

The evolution of Microsoft Windows operating systems after 2001

Ewolucja systemów operacyjnych Microsoft Windows po 2001 roku

Bartłomiej Wójtowicz*, Norbert Wójcik

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

Abstract

The purpose of this article is to present the most important changes that occurred with the release of successive versions of Windows after 2001 and to compare Windows XP, Windows 7, Windows 10, Windows 11 in terms of performance, resource consumption, speed of file operations and usability of the graphical user interface. For this purpose, research scenarios were prepared to enable for reliable testing, two computer workstations were prepared to install the operating systems under study, and research experiments were conducted. The results of the research were presented graphically and analyzed. Conclusions were drawn to answer the question of whether the usability of Windows operating systems increased with the advent of new versions of the system.

Keywords: Microsoft Windows; operating systems; comparative analysis

Streszczenie

Celem artykułu jest przedstawienie najważniejszych zmian, które zachodziły wraz z udostępnianiem kolejnych wersji systemu Windows po 2001 roku oraz porównanie systemów Windows XP, Windows 7, Windows 10, Windows 11 pod względem wydajności, zużycia zasobów, szybkości operacji wykonywanych na plikach oraz użyteczności graficznego interfejsu użytkownika. W tym celu przygotowano scenariusze badawcze pozwalające na przeprowadzenie rzetelnych badań, skonfigurowano dwa stanowiska komputerowe, na których zainstalowano badane systemy operacyjne oraz przeprowadzono eksperymenty badawcze. Wyniki badań przedstawiono w formie graficznej, przeanalizowano i wyciągnięto wnioski odpowiadające na pytanie, czy użyteczność systemów operacyjnych Windows rosła wraz z pojawianiem się nowych wersji tego systemu.

Słowa kluczowe: Microsoft Windows; systemy operacyjne; analiza porównawcza

*Corresponding author

Email address: bartlomiej.wojtowicz1@pollub.edu.pl (B. Wójtowicz)

Published under Creative Common License (CC BY 4.0 Int.)

1. Wstęp

System operacyjny jest kompleksowym programem komputerowym zarządzającym wszystkimi zasobami komputerowymi oraz zapewniającym interakcję pomiędzy sprzętem komputerowym, a jego użytkownikiem. System operacyjny dostarcza platformę, która pozwala na uruchamianie programów eksperckich. Jest to możliwe dzięki mechanizmom zarządzania pamięcią, danymi, urządzeniami wejścia-wyjścia oraz planowaniem procesów. We współczesnym świecie systemy operacyjne odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu doświadczeń użytkownika oraz efektywności pracy na komputerach osobistych. Czołowym dostawcą systemów operacyjnych na rynku jest firma Microsoft. System operacyjny Windows stworzony przez tę firmę zdominował rynek i stał się najpopularniejszym systemem wśród użytkowników komputerów osobistych na świecie.

System Microsoft Windows okazał się rozwiązaniem innowacyjnym i w znacznym stopniu przyczynił się do zwiększenia dobrobytu na świecie [1]. Ponadto, firma Microsoft, w dużej mierze dzięki swojemu systemowi operacyjnemu, stała się najbardziej wartościową firmą na świecie. W ciągu ostatnich trzydziestu sześciu lat powstało kilkanaście wersji systemu operacyjnego Microsoft Windows. Pokazuje to, jak wielka była potrzeba innowacji w dynamicznie rozwijającym się świecie

technologii informatycznych. Rozwój systemu operacyjnego Windows jest rezultatem nieustannej adaptacji na wysoce konkurencyjnym i błyskawicznie zmieniającym się rynku informatycznym. Proces ten obejmuje ewolucję interfejsu graficznego [2], udoskonalenia w zakresie stabilności, wydajności, bezpieczeństwa, obsługi sieci oraz dostosowywania się do nowych paradygmatów informatycznych takich jak wirtualizacja czy chmura obliczeniowa.

Celem niniejszego artykułu jest przeanalizowanie rozwoju systemu operacyjnego Microsoft Windows oraz odpowiedź na pytanie, czy użyteczność tego systemu rosła wraz z pojawianiem się jego nowych wersji. Aby tego dokonać przygotowano scenariusze badawcze określające zakres oraz sposób przeprowadzania badań, skonfigurowano dwa różne stanowiska komputerowe oraz przeprowadzono eksperymenty badawcze. Porównano zapotrzebowanie na zasoby, szybkość wykonywania operacji na plikach oraz użyteczność interfejsu graficznego. Następnie wyciągnięto wnioski z danych zebranych podczas wykonywania eksperymentów oraz przygotowano podsumowanie przeprowadzonych badań.

2. Przegląd literatury

Ze względu na obszerność zagadnień związanych z systemami operacyjnymi, systemy operacyjne można porównywać na wiele sposobów i biorąc pod uwagę ich najróżniejsze właściwości. Z tego powodu przeanalizowano artykuły naukowe skupiające się na porównywaniu systemów operacyjnych [3-5], związane z ewolucją systemów operacyjnych, tego w jaki sposób się one zmieniały, dlaczego, w jakim tempie i jaki miały wpływ na otoczenie [6-8] oraz skupiające się na konkretnych funkcjonalnościach systemów operacyjnych takich jak funkcje sieciowe [9-11], czy wirtualizacja [12].

Artykuł "Microsoft Windows: The evolution of a revolutionary product" [6] przedstawia historię różnych wersji systemu Windows, opisując ich cechy, innowacje oraz ograniczenia. Windows NT, wydany jako wersja 3.1, był pierwszym w pełni 32-bitowym systemem Windows, niezależnym od DOS, oferującym wyższą wydajność i zaawansowane funkcje. Windows 95 i 98 wprowadziły interfejs graficzny, lepszą obsługę sprzętu i funkcję "Plug and Play", ale miały luki w bezpieczeństwie, takie jak ograniczona kontrola dostępu do plików i brak zaawansowanego szyfrowania danych. Windows 2000 przyniósł większą stabilność, wydajność i elastyczność, wprowadzając Active Directory i Microsoft Management Console. Windows XP połączył stabilność, bezpieczeństwo, wygodę użytkownika i międzynarodowe wsparcie. Autor podkreśla, że ewolucja Windows odpowiadała na zmieniające się trendy technologiczne i oczekiwania użytkowników, a systemy operacyjne wymagają ciągłych zmian, łatek i ulepszeń.

