka została wstrzymana, dlatego właśnie aplikacje do komunikacji okazały się świetnym rozwiązaniem. Na szczęście dają one ogromne możliwości, a od czasu pandemii twórcy aplikacji stworzyli wiele nowych funkcjonalności, udoskonalając ich użytkowanie.

Wyzwanie postawione w celu realizacji artykułu to zbadanie jakości i użyteczności systemów komunikacji głosowej i wizyjnej, podsumowanie ich funkcjonalności oraz zbadanie opóźnień czasowych komunikatu głosowego na różnej prędkości transmisji danych oraz uzasadnienie hipotezy: Systemy komunikacji głosowej i wizyjnej są popularnymi systemami wśród użytkowników i posiadają podobne możliwości funkcjonalne.

## 2. Systemy komunikacji głosowej i wizyjnej

Systemy to usługi chmurowe, posiadające różnego rodzaju narzędzia oraz usługi do współpracy w zespole. Definicja takich systemów, z jaką najczęściej się spotykamy to: „*Program komputerowy pozwalający na przesyłanie natychmiastowych komunikatów (komunikacja natychmiastowa – ang. instant messaging) pomiędzy dwoma lub większą liczbą komputerów, poprzez sieć komputerową, zazwyczaj Internet.*” [1]

Systemy komunikacji wizyjnej i głosowej to aplikacje, których na rynku w ciągu ostatnich lat pojawiło się bardzo dużo. Podstawą zwiększenia ich liczby było ogromne zapotrzebowanie na wszelkiego rodzaju usługi zdalnej komunikacji oraz przekazywania informacji na odległość.

Wśród komunikatorów występują np.: Skype, Microsoft Teams, Facebook Messenger, Viber, TeamSpeak, Discord, LINE, WhatsApp, Signal, Telegram, Zoom, Cisco Webex, Theema, Wire oraz wiele innych. W artykule zbadano część popularnych systemów, których używa się w szkołach, na uczelniach, w korporacjach jak: Microsoft Teams, Zoom, WhatsApp oraz te mniej znane użytkownikom jak: Signal, Cisco Webex, by zbadać występujące między nimi różnice.

Na temat niektórych systemów i ich wykorzystania np. w szkołach można znaleźć wiele artykułów. Jednym z nich jest *WhatsApp goes to school: Mobile instant messaging between teachers and students* [2]. Zbadano w nim aplikację WhatsApp, stwierdzając iż nie spraw-

dza się ona w szkole. Niektórzy uczniowie nie posiadali smartfonów lub odpowiedniego systemu, by zainstalować aplikację, nauczyciele z kolei irytowali się natłokiem wiadomości od uczniów (wielu uczniów spodziewało się całodobowej dostępności nauczycieli). W artykule autor jako mocną stronę aplikacji określa niski koszt systemu, dostępność i natychmiastowość interakcji. Wskazuje jednak, iż jest to aplikacja do użytku prywatnego.

Systemy poddano analizie i przeprowadzono już badania, ale wciąż istnieje wiele obszarów i funkcjonalności, które nie zostały zbadane. Podobne badanie części systemów Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, WebEx Teams i GoToMeeting zostało wykonane w artykule *Updated Comparative Analysis on Video Conferencing Platforms- Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, WebEx Teams and GoToMeetings* [3]. Zbadano jednak tylko część funkcjonalności. Autor wyciągnął ważne wnioski, iż w każdej aplikacji pojawiają się wady, natomiast największym priorytetem powinny być funkcjonalności bezpieczeństwa aplikacji.

Następny artykuł badający możliwości systemów takich jak: Zoom, Skype, Microsoft Teams i WhatsApp to *Evaluating videoconferencing systems for the quality of the educational experience* [4]. Systemy zbadano pod kątem nauki online i ich użyteczności w nauczaniu na odległość.

### 3. Analiza porównawcza systemów

Do obróbki wyników użyto statystyki matematycznej. W przypadku ankiety liczono np. procentową liczbę osób, znających dany system i nieznających danego systemu itd. Analiza ankiety zawiera również graficzną prezentację danych statystycznych, czyli wykresy słupkowe, kołowe, pierścieniowe i kolumnowe, w celu zwizualizowania wyników ankiety.

Analiza funkcjonalności zawiera wyliczenia procentowe pokazujące, który system posiada największy procent funkcjonalności, a który najmniejszy oraz wyliczenie różnic w dostępności funkcjonalności między systemami.

W skład analizy badania danych osobowych pobieranych w aplikacjach, wchodzi również wykresy słupkowe, aby w odpowiedni sposób zwizualizować proporcje między pobieraniem różnego rodzaju danych.

Przeanalizowano również czas dotarcia komunikatu głosowego na różnej prędkości łącza do odbiorcy. Z 10 pomiarów obliczono średnie opóźnienie dotarcia komunikatu dla każdego systemu i dla różnych prędkości. Następnie przedstawiono dane na wykresach i obliczono różnice procentowe między przesunięciami w aplikacjach.

#### 3.1. Analiza porównawcza wymaganych danych osobowych w systemach

Każdy system na etapie instalacji oraz wstępnej konfiguracji prosi o podanie danych osobowych. Na potrzeby artykułu pokazano jakie dane zbierają badane systemy.

Na temat niektórych systemów i ich bezpieczeństwa powstały już artykuły naukowe. Jeden z ciekawszych

dotyczy WhatsApp. System posiada zróżnicowane opinie, jeśli chodzi o bezpieczeństwo aplikacji. Artykuł *Insecure Whatsapp Chat History, Data Storage and Proposed Security* podkreśla, że system jest dobrze zabezpieczony z sieci, ale przypomina też, że w przeszłości wiadomości w pamięci lokalnej nie były skutecznie zabezpieczone [5]. Aplikacja posiadała nieodpowiedni algorytm, co powodowało lukę. WhatsApp poprawił swoje działanie, natomiast specjaliści od bezpieczeństwa IT wciąż o tym pamiętają.

