

Comparative analysis of live sports streaming services

Analiza porównawcza serwisów transmitujących wydarzenia sportowe

Emilia Skiba*

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

Abstract

In the current era of dynamic development of internet television, there is significant competition among providers of sports transmission services. In an effort to stand out, manufacturers introduce new functionalities, often disregarding the limitations associated with customers' access to high-speed internet. The aim of this article is to conduct a comparative analysis of sports event streaming services available in the Polish market, taking into account their performance under various network conditions. A survey was conducted among a specified research group, and a technical evaluation of the internet and mobile applications of three services was carried out. Both approaches revealed that Polsat Box Go is the service that performs best under any network conditions.

Keywords: comparative analysis; live streaming

Streszczenie

W obecnych czasach dynamicznego rozwoju telewizji internetowej, można zaobserwować znaczną konkurencję między dostawcami usług transmisji sportowych. Chcąc się wyróżnić, producenci wprowadzają nowe funkcjonalności, często jednak nie biorąc pod uwagę ograniczeń związanych z dostępem klientów do szybkiego Internetu. Celem niniejszego artykułu jest przeprowadzenie analizy porównawczej serwisów transmitujących wydarzenia sportowe dostępnych na polskim rynku, z uwzględnieniem ich działania w różnych warunkach sieciowych. Przeprowadzone zostało badanie ankietowe wśród określonej grupy badawczej oraz badanie techniczne aplikacji internetowych i mobilnych trzech serwisów. Oba te podejścia wykazały, że serwisem, który najlepiej radzi sobie w każdych warunkach sieciowych, jest Polsat Box Go.

Słowa kluczowe: analiza porównawcza; transmisja na żywo

*Corresponding author

Email address: emilia.skiba@pollub.edu.pl (E. Skiba)

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

1. Wstęp

Wraz z narastającą popularnością telewizji internetowej, wiele przedsiębiorstw, które dostarczały transmisje wydarzeń sportowych w tradycyjny sposób, zdecydowało się wprowadzić usługę przekazu przez Internet. Ta dynamiczna zmiana stała się niezwykle popularnym rozwiązaniem, stopniowo wypierając tradycyjne metody oglądania sportu. Wchodzące na rynek nowe firmy dostrzegły potencjał tego trendu i koncentrują swoje działania na dostarczaniu transmisji za pośrednictwem przeglądark internetowych oraz aplikacji mobilnych. Ten ewolucyjny kierunek przynosi wiele korzyści dla konsumentów. Przede wszystkim, transmisje przez Internet umożliwiają dostęp do wydarzeń sportowych w dowolnym miejscu i czasie, co sprawia, że oglądanie sportu staje się bardziej elastyczne i dostosowane do potrzeb widza. Ponadto, możliwość korzystania z różnorodnych platform i urządzeń, takich jak smartfony, tablety czy smart telewizory, znacznie rozszerza dostępność transmisji, co przyciąga szerokie grono odbiorców.

Producenci, zdając sobie sprawę z rosnącego znaczenia internetowej transmisji sportowej, inwestują w rozwój zaawansowanych technologii, aby zapewnić użytkownikom jak najlepsze doświadczenie. W różny sposób przystosowali swoje serwisy do tego, aby niezależnie od jakości połączenia internetowego klienta, ich

transmisja działała płynnie. Najpopularniejszym rozwiązaniem okazała się technika ABR (ang. *Adaptive Bit Rate*)[1]. Jest to używana w strumieniowaniu wideo i audio technologia, która dostosowuje jakość strumienia w czasie rzeczywistym, w zależności od bieżących warunków sieciowych i urządzenia odbiorczego. Serwer strumieniowy monitoruje jakość połączenia sieciowego i wydajność odbiorcy i na tej podstawie podejmuje decyzję o wyborze najodpowiedniejszego wariantu strumienia. Może to obejmować zmianę rozdzielczości i formatu kompresji w trakcie odtwarzania, aby zapewnić płynne i nieprzerwane doświadczenie odbiorcy. W ten sposób zapewnione ma zostać dostosowanie jakości transmisji do szybkości łącza internetowego klienta bez zakłóceń.

Producenci chcąc wyróżnić się na rynku, oferują różne nowoczesne funkcje w swoich serwisach. Często przez pogoń za jak najnowocześniejszymi funkcjonalnościami, liderzy wśród dostawców transmisji na żywo zaniedbują fakt, że nie wszyscy użytkownicy mają dostęp do szybkiego Internetu. Wprowadzanie nowych funkcji wymaga solidnego fundamentu, który obejmuje brak zakłóceń oraz odpowiednią jakość, dostosowaną do parametrów połączenia internetowego. Według aktualnych danych, średnia wartość prędkości pobierania dla łącza stacjonarnego w Polsce wynosi 60,9 Mbps, natomiast średnia prędkość łącza mobilnego wynosiła prawie dwukrotnie mniej [2]. Badania wykazały, że realna

prędkość łącza na niektórych obszarach wiejskich notowała nawet minimalne wartości 3,9 Mbps. Oznacza to, że istnieją w Polsce miejsca, w których dostęp do Internetu jest ograniczony, co powinno być uwzględniane podczas tworzenia nowych technologii.

