ChromeOS i ChromeOS Flex

Linux, który naprawdę wygrał na desktopie — w amerykańskich szkołach, bez menedżera pakietów, bez X11 i bez zgody kogokolwiek, kto od dwudziestu lat ogłaszał „rok Linuksa na desktopie” — a teraz sam przechodzi na Androida.

Historia systemu, który Google ogłosiło w 2009 roku jako przeglądarkę na jądrze Linuksa dla netbooków, a który potem wpuścił do siebie okna, trzy razy Androida, Debiana w maszynie wirtualnej i Steama — po czym połowę z tych rzeczy zamknął. O tym, dlaczego abonament za laptopa nie przeżył pięciu miesięcy; dlaczego o sukcesie zdecydował administrator szkolny, a nie użytkownik; jak raport organizacji konsumenckiej wymusił dziesięć lat aktualizacji; czego nie ma ChromeOS Flex; i co zostało z ChromeOS na tydzień przed premierą pierwszych Googlebooków.

> Umiejscowienie w serii: to jest strona o **ChromeOS i ChromeOS Flex** w księdze „UNIX i jego dzieci”, zaraz po stronie **Android**. Historia samego Androida — od telefonu po dzisiejsze jądro — jest tam; tutaj opisuję tylko to, jak Android wchodził do ChromeOS (ARC, ARC++, ARCVM) i jak w latach 2024–2026 ChromeOS zaczął przechodzić na stos Androida. Jądro, z którego korzysta ChromeOS, i piaskownica seccomp-bpf, na której stoi piaskownica Chrome'a, są opisane w tekście **Linux i GNU**. Odpowiedzi Microsoftu na Chromebooki mają swoje strony: **Windows 8 i 8.1** (8.1 with Bing), **Windows 10** (Windows 10 S i tryb S) oraz **Windows 11** (Windows 10X). Linuksowe systemy dla netbooków, które przegrały przed ChromeOS — Moblin i MeeGo — opisuje tekst **MeeGo, Sailfish OS, Firefox OS i KaiOS**. Crostini warto czytać obok strony **Windows Subsystem for Linux**, udziały w ruchu WWW — obok **macOS dzisiaj**, a o iPadzie w szkołach — **iOS i iPadOS**.

□□ Skróty użyte na tej stronie (80)

Skrót	Co znaczy
3G	trzecia generacja telefonii komórkowej
A/B	dwa zestawy partycji systemu; aktualizacja trafia do nieaktywnego
AES-128	szyfr blokowy z kluczem 128-bitowym, użyty w cryptohome
AI	Artificial Intelligence: sztuczna inteligencja
AMD	Advanced Micro Devices: producent procesorów i układów graficznych
AOSP	Android Open Source Project: otwarta część Androida
AP RO	weryfikacja firmware tylko do odczytu przez Ti50
API	Application Programming Interface: interfejs programistyczny

Skrót	Co znaczy
APT	Advanced Package Tool: menedżer pakietów Debiana w Crostini
ARC, ARC++	App Runtime for Chrome: Android na NaCl (2014), potem w kontenerze (2016)
ARCVM	Android w maszynie wirtualnej crosvm, od 2021–2022 roku
ARM	architektura procesorów; ChromeOS ją obsługuje, Flex nie
AUE	Auto Update Expiration: data końca automatycznych aktualizacji modelu
B2B	sprzedaż firmom, nie klientom indywidualnym
BIOS, UEFI	oprogramowanie układowe peceta; Flex go nie aktualizuje
CC	kompozytor warstw z WebKit, użyty w Aurze
CVE	Common Vulnerabilities and Exposures: numerowany katalog luk bezpieczeństwa
D-Bus	magistrala komunikacji między procesami w Linuksie
DRM, KMS	Direct Rendering Manager, Kernel Mode Setting: interfejsy grafiki jądra
EAPI	wersja formatu ebuildów Gentoo
EC	Embedded Controller: kontroler wbudowany laptopa
EFI	Extensible Firmware Interface: tu partycja systemowa EFI
ESU	Extended Security Updates: płatne rozszerzone aktualizacje Windows 10
FAQ	Frequently Asked Questions: strona najczęstszych pytań
GMA	Graphics Media Accelerator: dawne układy graficzne Intela
GNOME, KDE	środowiska pulpitu desktopowego Linuksa
GNU	projekt wolnego oprogramowania; GNU/Linux to dystrybucje z pulpitami
GPT	GUID Partition Table: tablica partycji dysku
GPU	Graphics Processing Unit: układ graficzny
GSC	Google Security Chip: układ bezpieczeństwa Google w Chromebookach
HD, IPS	rozdzielczość ekranu i typ matrycy LCD
HDMI	złącze cyfrowego obrazu
HP	Hewlett-Packard: producent komputerów
HTTPS	szyfrowany protokół WWW
HWND	uchwyt okna w Windows, którego Aura nie używa
I/O	Google I/O: doroczna konferencja programistów Google
IDC	International Data Corporation: firma analityczna
IR	podczerwień; kamery IR nie działają we Flexie
IT	dział informatyki w firmie