Autorzy artykułu "Impact of the Host Operating Systems on Virtual Machine Performance" [12] zbadali wpływ systemu operacyjnego hosta na wydajność maszyny wirtualnej, testując Windows XP, Vista i Windows 7. Wykorzystali różne oprogramowanie benchmarkowe oraz sprawdzili szybkość kompresji danych i kodowanie wideo. Stwierdzili, że Windows 7 zapewnia najlepszą wydajność, a Vista wypadła gorzej od XP. Windows 7 wykazał znaczącą poprawę, szczególnie w obszarach pamięci, dysku twardego i szybkości kodowania wideo. Wybór systemu operacyjnego hosta ma kluczowe znaczenie dla wydajności maszyny wirtualnej.

3. Przegląd systemów operacyjnych Microsoft Windows

3.1. Analiza rynku pod względem popularności

W [13] przedstawiono popularność poszczególnych wersji systemu Windows w latach od 2009 do 2023. Najpopularniejszymi wersjami Windows w tych latach były Windows XP z 78% udziałem w rynku, Windows 7 z 62% oraz Windows 10, który w szczycie popularności posiadał 82% rynku. Najstąbiej poradził sobie system Windows 8, który w szczycie posiadał 23% rynku. Nie wiele lepiej spisał się Windows Vista z wynikiem 25%. Dynamicznie wzrasta za to popularność Windows 11, czyli najnowszej wersji systemu operacyjnego od firmy Microsoft. System ten został wprowadzony w 2021 roku

i nie osiągnął jeszcze szczytu swojej popularności, a mimo tego w 2023 stanowił on już ponad 25% rynku.

3.2. Kluczowe zmiany pomiędzy poszczególnymi wersjami Microsoft Windows

System Windows XP zadebiutował 25 października 2001 roku [14]. Najważniejszymi atutami tego systemu operacyjnego były nowy interfejs graficzny, przebudowa Menu Start, duża stabilność działania oraz zwiększone wsparcie dla sprzętu komputerowego. W Windows XP wprowadzono także aplikację zdalny pulpit, Windows Defender oraz umożliwiono szybkie przełączanie użytkowników.

Sześć lat później pojawił się Windows Vista [15]. Wprowadził on odświeżony interfejs graficzny Windows Aero, możliwość ustawienia stylu i motywów, wsparcie dla protokołu IPv6, funkcję shadow copy oraz wiele ulepszeń dla aplikacji multimedialnych.

Zaledwie dwa lata później wprowadzono system Windows 7 [16]. Oferował on znacznie lepszą stabilność względem swojego poprzednika. Interfejs graficzny został odświeżony, zwiększono efektywność wykorzystania wielu rdzeni procesora jednocześnie, wprowadzono ulepszone wsparcie dla dysków SSD, rozbudowano funkcjonalność paska zadań.

26 października 2012 roku do użytkowników trafił system Windows 8 [17]. Największą zmianą w tym systemie był zupełnie nowy interfejs graficzny Metro UI. Skupiał się on na interakcji opartej na dotyku, a z interfejsu zniknął przycisk Start. Konsumenci zareagowali na tę zmianę negatywnie, przez co firma Microsoft została zmuszona do udostępnienia aktualizacji systemu Windows 8.1 i przywrócenia przycisku Start oraz wprowadzenia szeregu ułatwień w używaniu interfejsu dla urządzeń bez ekranu dotykowego. Oprócz tego system ten wprowadził wiele usprawnień dotyczących bezpieczeństwa, stabilności oraz możliwości multimedialnych.

Trzy lata później swojej premiery doczekał się system Windows 10 [18]. Tradycyjnie odświeżono w nim interfejs graficzny, przywrócono klasyczne Menu Start, wprowadzono przeglądarkę Microsoft Edge, Cortanę, tryb tabletowy, nowe centrum akcji, wirtualne pulpity oraz wprowadzono usługę WSL2, która ułatwia wirtualizację systemów Linux.

5 października 2021 roku pojawił się najnowszy Windows 11, który ponownie odświeżył interfejs graficzny zaprojektowany za pomocą Fluent Design System [19]. W Windows 11 wbudowano aplikację Microsoft Teams, zakończono wsparcie dla Internet Explorer, rozbudowano kompatybilność z systemem Android, wzmocniono bezpieczeństwo oraz wdrożono pierwsze ułatwienie wykorzystujące sztuczną inteligencję.

4. Eksperyment badawczy - porównanie systemów operacyjnych Microsoft Windows

Do przeprowadzenia eksperymentu badawczego wytypowano trzy najpopularniejsze wersje systemu Windows w latach 2009-2023, czyli Windows XP, Windows 7 oraz Windows 10. Dodatkowo badaniom poddano system Windows 11 ze względu na to, że jest to najnowszy

system Windows, a jego popularność dynamicznie rośnie. Te cztery systemy operacyjne zostały poddane badaniom porównującym zapotrzebowanie na zasoby, szybkość wykonywania operacji na plikach oraz użyteczność interfejsu graficznego.