W celu przeprowadzenia analizy porównawczej serwisów transmitujących wydarzenia sportowe na żywo dostępnych na polskim rynku, kluczowym aspektem jest porównanie dostosowania płynności transmisji do niższych średnich wartości prędkości pobierania. Wielu dostawców nie oferuje funkcji zmiany jakości, w zamian oferując wbudowaną opcję dostosowania jej do prędkości łącza, dlatego bezawaryjność działania tej funkcjonalności jest niezwykle istotna. W związku z tym, podczas analizy jakości transmisji, przeprowadzone zostały testy, które pozwoliły na określenie, jak różne serwisy radzą sobie z różnymi warunkami sieciowymi. Było to możliwe dzięki wykorzystaniu specjalnych narzędzi, takich jak oprogramowanie do testowania prędkości łącza internetowego oraz oprogramowanie umożliwiające ograniczanie prędkości łącza internetowego.

Aby lepiej rozpoznać się w tym, na czym najbardziej zależy klientom serwisów udostępniających transmisje na żywo, przeprowadzona została ankieta wśród grupy badawczej. Jej zadaniem było zebranie informacji na temat tego, jakie funkcjonalności i aspekty transmisji są dla jej odbiorców najważniejsze. Ponadto, w przeprowadzonej ankiecie znalazły się pytania związane z niedogodnościami technicznymi, które użytkownicy doświadczają podczas korzystania z usług serwisów, a także pytania dotyczące działania platformy oraz udostępnionych przez producenta aplikacji mobilnych. Podejście to umożliwiło uzyskanie kompleksowej oceny serwisów transmitujących wydarzenia sportowe, uwzględniającej nie tylko aspekt techniczny, ale również zadowolenie użytkowników z ich działania.

2. Przegląd literatury

Na polskim rynku serwisów oferujących transmisje wydarzeń sportowych zaobserwować można dynamiczny rozwój. Wciąż pojawiają się nowe, światowe firmy, które z powodzeniem zdobyły już swoją pozycję na arenie międzynarodowej. Jednakże, warto zauważyć, że w kontekście badań naukowych dotyczących tego zagadnienia, porównania między tymi serwisami nie zostały jeszcze dostatecznie zgłębione. Istnieją artykuły naukowe, które łączą ze sobą tematykę informatyki i sportu. Wiele z nich skupia się głównie na marketingowym podejściu do transmisji sportu, ale istnieją również takie, które proponują nowe podejścia do transmisji.

Dostępne są artykuły naukowe, których rezultaty mogą przyczynić się do rozwoju transmisji wydarzeń sportowych na żywo. Y. A. Reznik w swojej pracy koncentruje się na analizie zachowania systemów transmisji wideo z uwzględnieniem adaptacji do zmienności przepustowości sieci oraz rozmiarów odtwarzacza [3]. Głównym celem jest opracowanie matematycznych formuł, umożliwiających ocenę średnich parametrów

wydajności takich jak średnie zużycie przepustowości czy średnią jakość dostarczana przez system. Opracowane wyrażenia są wykorzystane do badania granic wydajności osiągalnych poprzez adaptacyjną transmisję oraz do sformułowania kilku problemów optymalizacyjnych z nimi związanych. Rezultaty tej pracy mają zastosowanie w dziedzinie transmisji na żywo w sporcie, gdzie adaptacyjna transmisja jest kluczowym aspektem zapewnienia wysokiej jakości dostarczanego strumienia wideo w zmiennych warunkach sieciowych i przy różnych rozmiarach odtwarzaczy.

Y. Li i pozostali autorzy w swojej pracy omówili wyzwania związane z algorytmami adaptacyjnego kodowania przepływności w transmisji wideo, które są szeroko stosowane w usługach transmisji na żywo, takich jak transmisje sportowe [4]. Autorzy proponują szkielet transmisji wideo na żywo oparty na protokole HTTP/2, który umożliwia pomijanie ramek w celu zmniejszenia opóźnień. Przedstawiają również model QoE i formułują problem optymalizacji, dążąc do zapewnienia wysokiej jakości transmisji wideo. Przeprowadzone eksperymenty oceniają proponowaną metodę w kontekście ogólnych algorytmów adaptacyjnego kodowania przepływności. W rezultacie, zaproponowana metoda osiąga porównywalną wydajność przy minimalnych stratach jakości. Ten artykuł może dostarczać wglądu w technologiczne aspekty transmisji na żywo w sporcie, szczególnie w zakresie optymalizacji jakości transmisji w celu zapewnienia jak najlepszego doświadczenia dla użytkowników.

N. Barman i M. G. Martini w swoim artykule poruszyli kwestie jakości dostarczanej przez usługi wideo oraz modelowania jakości doświadczenia użytkownika w kontekście dostarczania transmisji na żywo [5]. Analizowanie jakości dostarczanej przez usługi transmisji wideo jest istotne, ponieważ zapewnia wytyczne dotyczące zapewnienia optymalnego doświadczenia użytkownikowi, zwłaszcza w kontekście transmisji na żywo wydarzeń sportowych.