Aby poprawnie sprawdzić, jakie dane są przetwarzane w aplikacji, przygotowano tabelę 1. z wykorzystaniem danych osobowych, których wymaga się przy instalacji (1 – „wymagane”, 0 – „niewymagane”). Na etapie instalacji systemów weryfikowano poniższe informacje: adres email, imię, nazwisko, datę urodzenia, kraj, adres, listę kontaktów, lokalizację, pesel i numer telefonu.

Tabela 1: Dane przetwarzane we wszystkich badanych systemach (opracowanie własne)

Dane	MS Teams	Zoom	Signal	WhatsApp	Cisco Webex
Adres e-mail	1	1	0	0	1
Imię	1	1	1	1	1
Nazwisko	1	1	0	0	1
Data urodzenia	1	1	0	0	0
Kraj	1	0	0	1	0
Adres	0	0	0	0	0
Lista kontaktów	0	0	1	1	0
Lokalizacja	0	0	0	0	0
Pesel	0	0	0	0	0
Numer telefonu	0	0	1	1	0
<b>Wynik</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

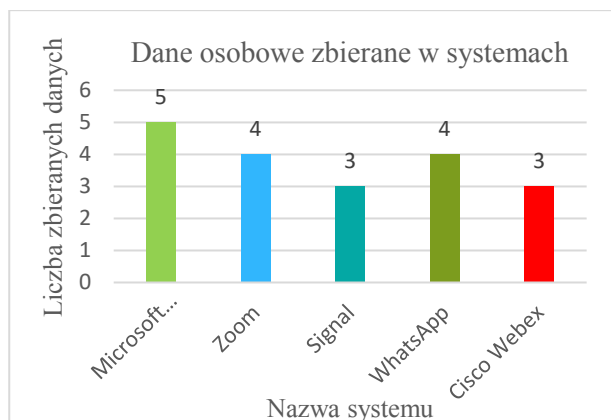
Po przeanalizowaniu powyższych danych widać wyraźnie, iż systemy otrzymały różne wyniki. Najniższy wynik (3 na 10) otrzymali Signal i Cisco Webex, co świadczy o tym, że systemy te zbierają najmniej danych osobowych i danych wrażliwych. Zoom i WhatsApp uzyskali wynik 4 na 10. Microsoft Teams natomiast wymaga od nowego użytkownika podania aż 5 danych osobowych.

Na Rysunku 1 pokazano dane osobowe zbierane przez systemy.

Na Rysunku 1 można zobaczyć, jak prezentują się wyniki. Wyraźnie widać dużą różnicę między systemami, które zbierają najmniej danych jak Signal, czy Cisco Webex, a Microsoft Teams, który zbiera ich najwięcej (Rysunek 1).

Warto zauważyć też, jakie to dane. Informacją, której wymagała każda z aplikacji było imię, natomiast dane niewymagane w żadnej aplikacji to adres, lokalizacja i pesel. Są to najważniejsze dane i nie powinny być zbierane przez aplikacje. Osoba niepożądana poznawszy lokalizację/adres użytkownika aplikacji mogłaby bez problemu go odnaleźć. Pesel jako indywidu-

alny identyfikator także nie powinien dostać się w niepowołane ręce.



Rysunek 1: Wizualizacja danych osobowych zbieranych w systemach (opracowanie własne).

Signal, który zbiera najmniej danych wymaga podania imienia, listy kontaktów i numeru telefonu, a Cisco Webex – imienia, nazwiska i adresu e-mail, co sprawia, że łatwiej zidentyfikować tożsamość osoby w Cisco Webex. W powyższym badaniu najlepiej wypada właśnie Signal, mimo tej samej liczby zbieranych danych. Microsoft Teams zbiera takie dane jak: adres e-mail, imię, nazwisko, data urodzenia, kraj. Jest to bardzo duża ilość danych wymaganych przy instalacji systemu, które ułatwiają identyfikację użytkownika.

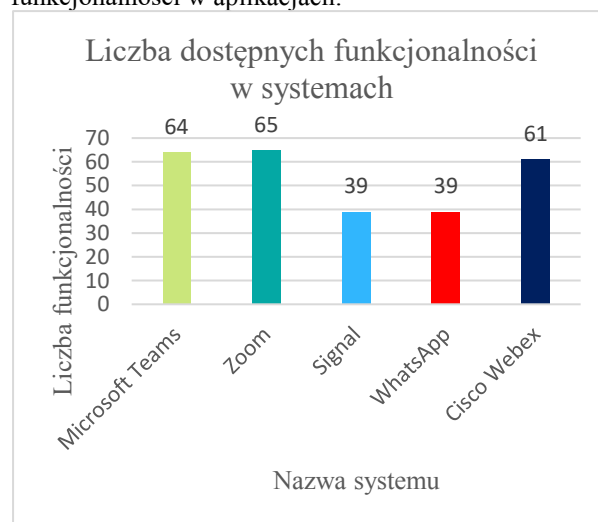
### 3.2. Analiza porównawcza ilości funkcjonalności

Celem tego badania było zebranie informacji na temat funkcjonalności występujących w badanych systemach. Aby poprawnie przeprowadzić badanie konieczna była instalacja wszystkich systemów i testowanie aplikacji poprzez ich użycie.