4.1. Stanowisko badawcze

Do przeprowadzenia eksperymentów badawczych użyto dwóch komputerów osobistych. Na każdym z nich zainstalowano badane systemy operacyjne w wersji 64 bitowej. Specyfikacje tych jednostek przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1: Specyfikacja stanowisk badawczych

Oznaczenie	PC1	PC2
Model	Komputer stacjonarny	Laptop HP Pro Book 6560b
Procesor	Intel Pentium G4600	Intel Core i5-2520M
Pamięć RAM	8 GB	6 GB
Dysk twardy	Samsung Evo 860 500GB	Samsung Evo 860 500GB

4.2. Narzędzia

Wyniki badań zebrano za pomocą skryptów bat. Użycie skryptów bat oraz komend, które udostępnia środowisko Windows pozwoliło na stworzenie narzędzi uniwersalnych, działających na wszystkich badanych systemach operacyjnych bez modyfikowania ich. Dzięki temu dane pozyskano w sposób identyczny dla każdej badanej wersji Windows. W skryptach użyto takie komendy jak `fsutil file createnew`, `copy`, `del`, `rmdir`, `wmic`.

4.3. Scenariusze badawcze

W celu przeprowadzenia badań przygotowano scenariusze badawcze dla czterech eksperymentów:

1. Zajętość miejsca na dysku twardym przez system operacyjny.
2. Wykorzystanie procesora oraz pamięci RAM.
3. Operacje na plikach.
4. Użyteczność interfejsu graficznego.

Rozmiar systemu operacyjnego odczytano według następującego scenariusza:

1. Instalacja systemu operacyjnego na komputerze osobistym.
2. Odczytanie miejsca zajętego na dysku twardym.

Ekspertyment drugi oraz trzeci korzystają z tego samego scenariusza:

1. Uruchomienie systemu operacyjnego.
2. Uruchomienie skryptu bat.
3. Odczekanie do końca wykonywania skryptu.
4. Odczytanie wartości zebranych przez skrypt.

Różnica pomiędzy tymi scenariuszami polegała na wykonywaniu innego skryptu bat. W przypadku eksperymentu drugiego skrypt bat raz na sekundę dokonywał pomiarów wykorzystania pamięci RAM oraz CPU za pomocą polecenia `wmic`. Po sześćdziesięciu sekundach skrypt przestawał dokonywać pomiarów i wyliczał średnie zużycie zasobu w trakcie zbierania pomiarów. Ten

eksperyment podzielony został na dwie części. W pierwszej części pomiary zebrano bez obciążenia komputera. W drugiej części komputer obciążono zadaniami, które są wykonywane przez typowego użytkownika komputerów osobistych. W tej sytuacji powyższy scenariusz badawczy uległ modyfikacji do następującej postaci:

1. Uruchomienie systemu operacyjnego.
2. Uruchomienie skryptu bat.
3. Uruchomienie podstawowej przeglądarki z włączonymi pięcioma kartami.
4. Uruchomienie podstawowego edytora tekstowego.
5. Uruchomienie filmu w podstawowym odtwarzaczu multimedialnym.
6. Uruchomienie podstawowego edytora graficznego.
7. Używanie naprzemienne włączonych aplikacji aż do zakończenia działania skryptu.
8. Odczytanie średniej wartości wykorzystania zasobu.

W przypadku eksperymentu trzeciego wykonywano dwa skrypty. Zadaniem pierwszego z nich było utworzenie pięćdziesięciu tysięcy plików o wielkości 1 MB za pomocą polecenia `fsutil`. Następnie pliki te kopiowano do osobnego folderu, a potem usuwano. Równolegle mierzono czas trwania tych operacji. Drugi skrypt tworzył za pomocą komendy `fsutil` jeden plik o wielkości 50 GB, a następnie kopiował go i usuwał pliki źródłowe oraz jego kopie. W tym przypadku również równolegle mierzono czas trwania tych operacji.

Ekspertyment czwarty polegał na zliczaniu akcji potrzebnych do wykonania konkretnej operacji. Akcją był pojedynczy ruch myszy, pojedyncze kliknięcie przyciskiem myszy, pojedyncze naciśnięcie klawisza klawiatury lub pojedynczy ruch kółkiem myszy. Zliczanie akcji rozpoczynało się, gdy kursor ustawiony był w centralnym punkcie pulpitu użytkownika. Analizie poddano dziesięć operacji:

- Zmiana rozdzielczości ekranu.
- Konfiguracja drukarki lokalnej.
- Utworzenie nowego konta użytkownika.
- Ustawienie domyślnej przeglądarki internetowej.
- Konfiguracja karty sieciowej.
- Usuwanie aplikacji.
- Zmiana nazwy komputera.
- Wyłączenie uruchomionego procesu.
- Kompresja pliku.
- Zapisanie zrzutu ekranu.

W przypadku konfiguracji drukarki lokalnej nie używano automatycznego wyszukiwania sterownika, wybrano go manualnie i wybrano ten, który był możliwy do wybrania za pomocą jak najmniejszej liczby akcji. Nie zliczano akcji potrzebnych do wpisania danych w polach tekstowych. W przypadku kompresji, na pulpicie znajdował się plik, który poddano kompresji.

4.4. Metodyka badawcza

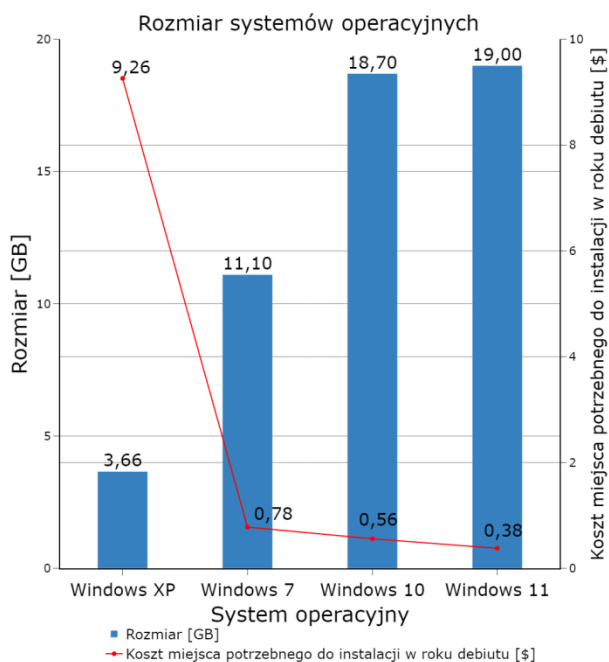
Przygotowane scenariusze badawcze wykonywano niezależnie na dwóch jednostkach komputerowych. W każdym badaniu, w którym jest to możliwe, proces zbierania pomiarów wykonywano dziesięciokrotnie w celu ich uśrednienia. W przypadku analizy zajętości miejsca na dysku twardym wyniki pomiarów zestawiono z kosztem

miejsca potrzebnego do instalacji w roku debiutu danej wersji systemu operacyjnego w celu umiejscowienia wyników w odpowiednim kontekście rozwoju technologicznego, który w tym czasie nastąpił.