Zastosowanie technologii w sporcie może wpłynąć na to jak będzie rozwijać się rynek serwisów transmitujących wydarzenia sportowe. W swojej pracy, T. Kumano i pozostali autorzy, zaproponowali rozwój technologii, która tworzy automatyczny komentarz sportowy na podstawie danych z transmisji wydarzeń sportowych [6]. Metoda ta wykorzystuje syntetyczną mowę, aby przekazać obiektywną sytuację w grze. Poprzez przygotowanie szablonów komentarzy dla różnych wydarzeń sportowych, metoda ta może być stosowana w przypadku różnorodnych dyscyplin sportowych. Wyniki oceny subiektywnej wskazują, że dzięki tej technologii odbiorcy mogą lepiej zrozumieć przebieg wydarzeń sportowych. Automatyczny komentarz sportowy może przyczynić się do poprawy jakości transmisji na żywo. Widzowie, którzy mają lepsze zrozumienie gry i sytuacji, mogą bardziej docenić jakość usługi transmisji i być bardziej zadowoleni z doświadczenia. To może przekładać się na lojalność użytkowników i długoterminowy rozwój serwisów transmitujących wydarzenia sportowe.

K. Bilal, A. Erbad i M. Hefeeda w swojej pracy proponują nowy system, nazwany CMVCS (ang. *Cloud-based Multi-View Crowdsourced Streaming*), który zbiera indywidualne strumienie wideo i łączy je w wielowidokowe nagrania, pozwalając widzom oglądać wydarzenie z różnych perspektyw [7]. Optymalna alokacja zasobów i zapewnienie wysokiej jakości doświadczenia widza są kluczowe w transmisji sportu, a opisane w artykule rozwiązania mogą mieć zastosowanie w poprawie jakości i zróżnicowaniu oglądanych perspektyw w trakcie transmisji na żywo.

Udostępnianie transmisji wydarzeń sportowych w Internecie wiąże się z zagrożeniami kradzieży przechwytywania transmisji i udostępniania jej w legalnych źródłach. K. K. Jakkur Patalappa i S. M. Chandramouli w swojej pracy przeanalizowali problem nielegalnych usług transmisji na żywo i ich wpływ na użytkowników. Wskazuje na zagrożenia związane z tymi usługami, takie jak szkodliwe oprogramowanie, śledzenie użytkowników i nieuczciwe praktyki reklamowe. Ponadto, artykuł podkreśla konieczność ochrony widzów przed takimi nielegalnymi usługami i proponuje metody identyfikacji i ścigania stron internetowych, które prowadzą nielegalne transmisje. Artykuł pomaga w budowaniu świadomości na temat zagrożeń związanych z nielegalnymi transmisjami na żywo i zachęcaniu do korzystania z legalnych i bezpiecznych usług transmisyjnych.

3. Cel i zakres pracy

Celem pracy jest przeprowadzenie analizy serwisów transmitujących wydarzenia sportowe na żywo, dostępnych obecnie na polskim rynku. Celem jest wybranie serwisu najbardziej dostosowanego do potrzeb użytkowników oraz najlepiej przystosowanego do działania w każdych warunkach sieciowych. Badanie zostało przeprowadzone poprzez ankietę w gronie użytkowników korzystających z tego typu serwisów oraz poprzez testy jakości i płynności transmisji względem warunków sieci.

Zakres pracy obejmuje przegląd literatury związanej z wybraną tematyką badawczą, wybór obiektów badawczych, wybór metod badania, utworzeniu planu badań, przeprowadzenie badania ankietowego i badania technicznego oraz analizę wyników i wyciągnięcie wniosków.

Na potrzeby badania sformułowano szczegółowe pytania badawcze:

1. Który serwis jest najlepiej oceniany przez jego użytkowników?
2. Który serwis jest najpopularniejszy?
3. Który serwis posiada najlepiej działającą w każdych warunkach sieciowych aplikację mobilną?
4. Który serwis działa najlepiej przez przeglądarkę internetową w każdych warunkach sieciowych?

4. Obiekty badawcze

Kryterium wybrania obiektów do badań była dostępność i popularność na polskim rynku. Każdy serwis posiada różne funkcjonalności, jednak wybrane obiekty badawcze zostały one dobrane w ten sposób, aby można było

porównać je w tych samych kategoriach. Do badania wybrane zostały serwisy Canal+ Online, Viaplay oraz Polsat Box Go.

4.1. Serwis Canal+ Online

Pierwszym obiektem badań jest platforma Canal+ Online. Jest to jeden z największych i najpopularniejszych serwisów internetowych, oferujących transmisje wydarzeń sportowych na żywo. Canal+ Online stanowi integralną część grupy Canal+, która od długiego czasu pełni rolę lidera w dziedzinie dystrybucji sportowych transmisji na globalną skalę. Serwis ten umożliwia swoim użytkownikom dostęp do zróżnicowanej gamy wydarzeń sportowych, wykraczając poza podstawowe oferty. Ponadto, platforma ta zapewnia użytkownikom dostęp do różnorodnych funkcji, takich jak przeglądanie archiwum transmisji, równoczesne korzystanie z wielu urządzeń. Producent oferuje użytkownikom w ramach abonamentu korzystanie z aplikacji internetowej oraz aplikacji na urządzenia mobilne z systemem Android lub iOS, komputery z systemem operacyjnym Windows lub Mac OS, oraz na wybrane telewizory Smart TV.