Każdy system zbadano pod kątem 68 funkcjonalności. Funkcjonalności jakie zostały zbadane to: Szyfrowanie połączeń, kompatybilność z Outlook, kompatybilność z MS Office, kompatybilność z kalendarzem, dodawanie emotikon, wysyłanie gifów, usuwanie wysłanych wiadomości, zapisywanie obrazów wysłanych na czacie, edytowanie wysłanych wiadomości, wysyłanie zdjęć/obrazów, przechowywanie historii wiadomości, wysyłanie plików multimedialnych, zmiana czcionki, dodawanie kontaktów, możliwość blokowania kontaktów, możliwość dodania własnego tła do wideokonferencji, zmiana tła już istniejącego w programie w wideokonferencji, przypomnienie o nadchodzącym spotkaniu, planowanie spotkań cyklicznych, funkcja asystenta planowania spotkania, wyciszenie/wyłączenie mikrofonu, wyłączenie kamery, edytowanie spotkań, usuwanie spotkań, zapraszanie członków do kanału, edycja kanałów, usuwanie uczestnika z kanału, efekty specjalne, szyfrowany czat, znikanie wiadomości po odczytaniu, darmowa wersja, prowadzenie wideokonferencji, prowadzenie rozmów głosowych, wbudowany czat, możliwość tworzenia grup czatowych, tworzenie pokoi i grupowania osób podczas wideokonferencji, przydzielanie ról prowadzącego spotkanie, usuwanie

uczestnika ze spotkania, sprawdzenie stanu obecności na spotkaniu, udostępnianie dźwięku z komputera, zmiana zdjęcia profilowego, ręczna zmiana statusu, wyświetlanie wszystkich plików wysłanych na czacie, możliwość wirtualnej poczekalni, możliwość blokowania spotkań, możliwość tworzenia kanałów, możliwość interakcji w rozmowach (podnoszenie ręki, brawo itd.), statystyki w wideokonferencji, możliwość przeprowadzenia ankiet, możliwość przeprowadzenia testu/egzaminu, limit liczby osób wideokonferencji (wersja darmowa), przesyłanie załączników zip, przesyłanie załączników docx, przesyłanie załączników csv, przesyłanie załączników pdf, przesyłanie załączników exe, możliwość nagrywania wideokonferencji, możliwość nagrywania rozmowy głosowej, możliwość robienia screenu czatu, możliwość reakcji na wiadomości, możliwość pobierania nagrania w formie video, możliwość dołączenia do grupy za pomocą linku, możliwość udostępniania spotkania za pomocą linku, możliwość zmiany języka, możliwość tablicy, dodawanie notatek udostępnionym ekranie lub tablicy, współdzielenie ekranu, możliwość przekazywania zdalnej kontroli, możliwość wyciszenia członka konferencji.

Niestety żaden z systemów nie posiada wszystkich oczekiwanych funkcjonalności, natomiast najwięcej z nich ma Zoom – 65 na 68. Następne miejsce zajmuje Microsoft Teams z 64 funkcjonalnościami. Cisco Webex posiada 61 funkcjonalności, a Signal i WhatsApp posiadają taką samą liczbę funkcjonalności – 39 na 68. Poniżej znajduje się Rysunek 2, który pokazuje liczbę funkcjonalności w aplikacjach.



Rysunek 2: Wizualizacja dostępnych funkcjonalności w systemach (opracowanie własne).

Powyższy Rysunek 2 pokazuje, że między Zoom, Microsoft Teams, Cisco Webex nie występuje duża różnica w liczbie dostępnych funkcjonalności. Oczywiście wyraźnie widać, że Zoom jest systemem przodującym, ale w porównaniu z Microsoft Teams jest to różnica zaledwie w jednej funkcjonalności. Znaczna różnica występuje za to między systemem Signal i WhatsApp. Porównując je z innymi systemami wyglądają dosyć niekorzystnie. Wykres precyzyjnie pokazuje dysproporcję w możliwościach funkcjonalnych.

### 3.3. Analiza porównawcza prędkości łącza i odbioru komunikatu głosowego w systemach

Badanie porównania prędkości łącza i odbioru w systemach było zadaniem bardzo pracochłonnym i wymagającym skupienia. Jego głównym celem było określenie prędkości transmisji danych i przepustowości łącza internetowego (w megabitach na sekundę), gdy systemy będą mieć opóźnienia oraz jakie będą to wartości czasowe.

Wyjątkowo ważna w badaniu była weryfikacja wszystkich systemów na różnych łączach i określenie, który system wypada najlepiej na tle innych przy konkretnej prędkości łącza, a który najgorzej oraz czy transmisja danych ma duży wpływ na działanie aplikacji.

Badanie polegało na zsynchronizowaniu zegarka autora pracy oraz odbiorcy komunikatu, następnie na sprawdzeniu rodzaju łącza i jego prędkości na stanowiskach badawczych oraz przeprowadzeniu wideorozmowy w konkretnym systemie. Osoba wypowiadająca ciąg słów obserwowała godzinę kiedy zaczęła mówić, zapamiętywała ją, a następnie zapisywała godzinę po skończonym pomiarze, a osoba odbierająca komunikat sprawdzała godzinę kiedy komunikat dotarł, a następnie po pomiarze zapisywała godzinę, kiedy usłyszała ciąg słów. Na podstawie tego można było łatwo obliczyć czas dotarcia komunikatu i przesunięcie w czasie. Na tym samym łączu badano w kolejności wszystkie systemy, a następnie zmieniano łącze na inne i powtórzano analizę. Badania wykonano na różnych prędkościach łącza począwszy od najmniejszego do największego i na każdym z systemów osobno.