5. Wyniki badań

5.1. Analiza zajętości miejsca na dysku twardym

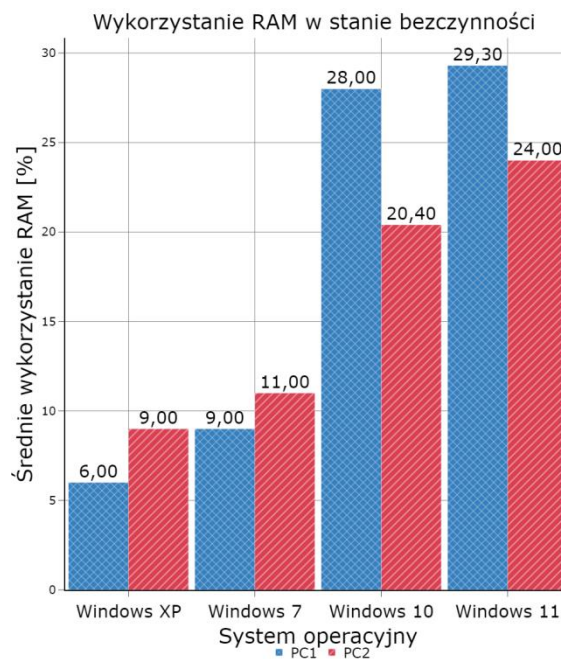
Na Rysunku 1 przedstawiono porównanie rozmiaru systemów operacyjnych. Rozmiar każdego z systemów zestawiono z kosztem miejsca potrzebnego do instalacji w roku debiutu wyrażonym w dolarach amerykańskich. Wraz z pojawianiem się kolejnych wersji systemu Windows, rozmiar badanych systemów wzrastał. Windows XP potrzebował jedynie 3,6 GB, które kosztowało 9,26 USD. Windows 7 zwiększył to wymaganie ponad trzykrotnie i potrzebował 11,1 GB wolnego miejsca, ale jego koszt spadł do zaledwie 0,78 USD. Kolejny duży przeskok pojawił się wraz z Windows 10, który wymagał 18,7 GB miejsca, jednakże cena tego miejsca ponownie spadła i wynosiła jedynie 0,56 USD. Różnica dla Windows 11 okazała się niewielka, system ten potrzebuje 19 GB miejsca, którego koszt wynosił 0,38 USD. Zestawiając te rozmiary z kosztem miejsca w roku debiutu systemu okazuje się, że każdy następny system był dla użytkownika tańszy niż jego poprzednik.



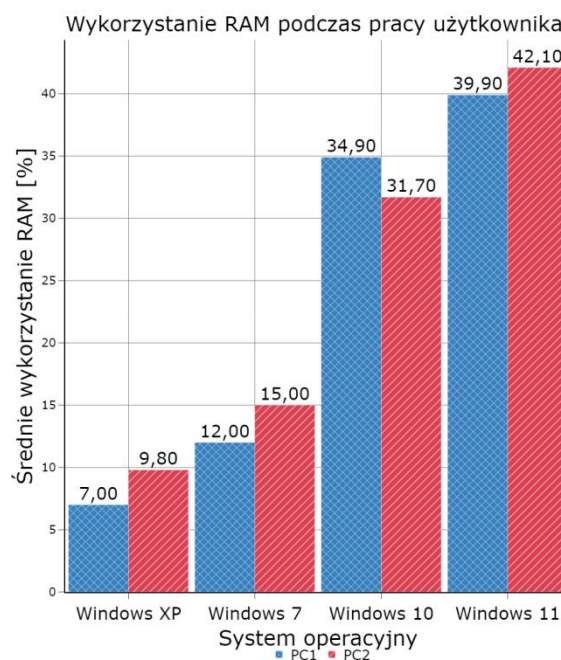
Rysunek 1: Porównanie rozmiaru systemów operacyjnych wraz z odniesieniem do kosztów tego miejsca w roku debiutu systemu, opracowanie własne na podstawie [20].

5.2. Wykorzystanie procesora oraz pamięci RAM

Na Rysunku 2 oraz Rysunku 3 przedstawiono zużycie RAM w stanie bezczynności oraz podczas pracy użytkownika. Na obu stanowiskach badawczych zużycie RAM wzrastało wraz z nowszymi wersjami systemu operacyjnego Windows. Odczyty zużycia RAM podczas symulacji codziennej pracy użytkownika we wszystkich przypadkach były wyższe niż w stanie bezczynności.