4.2. Serwis Viaplay

Viaplay to jedna z największych i najpopularniejszych platform streamingowych w Europie, oferująca bogaty wybór treści filmowych, serialowych oraz sportowych na żywo. Od lipca 2018 roku właścicielem serwisu jest Viaplay Group (dawniej Nordic Entertainment Group), które od lat jest liderem w dziedzinie rozrywki na całym świecie. Na polski rynek serwis został wprowadzony w 2021 roku. Serwis zapewnia użytkownikom dostęp do szerokiej gamy wydarzeń sportowych na żywo. Ponadto, oferuje wiele funkcjonalności, takich jak dostęp do archiwum transmisji, możliwość oglądania na wielu urządzeniach jednocześnie, dostępność transmisji studyjnych z ekspertami i magazynów sportowych. Producent oferuje aplikacje na wiele urządzeń, w tym komputery, urządzenia mobilne z systemem iOS i Android, telewizory Smart TV oraz konsole do gier.

4.3. Serwis Polsat Box Go

Polsat Box Go jest serwisem internetowym oferującym bogatą ofertę wydarzeń sportowych. Jest częścią grupy Polsat, która od lat jest liderem w branży mediowej w Polsce i oferuje wiele atrakcyjnych treści dla swoich użytkowników. Polsat Box Go oferuje nie tylko możliwość oglądania transmisji na żywo, ale również dostęp do archiwum wydarzeń sportowych oraz programów i magazynów sportowych. Platforma ta umożliwia swoim klientom również korzystanie z funkcjonalności umożliwiających oglądanie na wielu urządzeniach jednocześnie. Producent oferuje aplikację na urządzenia mobilne z systemem Android, iOS i Harmony OS oraz na wybrane telewizory Smart TV i dekodery Polsat Box.

4.4. Porównanie cen abonamentu, ofert serwisów oraz ocen aplikacji mobilnych

W Tabeli 1 przedstawione zostało porównanie cen abonamentu oraz ofert sportowych badanych serwisów.

Tabela 1: Porównanie cen abonamentu, ofert oraz ocen aplikacji mobilnych badanych serwisów (dane z dnia 06.06.2023)

Serwis	Canal+ Online	Viaplay	Polsat Box Go
Regularna miesięczna cena abonamentu	49zł	55zł	50zł
Dostępne transmisje	kanały sportowe, piłka nożna, koszykówka, piłka ręczna, sporty walki, sporty motorowe, tenis, lekkoatletyka, kolarstwo, rugby, sporty zimowe	piłka nożna, sporty motorowe, sporty walki, gale sztuk walki, tenis, baseball, żużel, hokej, piłka ręczna, golf, koszykówka, rugby, rzutki, bilard	kanały sportowe, piłka nożna, siatkówka, skoki narciarskie, sporty walki
Ocena aplikacji mobilnej (Sklep Play)	4,2	3,6	4,8

5. Plan badań

W celu przeprowadzenia analizy, wykorzystano dwie różne metody badawcze. Pierwszą z nich było przeprowadzenie ankiety w celu zebrania danych dotyczących badanych serwisów. Drugą metodą były badania techniczne, które skupiały się na zbadaniu dostosowania jakości i płynności transmisji do jakości połączenia internetowego. Wykorzystanie obu tych metod miało na celu uzyskanie kompleksowej oceny serwisów oraz uzyskanie charakteru interdyscyplinarnego pracy, łącząc w sobie elementy z dziedziny informatyki oraz badań marketingowych.

5.1. Badanie ankietowe

W ramach przygotowania badania ankietowego, pierwszym etapem było wyznaczenie grupy badawczej. Grupa ta została skonkretyzowana na osoby, które oglądają transmisje sportu w Internecie. Następnie przeprowadzono anonimową ankietę, która zawierała pytania dotyczące preferowanego serwisu przez ankietowanych oraz sposobu korzystania z niego. Dodatkowe pytania obejmowały częstotliwość korzystania z serwisu, ocenę działania aplikacji, adekwatność jakości transmisji do jakości połączenia internetowego, ocenę jakości własnego dostępu do Internetu, satysfakcję z kosztu abonamentu serwisu oraz częstotliwość występowania przerw w transmisji.

Istotnym elementem sporządzenia ankiety było przygotowanie pytania, zawierającego listę funkcjonalności oferowanych przez wszystkie badane serwisy transmitujące wydarzenia sportowe. Celem tego pytania było uzyskanie oceny ważności tych funkcjonalności przez ankietowanych. Dzięki temu możliwe było stworzenie ostatecznej listy funkcji, uwzględniającej najważniejsze aspekty z perspektywy użytkowników.