Należy uwzględnić błąd pomiarowy wynoszący 0,5 s, który przypada na czas reakcji odczytania godziny przez odbiorcę komunikatu z zegarka. Następnie po odczytaniu godziny usłyszenia komunikatu odbiorca zapisywał czas. Zapisywanie czasu odbywało się już po komunikacie głosowym i sprawdzeniu godziny na zegarku, by zaoszczędzić błędów pomiarowych związanych z czasem zapisu. Autor biorąc pod uwagę możliwość błędu wykonał, aż 10 pomiarów i wyciągnął średnią z zaokrągleniem do 1 s. W połączeniu brały udział 2 osoby i było ono z włączonym video. Podczas badania sprawdzane były opóźnienia sieci, natomiast nie utrudniały wideokonferencji, ponieważ nie przekraczały 30 ms.

Stanowisko badawczego 1 to laptop ASUS TUF Gaming A15 z systemem operacyjnym Microsoft Windows 11 Home, pamięcią RAM 16 GB, dyskiem 512 GB, procesorem AMD Ryzen 5 i typem systemu 64 bitowym. Stanowisko badawcze 2 to laptop Lenovo ThinkPad T460p z systemem operacyjnym Microsoft Windows 10 Pro, pamięcią RAM 32 GB, dyskiem 500 GB, procesorem Intel Core i7 i typem systemu 64 bitowym.

Podobne badania przeprowadzano na niektórych systemach, o których mowa w artykule *Performance Comparison of WhatsApp versus Skype on Smart Phones* [6], a dotyczą one Skype i WhatsApp. Wyniki w artykule wskazywały na bardzo podobną jakość połą-

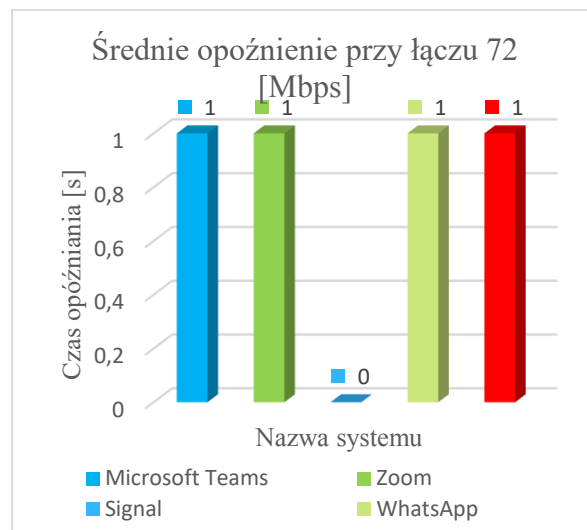
czeń VoIP. Przy znacznie wolniejszej transmisji danych wygrał WhatsApp, który w badaniach w tej pracy nie wypadł najlepiej. Poniżej jest pokazana tabela 2. obliczonego już po badaniach średniego opóźnienia w systemach na łączu 72 Mbps.

Tabela 2: Średnie opóźnienie we wszystkich systemach na łączu 72 Mbps (opracowanie własne)

System	Prędkość łącza nadawcy (Mbps)	Prędkość łącza odbiorcy (Mbps)	Średnie opóźnienie (s)
Microsoft Teams	72	72	1
Zoom	72	72	1
Signal	72	72	0
WhatsApp	72	72	1
Cisco Webex	72	72	1

To jakie jest średnie opóźnienie w systemach najlepiej widać na wykresie zamieszczonym poniżej (Rysunek 3). Na Rysunku 3 łatwo widać, że takie samo opóźnienie ma Cisco Webex, WhatsApp, Microsoft Teams i Zoom wynoszące 1 s.

Ze wszystkich systemów najmniejszą wartość opóźnienia wykazuje Signal. Opóźnienie 0 s na łączu 0,72 Mbps jest zaskakujące. Można stwierdzić, że rozmowa na tym łączu dla Signal odbywa się w czasie rzeczywistym.



Rysunek 3: Wizualizacja średniego opóźnienia w systemach na łączu 72 Mbps (opracowanie własne).

Następnym pomiarem jest łącze o większej prędkości, równe 86 przy paśmie łącza 2,4 Ghz. Wyniki badania są dostępne w Tabeli 3. Pierwszym krokiem analizy było obliczenie średniego opóźnienia w czasie między nadaniem komunikatu głosowego, a jego odbiorem.

Na Rysunku 4 przedstawione jest średnie opóźnienie wszystkich badanych systemów. Widać na nim wyraźnie, że największe opóźnienia na lepszym łączu (od

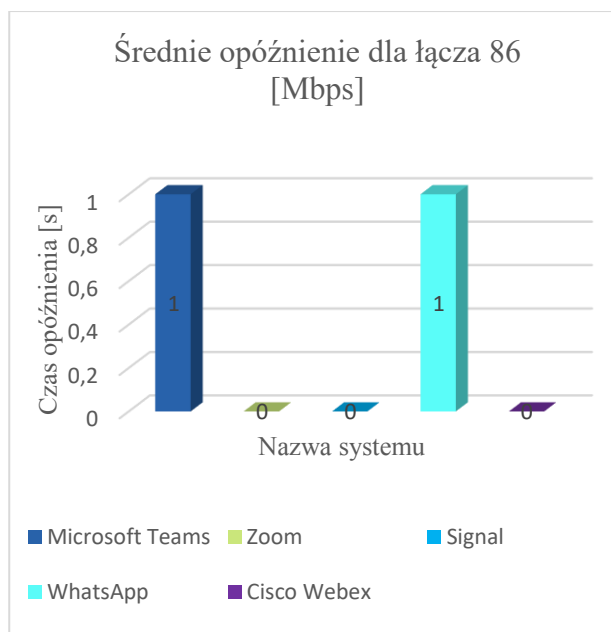


wcześniejszego 72 [Mbps]) ma WhatsApp i Microsoft Teams, których opóźnienie wynosi 1s.