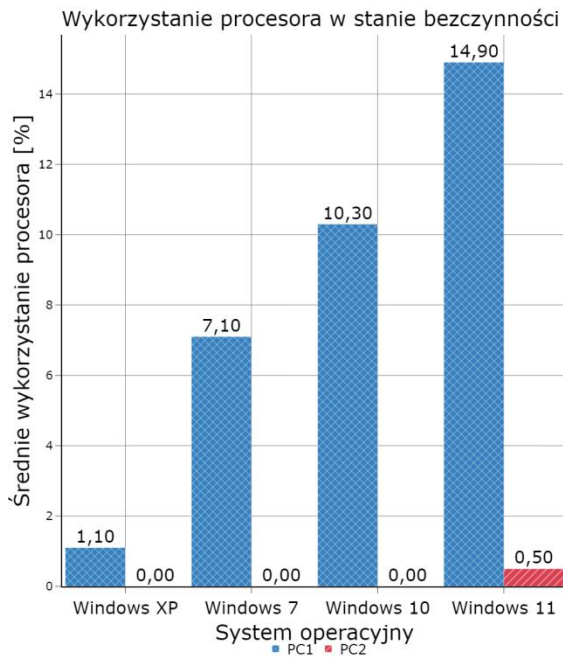


Rysunek 2: Wykorzystanie RAM przez badane systemy operacyjne w stanie bezczynności.

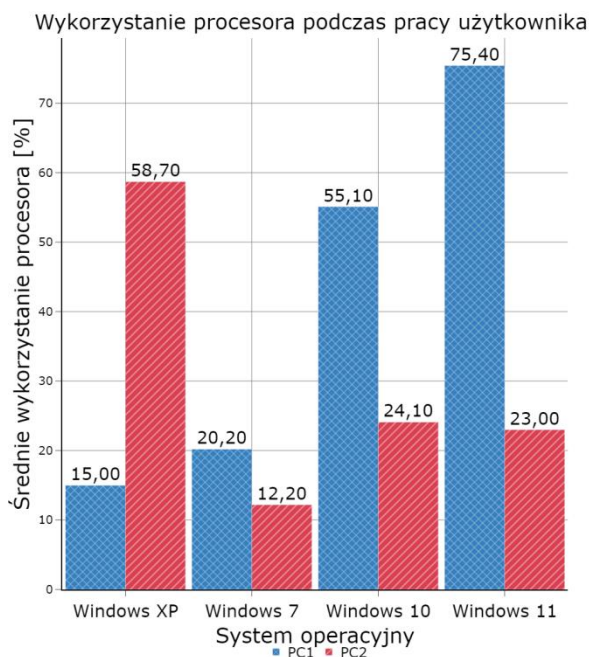


Rysunek 3: Wykorzystanie RAM przez badane systemy operacyjne podczas pracy użytkownika.

Rysunek 4 i Rysunek 5 przedstawiają wykorzystanie procesora w stanie bezczynności oraz podczas pracy użytkownika. Wykorzystanie procesora w stanie bezczynności dla PC1 różnie wraz z nowszymi wersjami systemu Windows. Ze względu na wykorzystanie procesora serii M, który został stworzony z myślą o oszczędzaniu energii, wykorzystanie procesora przez PC2 w stanie bezczynności jest bliskie zero.



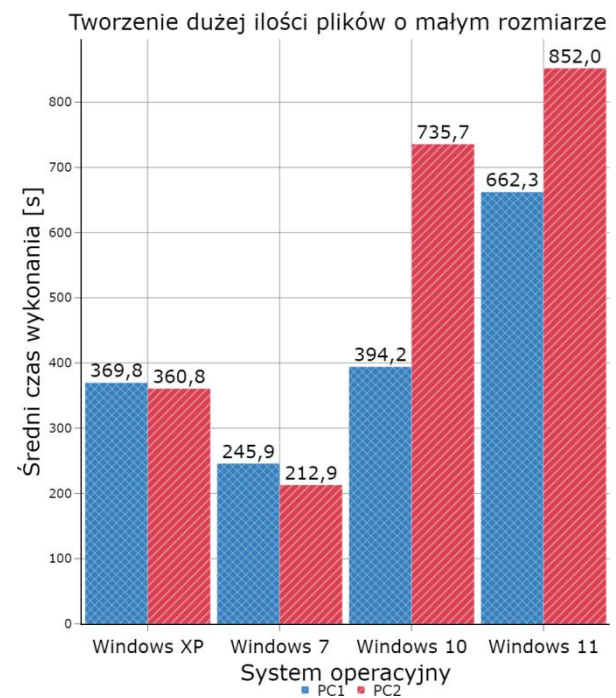
Rysunek 4: Wykorzystanie procesora przez badane systemy operacyjne w stanie beczynności.



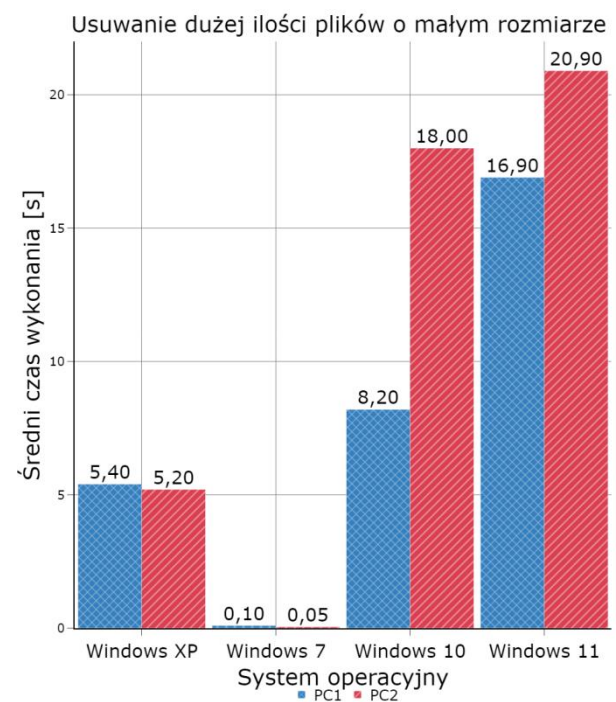
Rysunek 5: Wykorzystanie procesora przez badane systemy operacyjne podczas pracy użytkownika.