Kolejnym krokiem było powtórzenie pytania, jednak tym razem ankietowani zostali poproszeni o ocenę tych samych funkcjonalności związanych z wybranym przez nich serwisem. Dzięki przeprowadzonym krokom, uzyskano kompleksową ocenę analizowanych serwisów.

5.2. Badanie techniczne

W ramach badania technicznego przeprowadzone zostały testy transmisji 30 wydarzeń sportowych, co składało się na łączną liczbę 10 testów dla każdego z trzech badanych serwisów. Każdy test składał się z 5 transmisji przeprowadzonych na jednym z dwóch urządzeń - komputerze z systemem Windows 11 oraz tablecie z systemem Android w wersji 11, wyposażonym w ekran o rozdzielczości Full HD. Celem tych badań było porównanie jakości oraz płynności transmisji w zależności od różnych prędkości pobierania, przy uwzględnieniu zarówno aplikacji internetowej, jak i mobilnej. W ramach przeprowadzonych testów, uwzględniono zarówno popularne transmisje, które cieszyły się największym zainteresowaniem w ciągu dnia, jak i mniej popularne. Zostały one tak dobrane, aby zapewnić wszechstronne badanie, badając działanie każdego z badanych serwisów w różnych warunkach obciążenia serwerów. Tym samym, testowane wydarzenia stanowiły reprezentację różnych scenariuszy, które pozwoliły ocenić jakość transmisji w różnych warunkach eksploatacji. Następnie, w trakcie trwania każdej transmisji, w określonym momencie po upływie 5 minut, przeprowadzano kontrolowane zmniejszenie prędkości pobierania na badanych urządzeniach. W trakcie trwania każdego okresu transmisji, przy każdym etapie redukcji prędkości, dokładnie monitorowano i rejestrowano różne parametry, takie jak jakość automatyczna transmisji, opóźnienie transmisji względem wydarzenia na żywo, łączna liczba zawieszonych transmisji oraz opóźnienie przy najwyższej jakości transmisji.

W celu monitorowania prędkości pobierania na obu urządzeniach, skorzystano z trzech dedykowanych do tego technologii. Pierwszą z nich była aplikacja Speed Test [9], która umożliwiła ciągłe monitorowanie prędkości pobierania w ramach jednego badania. Program ten został użyty zarówno podczas testów na laptopie, jak i na tablecie. W celu ograniczenia prędkości pobierania wykorzystane zostały dwie aplikacje. Na laptopie wykorzystano aplikację NetLimiter [10], która umożliwia ustawienie maksymalnej przepustowości dla dowolnej aplikacji używanej na urządzeniu oraz udostępnienia wykres natężenia ruchu sieciowego w czasie rzeczywistym. Na tablecie wykorzystana została aplikacja Throttly [11], dostępna w dedykowanym dla urządzeń z systemem Android sklepie. Aplikacja umożliwia symulowanie różnych warunków sieciowe, oferując ograniczanie przepustowości do wybranych wartości.

6. Wyniki

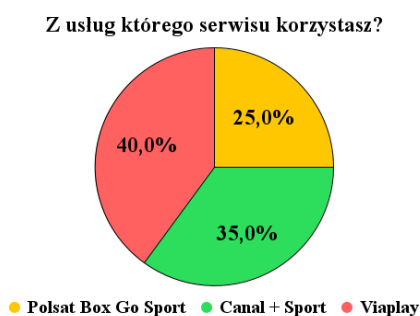
Po przeprowadzeniu badań eksperymentalnych, przystąpiono do szczegółowej analizy uzyskanych wyników. Ze względu na rozległość i kompleksowość przeprowa-

dzonych eksperymentów, przedstawione zostały jedynie wybrane, lecz reprezentatywne rezultaty.

6.1. Wyniki badania ankietowego

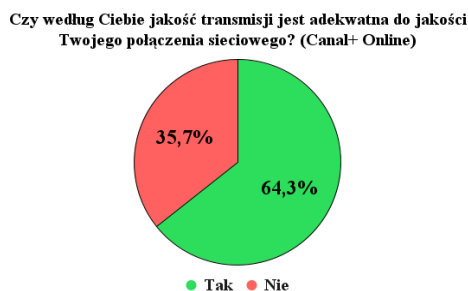
W ramach przeprowadzonej ankiety zebrano łącznie 40 odpowiedzi, które zostały poddane szczegółowej analizie. W celu analizy uzyskanych odpowiedzi, utworzone zostały wykresy, które wspomagają interpretację wyników.

Wyniki pokazały, że największą popularnością cieszy się serwis Viaplay, jednak wartości procentowe są mocno do siebie zbliżone. Zostało to przedstawione na Rysunku 2.



Rysunek 2: Wykres przedstawiający popularność serwisów transmitujących wydarzenia sportowe.

Głównym celem pracy było określenie, czy jakość transmisji jest adekwatna do jakości połączenia internetowego, dlatego ważnym wynikiem uzyskanym podczas badania są wykresy, które przedstawione zostały na Rysunkach 3-5.