Zdecydowanie najlepszy wynik posiada Signal, Zoom i Cisco Webex, bo 0 s opóźnienia. Cisco Webex jest to pewnego rodzaju zaskoczeniem, ponieważ na słabszym łączu generował opóźnienia, a łączu 86 Mbps już nie.

Tabela 3: Średnie opóźnienie we wszystkich systemach na łączu 86 Mbps (opracowanie własne)

System	Prędkość łącza nadawcy (Mbps)	Prędkość łącza odbiorcy (Mbps)	Średnie opóźnienie (s)
Microsoft Teams	86	86	1
Zoom	86	86	0
Signal	86	86	0
WhatsApp	86	86	1
Cisco Webex	86	86	0



Rysunek 4: Wizualizacja średniego opóźnienia w systemach na łączu 86 Mbps (opracowanie własne).

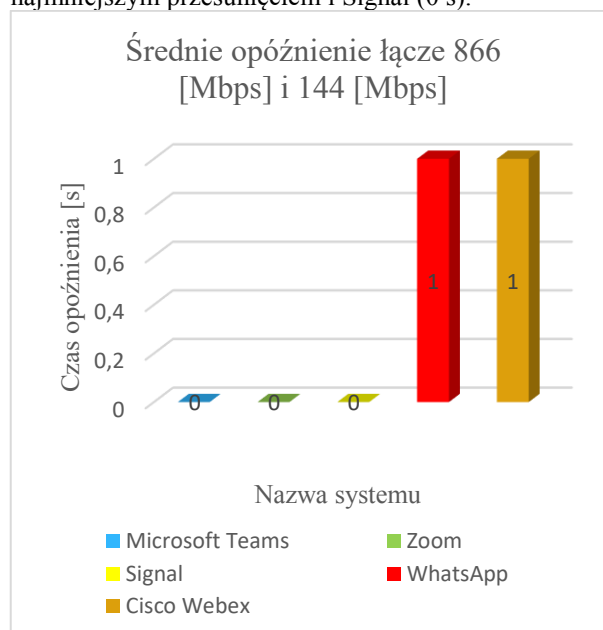
Kolejnym badanym łączem było łącze zróżnicowane – nadawca dysponował prędkością 866 Mbps i pasmem sieci 5 Ghz, a odbiorca prędkość transmisji 144 Mbps i pasmem sieci 2,4 Ghz. Badanie przeprowadzono celowo na takich parametrach w celu sprawdzenia, czy pasmo ma wpływ na funkcjonowanie systemów i czy systemy działają przy takich parametrach. Uzyskane wyniki są wyjątkowo ciekawe. Poniżej w Tabeli 4. pokazane są wyniki: z 10 pomiarów obliczono średnią opóźnienia systemów.

Chcąc zwizualizować wyniki przygotowano wykres pokazujący systemy i opóźnienia (Rysunek 5). Wyraźnie widać, że podobnie jak w poprzednich pomiarach WhatsApp uzyskuje jedno z większych opóźnień z wynikiem 2. Mimo szybszego łącza opóźnienie jest większe niż przy łączu wolniejszym, a jest to spowodowane zróżnicowaniem pasm sieciowych. Niektóre systemy gorzej sobie radzą z takim zróżnicowaniem.

Tabela 4: Średnie opóźnienie we wszystkich systemach na łączu 866 Mbps i 144 Mbps (opracowanie własne)

System	Prędkość łącza nadawcy (Mbps)	Prędkość łącza odbiorcy (Mbps)	Średnie opóźnienie (s)
Microsoft Teams	866	144	1
Zoom	866	144	0
Signal	866	144	0
WhatsApp	866	144	2
Cisco Webex	866	144	1

Nieco niższe opóźnienie uzyskał Cisco Webex (1 s), Microsoft Teams (1 s) i Zoom (1 s). Można stwierdzić, że na tej transmisji danych najlepiej wypadł Zoom z najmniejszym przesunięciem i Signal (0 s).



Rysunek 5: Wizualizacja średniego opóźnienia w systemach na łączu 866 Mbps i 144 Mbps (opracowanie własne).

### 3.4. Analiza użyteczności i popularności systemów wśród użytkowników

Badanie analizy użyteczności i popularności systemów wśród użytkowników było elektronicznym badaniem ankietowym. Ankieta miała na celu ocenę aplikacji przez użytkowników pod kątem jakości, użyteczności i popularności. Ankieta została przeprowadzona w formie elektronicznej za pomocą Google Forms.

Grupa respondentów to osoby w przedziałach wiekowych 5-13 lat, 14-18 lat, 19-26 lat, 27-45 lat, 46-55 lat, 56-80 lat. Byli to studenci, uczniowie szkół podstawowych, uczniowie szkół ponadgimnazjalnych, osoby pracujące, osoby bezrobotne i emeryci. Wśród osób pracujących były to osoby pracujące w branżach: finanse, IT, elektronika, elektryka, administracja, medycyna, handel, transport, szkolnictwo, techniczne inne, górnictwo, chemiczna, metalowa, branża odzieżowa, ekonomiczna, bankowość, produkcyjna, spedycja, budownictwo.