Narzędzia wykorzystane do badania nie posiadają wystarczającej dokładności, aby odczytać dokładne wykorzystanie procesora. W przypadku Windows 11 wyniosło ono 0,5%, dzięki czemu można domyślić się, że dla PC2 wykorzystanie procesora także rośnie w nowszych systemach operacyjnych. Zużycie dla PC1 rośnie podczas pracy użytkownika. W przypadku PC2 największym zużyciem procesora wyróżnia się Windows XP. Może to wynikać z braku odpowiednich optymalizacji procesora dla tego systemu operacyjnego lub z powodu anomalii, które mogły wystąpić podczas przeprowadzania symulacji pracy użytkownika.

5.3. Operacje na plikach



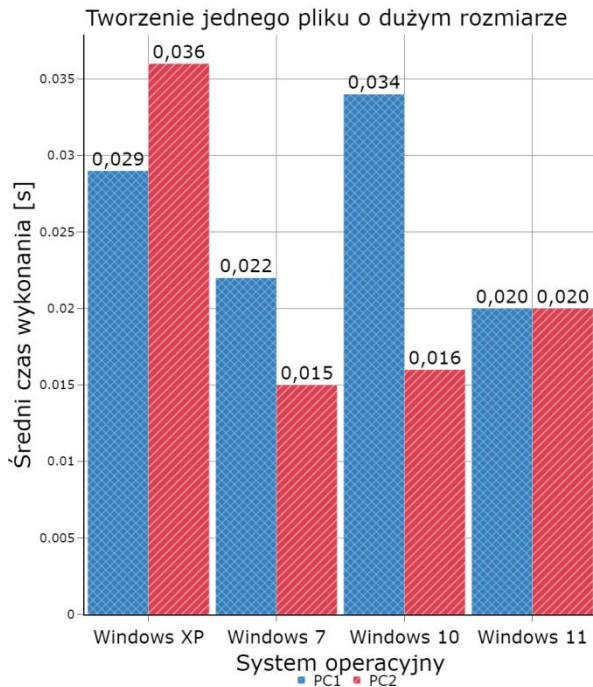
Rysunek 6: Tworzenie wielu plików o małym rozmiarze.



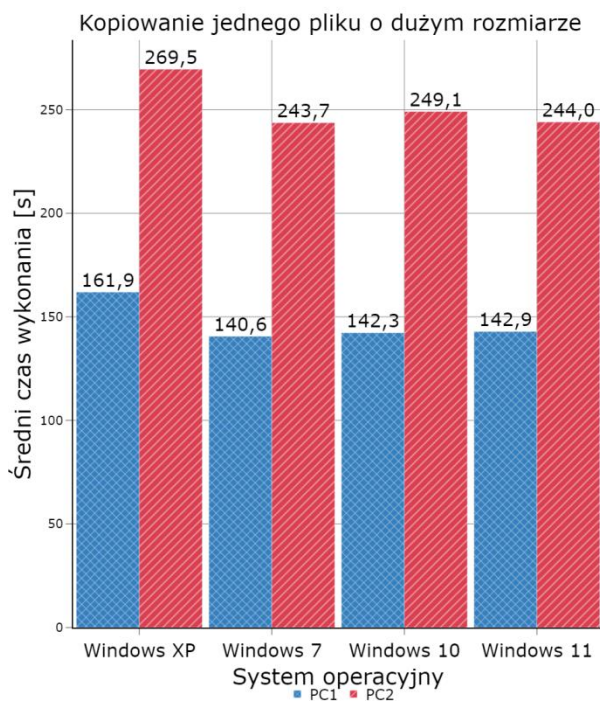
Rysunek 7: Usuwanie wielu plików o małym rozmiarze.

Rysunek 6 oraz Rysunek 7 przedstawiają operacje na wielu plikach o małym rozmiarze. Najszybciej operacje te wykonuje system Windows 7, najwolniejszy w przeprowadzonych badaniach okazał się Windows 11. Wynika to z faktu, że w Windows 7 wprowadzono optymalizacje dla dysków SSD. W Windows 10 pojawiły się procesy takie jak Antimalware Service Executable, Search Protocol Host oraz Indeksator programu Search, które w znaczący sposób spowalniają operacje na plikach.

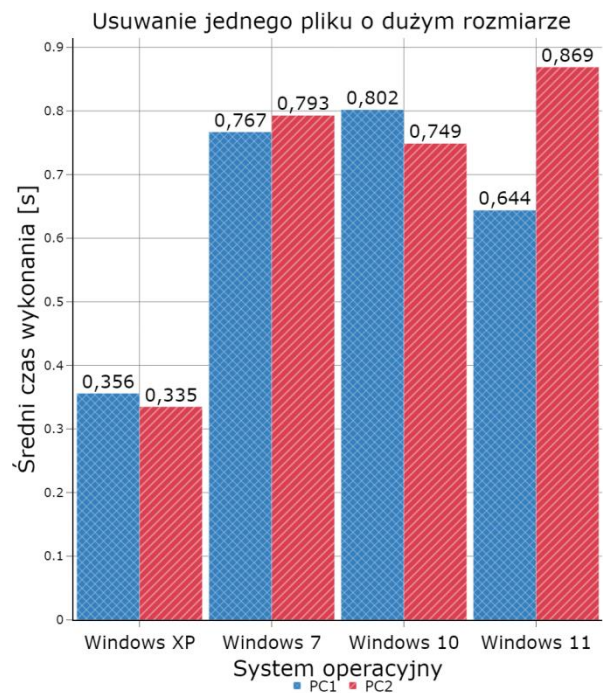
Na Rysunkach 8, 9 oraz 10 przedstawiono operacje na jednym pliku o dużym rozmiarze. Ponownie Windows 7 okazał się najszybszym systemem w tym badaniu z wyjątkiem usuwania pliku, gdzie zwyciężył Windows XP. Różnice w tym badaniu okazały się jednak niewielkie.



Rysunek 8: Tworzenie jednego pliku o dużym rozmiarze.