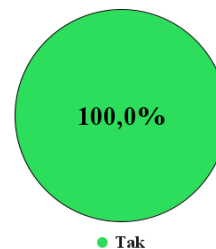


Rysunek 3: Wykres przedstawiający zadowolenie klientów serwisu Canal+ Online z jakości transmisji.



Rysunek 4: Wykres przedstawiający zadowolenie klientów serwisu Viaplay z jakości transmisji.

Czy według Ciebie jakość transmisji jest adekwatna do jakości Twojego połączenia sieciowego? (Polsat Box Go)



Rysunek 5: Wykres przedstawiający zadowolenie klientów serwisu Polsat Box Go z jakości transmisji.

Użytkownicy serwisu Canal+ Online w większości wykazują zadowolenie z jakości transmisji w stosunku do jakości swojego połączenia sieciowego. Klienci Viaplay wyrażają surowsze opinie na temat tej funkcjonalności. Według połowy z nich, jakość transmisji nie spełnia ich oczekiwań. Z kolei osoby korzystające z usług serwisu Polsat Box Go zgadzają się, że jakość transmisji dostarczanych przez tego dostawcę jest w pełni adekwatna do jakości ich połączenia sieciowego.

W wyniku ankiety, przeprowadzonej w celu ustalenia priorytetowych funkcjonalności serwisów, udało się uszeregować funkcjonalności, które były dla respondentów najważniejsze. Taka metoda umożliwiła dokładniejsze zrozumienie, które funkcjonalności są kluczowe, a które mają mniejsze znaczenie dla ogólnej oceny. Tabela 2 zawiera wyniki wraz z przypisanymi do funkcji wagami, co pozwala na lepsze zrozumienie preferencji użytkowników i ich znaczenia.

Tabela 2: Funkcjonalności oraz wyznaczone dla nich wagi

Nr.	Funkcjonalność	Waga
1	Wysoka jakość transmisji na żywo	9
2	Dostosowanie jakości transmisji do jakości połączenia sieciowego	8
3	Dostępność transmisji na wielu urządzeniach (telewizor, tablet, smartfon itp.)	7
4	Brak opóźnień	6
5	Atrakcyjna cena abonamentu	5
6	Duży wybór dyscyplin sportowych	4
7	Wysokiej jakości komentarz	3
8	Możliwość dostępu do archiwum wydarzeń sportowych	2
9	Dodatkowe atrakcje, takie jak studio z ekspertami	1

Korzystając z uzyskanych wag jako mnożników punktacji, istnieje możliwość finalnej oceny serwisów z uwzględnieniem stopnia ważności funkcji. Średnie oceny serwisów uzyskane przez ankietę, zostały przedstawione w Tabeli 3.

Tabela 3: Średnie oceny funkcjonalności serwisów

Nr. funkcjonalności	Wynik ± SD		
	Canal+ Online	Viaplay	Polsat Box Go
1	3,4 ± 1,3	3,1 ± 1,1	4,3 ± 0,8
2	3,1 ± 1,3	3,1 ± 1,4	4,3 ± 0,8
3	3,5 ± 1,3	4,3 ± 0,9	4,5 ± 0,8
4	3,2 ± 0,9	3,7 ± 1,4	4,2 ± 0,8
5	2,8 ± 1,1	2,4 ± 1,0	3,4 ± 0,7
6	3,4 ± 0,6	3,6 ± 1,3	3,6 ± 0,8
7	3,8 ± 0,7	3,4 ± 1,2	3,7 ± 0,9
8	3,3 ± 1,1	3,4 ± 1,4	3,4 ± 0,8
9	3,6 ± 0,5	3,3 ± 1,2	3,5 ± 0,7

Po przypisaniu punktów (3 za pierwsze miejsce w kategorii, 2 za drugie miejsce i 1 za trzecie miejsce) oraz uwzględnieniu wag dla poszczególnych kategorii, utworzona została ostateczna Tabela 4, która przedstawia miejsca przyznane badanym serwisom w wyniku przeprowadzonego badania ankietowego.

Tabela 4: Wyniki badania ankietowego

Serwis	Canal+ Online	Viaplay	Polsat Box Go
Punkty	75	78	131
Miejsce	3	2	1

W rezultacie przeprowadzonego badania ankietowego udało się wyłonić bezsprzecznie najlepszy serwis, który zdecydowanie przewyższał pozostałe dwie badane platformy. Ankietowani wybrali Polsat Box Go jako serwis najlepiej dostosowany do transmisji wydarzeń sportowych.

6.2. Wyniki badania technicznego

Badanie techniczne zostało przeprowadzone dla sześciu różnych prędkości pobierania, które wynosiły odpowiednio: 180 Mbps, 30 Mbps, 15 Mbps, 10 Mbps, 5 Mbps oraz 1 Mbps. W celu ułatwienia interpretacji danych, dokonano numerycznej reprezentacji wartości jakości transmisji. Skala oceny jakości została ustalona na pięć stopni, gdzie 5 oznacza najwyższą jakość Full HD, 4 - jakość wysoką HD, 3 - jakość średnią, 2 - jakość niską, a 1 - jakość najniższą.