Czynnikami wpływającymi na wykorzystanie systemów to: zapotrzebowanie na systemy do nauki zdalnej w

szkołach wywołane pandemią, zapotrzebowanie na pracę zdalną, co powoduje korzystanie z aplikacji, potrzeba rozmowy z osobami przebywającymi daleko, potrzeba silnego kontaktu i uczestnictwa w życiu towarzyskim, a takie możliwości dają systemy przez możliwość ciągłej rozmowy z bliskimi.

Rysunek 6 pokazuje korzystanie z systemów komunikacji głosowej i wizyjnej. Zapytano ankietowanych, czy korzystają z systemów komunikacji głosowej i wizyjnej i aż 91% ankietowanych opowiedziało twierdząco. Pokazuje to jak dużą popularnością cieszą się te systemy. Tylko 9% ankietowanych ich nie używa. Poniżej znajduje się wykres przedstawiający odpowiedzi na wykresie kołowym (Rysunek 6).

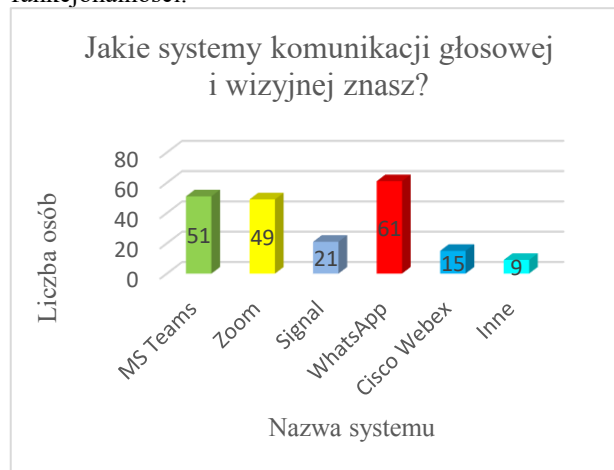
Rysunek 7 pokazuje z kolei, jaka jest znajomość tych systemów wśród ankietowanych. Postawiono pytanie: „Jakie systemy komunikacji głosowej i wizyjnej znasz?”, przy którym możliwe było udzielenie więcej niż jednej odpowiedzi (Rysunek 7). Łatwo zauważyć, że najbardziej znany jest WhatsApp – uzyskał 61 głosów, kolejno Microsoft Teams z wynikiem 51 osób i Zoom – 49. Te trzy systemy są najpopularniejsze. Mniej znane systemy to: Signal, który zdobył 21 głosów i Cisco Webex z wynikiem 15 głosów. Ankietowani potwierdzili znajomość również innych systemów, których są użytkownikami.



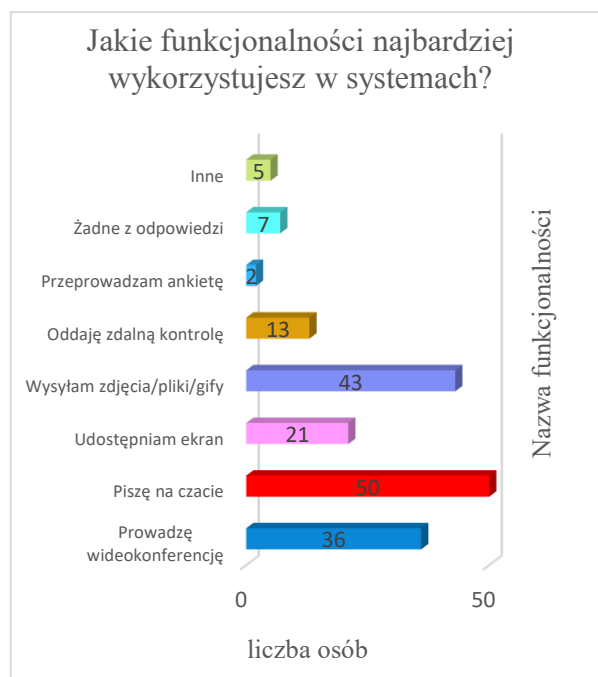
Rysunek 6: Korzystanie z systemów komunikacji głosowej i wizyjnej (opracowanie własne).

Rysunek 8 ukazuje wykorzystanie funkcjonalności omawianych systemów przez ankietowanych. Dla pytania: „Z jakich funkcjonalności systemów najczęściej korzystasz?” przygotowano poniższy wykres (Rysunek 8). To także pytanie wielokrotnego wyboru. Jedną z najpopularniejszych funkcjonalności okazało się pisanie na czacie, co zadeklarowało 50 osób. Większość osób komunikuje się ze sobą dzięki tym aplikacjom, stąd określa się je jako komunikatory. Bardzo dużo głosów zdobyła także funkcjonalność wysyłania zdjęć/gifów/plików z wynikiem 43 głosów. Prowadzenie konferencji wskazało 36 osób. Są to trzy najczęściej wykorzystywane funkcjonalności. Te cieszące się mniejszym zainteresowaniem to: udostępnianie ekranu (21 głosów), oddawanie zdalnej kontroli (13 głosów), przeprowadzanie ankiety (2 głosy). Na wykresie poka-

zano, że 5 osób korzysta z innych funkcjonalności, a 7 osób odpowiedziało, że nie korzysta z powyższych funkcjonalności.



Rysunek 7: Rozkład znajomości systemów komunikacji głosowej i wizyjnej (opracowanie własne).



Rysunek 8: Rozkład wykorzystania funkcjonalności wśród ankietowanych (opracowanie własne).