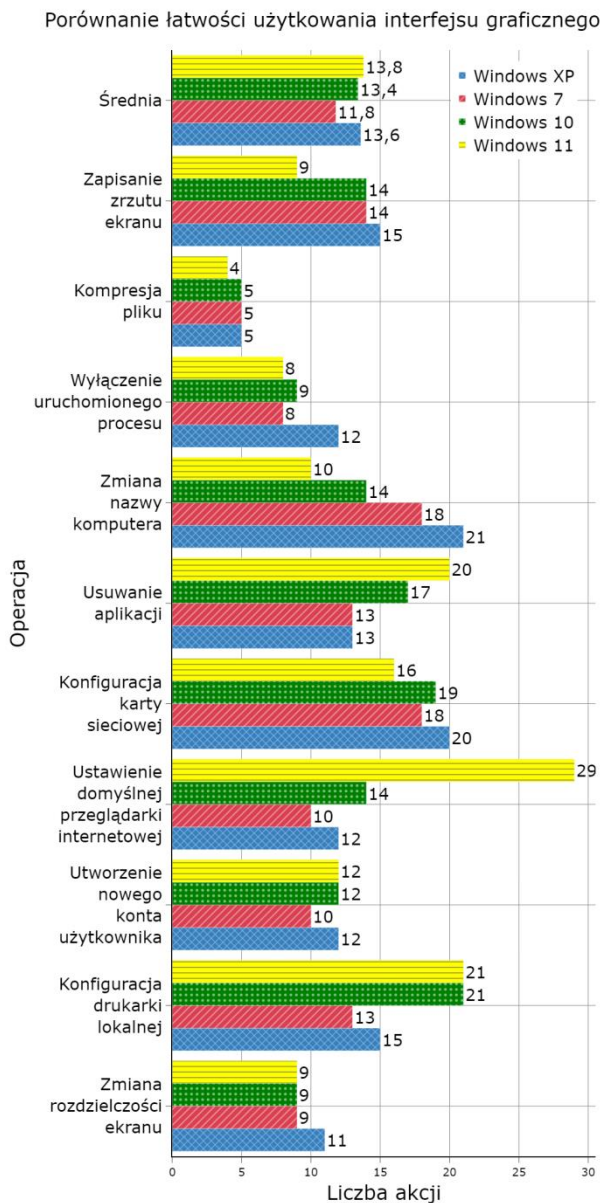
Rysunek 9: Kopiowanie jednego pliku o dużym rozmiarze.



Rysunek 10: Usuwanie jednego pliku o dużym rozmiarze.

5.4. Użyteczność graficznego interfejsu użytkownika

Na Rysunku 11 przedstawiono porównanie łatwości użytkowania interfejsu graficznego. Interfejs systemu Windows 10 pod względem liczby akcji potrzebnych do wykonania danej operacji uzyskał znacząco gorszy wynik. Wydaje się, że system ten jest formą pośrednią pomiędzy poprzednimi wersjami, a Windows 11. Część operacji wykonywana jest w nowym interfejsie, ale znacząca ich liczba nadal wykonywana jest za pomocą tego samego interfejsu, który istniał w poprzednich wersjach systemu Windows, a jedyną różnicą jest to, że trzeba wykonać więcej akcji, aby do tego interfejsu dotrzeć. Interfejs w Windows 11 został znacząco odświeżony i ujedynolicony. Widać to także w liczbie akcji potrzebnych do wykonania danej operacji. Niestety jego średni wynik pogarsza operacja "Ustawienie domyślnej przeglądarki internetowej". Firma Microsoft rozpoczęła agresywne promowanie własnej przeglądarki Microsoft Edge, która zastąpiła Internet Explorer. Zmiana domyślnej przeglądarki internetowej jest umyślnie utrudniana przez firmę Microsoft. W Windows 11 nie ma możliwości ustawienia domyślnej przeglądarki internetowej w tradycyjny sposób znany z poprzednich wersji Windows. Aby to zrobić, trzeba ustawić odpowiednią aplikację dla poszczególnych typów plików i protokołów. W tym eksperymencie aplikacja została zmieniona dla rozszerzeń html, http oraz https. Najlepszy wynik uzyskał interfejs graficzny systemu Windows 7, który uzyskał średni wynik 11,8 akcji.



Rysunek 11: Porównanie łatwości użytkowania interfejsu graficznego.

6. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych analiz oraz badań stwierdzono, że system operacyjny Windows zmieniał się intensywnie oraz diametralnie w obrębie funkcjonalności, które udostępnia, ale zasada jego działania pozostaje taka sama jak w pierwszej wersji tego systemu i jest głównie modyfikowana iteracyjnie w odpowiedzi na rozwijające się nowe technologie, możliwości sprzętowe oraz szybko zmieniające się oczekiwania użytkowników systemów operacyjnych. Rozwój nowych funkcjonalności napędzanych przez rozwój technologii takich jak Internet, urządzenia mobilne, przetwarzanie chmurowe czy sztuczna inteligencja wymusza na firmie Microsoft obsługę tych funkcji, co rodzi szanse, ale także niebezpieczeństwa, na które system operacyjny musi być gotowy. Dlatego współczesne wersje systemu operacyjnego Windows potrzebują znacznie więcej zasobów, aby wykonać tę samą pracę. Nie wszystkie zmiany wprowadzane przez Microsoft spotkały się z entuzjastycznym przyjęciem

przez użytkowników. Wielokrotnie zdarzało się, że producent Windows zmuszony był do szybkiego wydania nowej wersji systemu z powodu błędów lub niedogodności, które trapiły użytkowników na przykład systemu Windows Vista bądź Windows 8.

Z pewnością można stwierdzić, że możliwości, które posiada użytkownik korzystający z systemu Windows rosły znacząco wraz z udostępnianiem jego kolejnych wersji. Odbiło się to jednak kosztem wydajności, która spadała wraz z pojawianiem się nowych wersji systemu operacyjnego. Nie wpłynęło to ostatecznie negatywnie na użytkowników ze względu na dynamiczny rozwój możliwości sprzętowych, który zrekompensował rosnące zapotrzebowanie na zasoby systemów operacyjnych Windows, a który widać chociażby w wynikach badania porównującego rozmiar poszczególnych systemów operacyjnych relatywnie do kosztu przechowywania danych w roku debiutu danego systemu.