Badania na dwóch urządzeniach zostały rozdzielone z powodu braku funkcjonalności zmiany jakości dla aplikacji mobilnych. W Tabeli 5 przedstawione zostały obliczone średnie wyniki badania aplikacji internetowej dla trzech badanych serwisów w zależności od prędkości pobierania.

Tabela 5: Średnie wyniki badania technicznego wykonanego na aplikacjach internetowych badanych serwisów

Kategoria	Prędkość pobierania [Mbps]	Canal+ Online	Viaplay	Polsat Box Go
Średnia jakość automatyczna transmisji	180	5	4	5
	30	4	4	4
	15	3	4	4
	10	3	4	4
	5	3	3	3
	1	2	2	2
	Średnia ± SD	3,3 ± 1,0	3,5 ± 0,8	3,7 ± 1,0
Średnie opóźnienie [s]	180	25	17	23
	30	25	16	24
	15	24	19	24
	10	26	18	25
	5	26	20	28
	1	39	24	30
	Średnia ± SD	27,5 ± 5,7	19 ± 2,8	25,7 ± 2,7
Średnie opóźnienie przy najwyższej jakości transmisji względem transmisji przy najwyższej jakości i najszybszej prędkości pobierania [s]	180	Brak funkcji zmiany jakości	-	-
	30		2	1
	15		4	1
	10		4	3
	5		12	7
	1		-	-
	Średnia ± SD		-	5,5 ± 4,4
Łączna liczba zawieszonych transmisji	180	1	0	0
	30	0	0	0
	15	0	1	2
	10	0	0	0
	5	0	4	2
	1	1	0	0
	Łącznie	2	5	4

Uzyskane z ankiety wagi funkcjonalności zostały wykorzystane do oceny serwisów w analizie technicznej. Wagi kategorii zostały odpowiednio przeliczone na badane funkcjonalności w kontekście badania technicznego. Łączna liczba zawieszonych transmisji została zinterpretowana jako odpowiednik kategorii dostosowania jakości transmisji do stabilności połączenia internetowego, ponieważ na tę wartość ma wpływ wybór automatycznej jakości, który odzwierciedla płynność transmisji. W Tabeli 6 znajdują się finalne wyniki badania technicznego aplikacji internetowych badanych serwisów.

Tabela 6: Finalne wyniki badania technicznego aplikacji internetowych badanych serwisów i przypisane im miejsca

Kategoria	Waga	Canal+ Online	Viaplay	Polsat Box Go
Średnia jakość automatyczna transmisji	3	1	2	3
Średnie opóźnienie [s]	1	1	3	2
Średnie opóźnienie przy najwyższej jakości transmisji względem transmisji przy najwyższej jakości i najszybszej prędkości pobierania [s]	1	1	2	3
Łączna liczba zawieszonych	2	3	1	2
Suma		6	7	18
Miejsce		3	2	1

Analogicznie wykonane zostało badanie techniczne aplikacji mobilnych dedykowanych dla systemu Android. Średnie wyniki badania w zależności od prędkości pobierania, zostały umieszczone w Tabeli 7.

Tabela 7: Średnie wyniki badania technicznego wykonanego na aplikacjach mobilnych badanych serwisów na system Android

	Prędkość pobierania [Mbps]	Canal+ Online	Viaplay	Polsat Box Go
Średnia jakość automatyczna transmisji	180	3	4	4
	30	3	4	4
	15	2	4	4
	10	2	3	3

Średnie opóźnienie [s]	5	2	3	3
	1	1	2	2
	Średnia \pm SD	2,2 \pm 0,8	3,3 \pm 0,8	3,3 \pm 0,8
	180	54	6	24
	30	55	7	26
	15	55	8	27
	10	54	7	25
Łączna liczba zawieszonych transmisji	5	54	7	26
	1	58	13	30
	Średnia \pm SD	55,0 \pm 1,5	8,0 \pm 2,5	26,3 \pm 2,1
	180	0	0	0
	30	1	0	0
	15	1	0	2
	10	0	0	0
Łącznie	5	5	1	0
	1	2	3	0
	Łącznie	9	4	2

Również w tym przypadku wykorzystane zostały uzyskane z ankiety wagi funkcjonalności przeliczone na badane funkcjonalności w kontekście badania technicznego. W Tabeli 8 znajdują się finalne wyniki badania technicznego aplikacji mobilnych badanych serwisów, dedykowanych na system Android.

Tabela 8: Średnie wyniki badania technicznego wykonanego na aplikacjach mobilnych badanych serwisów na system Android

Kategoria	Waga	Canal+ Online	Viaplay	Polsat Box Go
Średnia jakość automatyczna transmisji	3	1	3	3
Średnie opóźnienie	1	1	3	2
Łączna liczba zawieszonych	2	1	2	3
Suma		6	16	17
Miejsce		3	2	1

W wyniku przeprowadzonych badań udało się zidentyfikować serwis, który osiągnął najlepsze wyniki we wszystkich kategoriach. Można jednoznacznie stwierdzić, że Polsat Box Go jest najlepiej dostosowanym serwisem do udostępniania transmisji wydarzeń sportowych. Zarówno w badaniu ankietowym jak

i w badaniach technicznych, najlepiej przystosował do działania potrzebne funkcjonalności. Punktacja każdego serwisu została przedstawiona w Tabeli 9.