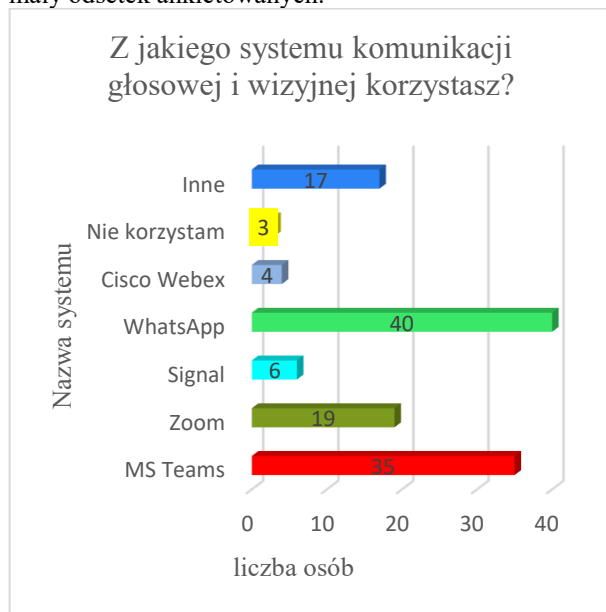
Przy pytaniu „Z jakiego systemu komunikacji głosowej i wizyjnej korzystasz?” ankietowani dostali możliwość wielokrotnego wyboru i zaznaczenia kilku systemów. Najczęściej wybierany system to WhatsApp (aż 40 osób), następnie Microsoft Teams (35 osób) i Zoom (19 głosów). Widać wyraźną dominację tych dwóch systemów – MS Teams i WhatsApp.

Przewaga Microsoft Teams bierze się zapewne z faktu, iż sprawdza się on najlepiej spośród innych systemów w szkołach. Napisano na ten temat artykuł – *Integrated Systems in Emergency Distance Education: The Microsoft Teams* [7], w którym autorzy opisują go jako system przeznaczony do wykorzystania przez „wirtualną” klasę. Autorzy pokazują możliwości zbie-

rania prac domowych, wypełniania testów, czy udostępniania plików.

Na Rysunku 9 widać, że Cisco Webex zdobył zaledwie 4 głosy, a Signal – 6. Przygotowano wykres odpowiedzi ankietowanych (Rysunek 9).

Na Rysunku 10 pokazano, jak często ankietowani korzystają z systemów komunikacji głosowej i wizyjnej. Należy podkreślić, że aż 38% ankietowanych korzysta z systemów komunikacji codziennie, następnie 27% korzysta z nich 2-5 razy w tygodniu. Część osób korzysta z aplikacji raz w tygodniu lub kilka razy w miesiącu. Niecałe 8% ankietowanych odpowiedziało, że nie korzysta z aplikacji wcale lub tylko raz w roku, co stanowi mały odsetek ankietowanych.



Rysunek 9: Rozkład systemów z jakich korzystają ankietowani (opracowanie własne).



Rysunek 10: Częstotliwość korzystania z systemów przez ankietowanych (opracowanie własne).

#### 4. Wnioski

Podsumowując analizę funkcjonalności systemów komunikacji głosowej i wizyjnej, będących tematem tej pracy – wykonano serię specjalistycznych badań, jak: porównanie wymaganych danych osobowych w systemach, porównanie funkcjonalności systemów, analizę prędkości łącza i odbioru komunikatu głosowego, analizę badanych aplikacji pod względem jakości, użyteczności i popularności wśród użytkowników.

Pierwsza analiza, czyli porównanie wymaganych przez aplikacje danych osobowych pokazała, że największą ilość danych osobowych użytkowników na etapie instalacji wymaga Microsoft Teams. Na drugim miejscu uplasowały się ex aequo Zoom i WhatsApp. Nie świadczy to jednak o najwyższym poziomie bezpieczeństwa, ponieważ na jego poziom ma wpływ więcej czynników. Najmniej danych osobowych zbierają Cisco Webex Meetings i Signal.

Analiza dotycząca funkcjonalności systemów była pracochłonnym zadaniem i pokazała wiele ciekawych kwestii. By zbadać systemy niezbędne okazały się osoby trzecie. Poproszono je o wykonywanie pewnych czynności z wykorzystaniem systemów. Zbadano aż 68 funkcjonalności w każdym z pięciu badanych systemów komunikacji głosowej i wizyjnej.

Zdecydowanym liderem wśród aplikacji posiadających najszerszy wybór funkcjonalności okazał się Zoom, dysponujący aż 96% funkcjonalności. Miejsce drugie zajął Microsoft Teams, którego możliwości funkcjonalne są również duże (94% funkcjonalności). Wielkim zaskoczeniem okazał się mało znany użytkownikom Cisco Webex Meetings, ponieważ zajął trzecie miejsce wśród systemów z wynikiem 90% funkcjonalności. Zaskakującą kwestią jest to, że system posiada wiele możliwości dedykowanych użytkownikowi, a wciąż jest mało znany. Pokazało to badanie ankietowe przeprowadzone w dalszej części pracy. Najmniej funkcjonalności wykazały dwie aplikacje: Signal oraz WhatsApp, ponieważ tylko 57% badanych funkcjonalności. Nie jest to dobry wynik w porównaniu z innymi aplikacjami.

Badanie prędkości łącza i odbioru komunikatu głosowego wymagało skupienia zarówno od nadawcy (autora artykułu), który wysyłał komunikat głosowy, jak i od odbiorcy odbierającego komunikat. Polegało to na zmierzeniu czasu dotarcia komunikatu, a następnie opóźnienia czasowego na różnej transmisji danych w systemach.