Wraz z pojawianiem się nowych wersji systemu Windows zwiększały się nie tylko wymagania co do ilości potrzebnego wolnego miejsca na dysku twardym, ale także zapotrzebowanie na pamięć RAM oraz moc obliczeniową procesora. Stało się tak z powodu wdrażania nowych funkcjonalności dodawanych do systemu ze względu na rosnące oczekiwania użytkowników, rozwój technologii sprzętowych i technologii oprogramowania oraz ze względu na zagrożenia związane z bezpieczeństwem, które spowodował szybki rozwój technologii, wykorzystywanie systemów w branżach o podwyższonym ryzyku oraz ekspozycja na olbrzymią ilość użytkowników o różnym stopniu zaawansowania.

W przyszłości firma Microsoft może rozwinąć system Windows w kierunku jeszcze większej integracji z usługami chmurowymi. Silną odnogą technologiczną staje się także Internet Rzeczy, co może znacząco wpłynąć na rozwój systemu Windows. Jednakże największy wpływ na przyszły rozwój systemów Windows będzie miał rozwój technologii sztucznej inteligencji. Technologia ta ma potencjał na kompletną odmianę interfejsu użytkownika w systemach operacyjnych oraz na zwiększenie automatyzacji w wykonywaniu monottonnych zadań. Prawdopodobnym jest także zwiększenie wydajności systemów operacyjnych Windows używając algorytmów sztucznej inteligencji. Firma Microsoft rozpoczęła także przepisywanie kodu źródłowego systemu Windows z języków C/C++ na język Rust, który charakteryzuje się bezpieczeństwem zarządzania pamięcią nie zmniejszając przy tym drastycznie wydajności [21]. Wpłynie to na zwiększenie stabilności systemu.

Literatura

- [1] G. M. Swann, Three Perspectives on an Innovation: Thirty Years of PC Operating Systems, (2012) 1-26, <https://doi.org/10.2139/ssrn.2128623>.
- [2] M. Iwanski, Evolution of user interface in Microsoft Windows operating systems, Thesis, Central Ostrobothnia University of Applied Sciences, Kokkola, 2015.
- [3] M. Boras, J. Balen, K. Vdovjak, Performance evaluation of Linux operating systems, In 2020 International

- Conference on Smart Systems and Technologies (SST) IEEE (2020) 115-120.
- [4] A. Adekotujo, A. Odumabo, A. Adedokun, O. Aiyeniko, A Comparative Study of Operating Systems: Case of Windows, UNIX, Linux, Mac, Android and iOS, International Journal of Computer Applications 176(39) (2020) 16-23.
- [5] J. Lato, M. Mucha, T. Szymczyk, Comparison of the most popular operating systems in terms of functionalities, Journal of Computer Sciences Institute 24 (2022) 195-202.
- [6] L. G. Zacharogeorgas, Microsoft Windows: The evolution of a revolutionary product, Journal of Education & Science 1(2) (2005) 197-205.
- [7] M. Haris, B. Jadoon, M. Yousaf, F. H. Khan, Evolution of android operating system: a review, Asia Pacific Journal of Contemporary Education and Communication Technology 4(1) (2018) 178-188.
- [8] M. A. Kayani, M. A. Iqbal, W. Abrar, N. Ijaz, M. Rabbani, Evolutionary aspects of windows operating system to enhance existing technology, International Journal on Computer Science and Engineering 2(05) (2010) 1504-1513.
- [9] S. Debbarma, A. Das, Empirical measuring IPv4/IPv6 network performance on Microsoft Windows operating systems, In 2013 Third International Conference on Advances in Computing and Communications IEEE (2013) 393-395.
- [10] S. Narayan, Y. Shi, TCP/UDP network performance analysis of windows operating systems with IPv4 and IPv6, In 2010 2nd International Conference on Signal Processing Systems IEEE 2 (2010) 219.
- [11] K. A. Gotsis, S. K. Goudos, J. N. Sahalos, A test lab for the performance analysis of TCP over ethernet LAN on windows operating system, IEEE Transactions on Education 48(2) (2005) 318-328.
- [12] G. Martinović, J. Balen S. Rimac-Drlje, Impact of the host operating systems on virtual machine performance, In The 33rd International Convention MIPRO IEEE (2010) 613-618.
- [13] Global market share of Windows operating systems, <https://gs.statcounter.com/os-market-share/desktop/worldwide>, [10.04.2024].
- [14] Windows XP introduction, <https://news.microsoft.com/2001/10/25/windows-xp-is-here/>, [15.06.2024].
- [15] Windows Vista introduction, <https://news.microsoft.com/2007/01/29/microsoft-launches-windows-vista-and-microsoft-office-2007-to-consumers-worldwide/>, [15.06.2024].
- [16] Windows 7 introduction, <https://blogs.windows.com/windowsexperience/2008/10/28/windows-7-unveiled-today-at-pdc-2008/>, [15.06.2024].
- [17] Windows 8 Product Guide, <https://www.microsoft.com/en-in/download/details.aspx?id=28970>, [15.06.2024].
- [18] Windows 10 introduction, <https://blogs.windows.com/windows-insider/2014/09/30/announcing-windows-10/>, [15.06.2024].
- [19] Windows 11 introduction, <https://support.microsoft.com/pl-pl/meetwindows11>, [15.06.2024].
- [20] Historical cost of data storage, <https://ourworldindata.org/grapher/historical-cost-of-computer-memory-and-storage>, [10.04.2024].
- [21] N. Ivanov, Is Rust C++-fast? Benchmarking System Languages on Everyday Routines, (2022), <https://doi.org/10.48550/arXiv.2209.09127>.