Tabela 9: Połączone wyniki obu badań

Kategoria	Canal+ Online	Viaplay	Polsat Box Go
Miejsce, które uzyskał serwis w badaniu ankietowe	3	2	1
Miejsce, które uzyskał serwis w badaniu technicznym aplikacji internetowej	3	2	1
Miejsce, które uzyskał serwis w badaniu technicznym aplikacji mobilnej na system Android	3	2	1
Miejsce w ogólnym rankingu	3	2	1

7. Wnioski

Analiza wyników pozwoliła na stwierdzenie, że serwis Polsat Box Go osiągnął najlepsze rezultaty zarówno w badaniu ankietowym, jak i w badaniu technicznym. Warto zauważyć, że serwis ten jest polskim przedstawicielem na rynku, który charakteryzuje się silną konkurencją i ciągłym pojawianiem się nowych zagranicznych serwisów. Mimo to, Polsat Box Go odniósł największy sukces zarówno wśród respondentów biorących udział w badaniu ankietowym, jak i wśród analizowanych parametrów technicznych.

Przeprowadzone badania dostarczyły odpowiedzi na wcześniej postawione pytania badawcze:

1. Który serwis jest najlepiej oceniany przez jego użytkowników? - Na to pytanie odpowiedź jest jednoznaczna, ponieważ serwis Polsat Box Go uzyskał zdecydowanie najwięcej punktów w przeprowadzonym badaniu ankietowym.
2. Który serwis jest najpopularniejszy? - Zgodnie z danymi uzyskanymi w badaniu ankietowym, wynika, że serwis Viaplay otrzymał największą liczbę odpowiedzi, co czyni go najczęściej wybieranym serwisem do transmisji wydarzeń sportowych na polskim rynku. Jest to związane z brakiem odpowiednika telewizyjnego serwisu oraz monopolem na transmisję wielu sportów.
3. Który serwis posiada najlepiej działającą w każdych warunkach sieciowych aplikację mobilną? - W wyniku badania technicznego zostało wyłonione, że Polsat Box Go posiada najlepszą aplikację mobilną.
4. Który serwis działa najlepiej przez przeglądarkę internetową w każdych warunkach sieciowych? - Najlepiej działającym w każdych warunkach sieciowych przez przeglądarkę internetową serwisem okazał się Polsat Box Go.

Po przeprowadzeniu badań i analizie ich wyników, autor pracy dostrzega potencjalne obszary rozwoju dalszych badań. Aby dokonać bardziej dogłębnej analizy polskiego rynku dostawców internetowych transmisji sportowych, warto rozważyć badanie wszystkich wersji dostarczanych przez producentów aplikacji na wszystkie systemy oraz analizę interfejsów każdej z nich. Pozwoliłoby to wskazać również serwis z najlepiej przystosowanym interfejsem.

Literatura

- [1] A. T. Tran, N. N. Dao, S. Cho, Bitrate Adaptation for Video Streaming Services in Edge Caching Systems, *IEEE Access* 8 (2020) 135844-135852.
- [2] K. Janc, W. Jurkowski, Spatial differentiation of the Internet quality in terms of digital divide in Poland, *Transport Geography Papers of Polish Geographical Society* 25 (2022) 73-84.
- [3] Y. A. Reznik, Average Performance of Adaptive Streaming, *Data Compression Conference, IEEE* (2021) 263-272.
- [4] Y. Li, S. Wang, X. Zhang, C. Zhou, S. Ma, High Efficiency Live Video Streaming With Frame Dropping, *IEEE International Conference on Image Processing* (2020) 1226-1230.
- [5] N. Barman, M. G. Martini, QoE Modeling for HTTP Adaptive Video Streaming - A Survey and Open Challenges, *IEEE Access* 7 (2019) 30831-30859.
- [6] T. Kumano, M. Ichiki, K. Kurihara, H. Kaneko, T. Komori, T. Shimizu, N. Seiyama, A. Imai, H. Sumiyoshi, T. Takagi, Generation of Automated Sports Commentary from Live Sports Data, *IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting* (2019) 1-4.
- [7] K. Bilal, A. Erbad, M. Hefeeda, Crowdsourced Multi-View Live Video Streaming using Cloud Computing, *IEEE Access* 5 (2017) 12635-12647.
- [8] K. K. Jakkur Patalappa, S. M. Chandramouli, Exploring Ecosystem of Free Illegal Live Streaming Services and Its Price on Legitimate Services, *IEEE International Conference on Mobile Networks and Wireless Communications* (2021) 1-8.
- [9] Aplikacja do testowania prędkości Internetu, <https://www.speedtest.pl/>, [29.05.2023].
- [10] Aplikacja do ograniczania prędkości Internetu na komputery, <https://www.netlimiter.com/>, [29.05.2023].
- [11] Aplikacja do ograniczania prędkości Internetu na urządzenia mobilne, <https://apkpure.com/throttly-network-tools/me.twocities.throttly>, [29.05.2023].