Przy łączu równym 74 Mbps zarówno u nadawcy i u odbiorcy takie samo opóźnienie wygenerował Cisco Webex, WhatsApp, Microsoft Teams i Zoom wynoszące 1 s. Nie są to znaczące opóźnienia i nie utrudniają korzystania użytkownika z aplikacji. Pomiar zdecydowanie wygrał Signal, którego opóźnienie równało się 0 s. Opóźnienie na tej transmisji danych dla Singala jest niezauważalne.

Nieco większa transmisja danych równa 86 Mbps u nadawcy i odbiorcy przyniosła nowy ranking. Największe opóźnienie wykazał WhatsApp i Microsoft Teams, wynoszące 1s. Co zaskakujące pozostałe systemy: Cisco

Webex, Signal i Zoom, nie generowały opóźnień w odbiorze. Zauważalna różnica występuje dla systemu Cisco Webex, który na słabszym łączu 72 Mbps generował opóźnienia, natomiast na łączu 86 Mbps już nie.

Zdecydowanie szybsza transmisja danych wynosząca 866 Mbps u nadawcy i 144 Mbps odbiorcy wykazała największe opóźnienie dla WhatsApp – 2 s. Najmniejsze opóźnienie przypadło z kolei systemowi Zoom i Signal o wartości 0 s. Nie zawsze to prędkość transmisji danych ma największe znaczenie przy wartości opóźnienia. Jak wykazały badania – niektóre systemy osiągały większe opóźnienie na szybszym łączu. W przypadku tego pomiaru łącze 866 Mbps było na paśmie sieci wynoszącym 5 Ghz, a łącze 144 Mbps na paśmie 2,4 Ghz. Mogło to przynieść różnice w opóźnieniach między systemami. W kwestii opóźnień należy uwzględnić także m.in. parametry komputera, czy zużycie CPU. Istnieje wiele innych czynników, które wpływają na opóźnienie komunikatu w systemie.

Warto zauważyć, że przodownikiem w opóźnieniach komunikatu głosowego okazał się WhatsApp. Najlepiej pracującym systemem, na różnej transmisji danych jest zdecydowanie Signal.

Ostatnie elektroniczne badanie ankietowe pokazało, że systemy komunikacji głosowej są popularne. Ich popularność wzrosła, ponieważ nastąpiło ogromne zapotrzebowanie na systemy do nauki zdalnej w szkołach, zapotrzebowanie na pracę zdalną, co powoduje korzystanie z aplikacji, potrzeba rozmowy z osobami przebywającymi daleko, potrzeba kontaktu i uczestnictwa w życiu towarzyskim, a takie możliwości dają systemy przez możliwość rozmowy i wideokonferencji.

Korzystanie z nich zadeklarowało aż 91% osób ankietowanych. Jako najczęściej wykorzystywane systemy wskazywano WhatsApp oraz Microsoft Teams. Najmniej znany okazał się Cisco Webex Meeting. Najpopularniejsze systemy z kolei to WhatsApp, Microsoft Teams i Zoom. Funkcjonalności najbardziej wykorzystywane w aplikacjach to pisanie na czacie, wysyłanie zdjęć/gifów/plików oraz prowadzenie wideokonferencji. Najmniej używaną funkcjonalnością jest przeprowadzanie ankiet. Aż 38% ankietowanych korzysta z systemów codziennie, a 27% kilka razy w tygodniu. Daje to dużą grupę osób i wiele godzin spędzonych z aplikacją w skali dnia, tygodnia, czy roku. 91% ankietowanych

podkreśliło, iż kwestie bezpieczeństwa są dla nich bardzo ważne. Nie ma w tym nic zaskakującego. Przecież za pośrednictwem aplikacji często wysyła się prywatne zdjęcia, pliki; prowadzi się rozmowy osobiste, wymienia się poufne informacje. Badania pokazały też, że zaledwie 3% osób z ankietowanych nie korzysta z aplikacji komunikacji głosowej i wizyjnej. Jest to grupa respondentów w wieku od 56 do 80 lat i są to emeryci. Powyższe badania poruszyły wiele kwestii związanych z systemami komunikacji głosowej i wizyjnej począwszy od informacji o danych osobowych użytkowników, przez funkcjonowanie systemów na różnej transmisji danych i rodzaje ich funkcjonalności, w oparciu o doświadczenia ankietowanych, a zarazem użytkowników aplikacji badanych na potrzeby powyższego artykułu.

### Literatura

- [1] Systemy do komunikacji, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Komunikator\\_internetowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Komunikator_internetowy), [12.04.2022]
- [2] D. Bouhnik, M. Deshen, WhatsApp goes to school: Mobile instant messaging between teachers and students, *Journal of Information Technology Education* 13 (2014) 217-231.
- [3] S. Ravinder, S. Awasthi, Updated Comparative Analysis on Video Conferencing Platforms- Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, WebEx Teams and GoToMeetings, *EasyChair Preprint* 4026 (2020) 1-6.
- [4] A. Correia, F. Xu, F. Chenxi, Evaluating videoconferencing systems for the quality of the educational experience, *Distance Education* 41 (2020) 429-452.
- [5] R. Rahim, A. Siahaan, S. Lubis, Insecure Whatsapp Chat History, Data Storage and Proposed Security, *International Journal of Pure and Applied Mathematics* 119 (2018) 2481-2486.
- [6] N. Patel, S. Patel, W. Tan, Performance Comparison of WhatsApp versus Skype on Smart Phones, *International Telecommunication Networks and Applications Conference* (2018) 1-3.
- [7] S. Cenkaya, G. Durak, Integrated Systems in Emergency Distance Education: The Microsoft Teams. Necatibey Faculty of Education Electronic, *Journal of Science & Mathematics Education* 14 (2020) 889-920.