Skrót	Co znaczy
K-12	szkoły od przedszkola do matury w USA
KVM	Kernel-based Virtual Machine: wirtualizacja w jądrze Linux
LG	koreański producent elektroniki
LTE	standard szybkiej łączności komórkowej
LTS, LTC	Long-term Support (Candidate): kanały z rzadszymi aktualizacjami funkcji
LXD, LXC	narzędzia kontenerów Linuksa wewnątrz maszyny termina
MGLRU	mechanizm zarządzania pamięcią w jądrze Linux, wkład Google
MSI	tajwański producent laptopów
MSRP	sugerowana cena katalogowa producenta
NaCl	Native Client: uruchamianie skompilowanego kodu w piaskownicy przeglądarki
OEM	Original Equipment Manufacturer: producent sprzętu
OpenGL ES	interfejs grafiki 3D, którego używa Freon
OS	Operating System: system operacyjny
P2P	wymiana ładunków aktualizacji między urządzeniami w sieci lokalnej
PARCC	amerykański egzamin stanowy online
PC	Personal Computer: komputer osobisty
PIN	kod liczbowy do odblokowania ekranu
PIRG	U.S. PIRG Education Fund: amerykańska organizacja konsumencka
PXE	Preboot Execution Environment: rozruch i instalacja przez sieć
RAM	pamięć operacyjna
RDP, VDI	zdalny pulpit i infrastruktura pulpitów wirtualnych
ROM	pamięć tylko do odczytu; UEFI Full ROM to pełny obraz firmware
RTOS	Real-Time Operating System: system czasu rzeczywistego, tu Zephyr
SE	Windows 11 SE: edycja Windows dla szkół, wsparcie do X 2026
SHA-2	rodzina funkcji skrótu używana w weryfikowanym rozruchu
SSD, eMMC	pamięć półprzewodnikowa; eMMC to tania odmiana
SSSD	usługa logowania Linuksa do katalogów, np. Active Directory
SVP, VP, GM	wiceprezes starszy, wiceprezes, dyrektor generalny linii produktów
TEI	Total Economic Impact: metodologia badań kosztów firmy Forrester
TPM	Trusted Platform Module: układ przechowujący klucze kryptograficzne
ULCPC	tania licencja Windows XP dla netbooków

Skrót	Co znaczy
USB	port i nośnik instalacyjny lub odzyskiwania
USD	dolar amerykański
VM	Virtual Machine: maszyna wirtualna
VPN	Virtual Private Network: szyfrowany tunel sieciowy
VT	konsola tekstowa jądra; w ChromeOS zastąpiona przez frecon
WSJ	„The Wall Street Journal”: amerykański dziennik
WSL	Windows Subsystem for Linux: Linux w maszynie wirtualnej w Windows
WWW	World Wide Web: sieć stron internetowych
X11	X Window System: klasyczny serwer grafiki Linuksa
XP	Windows XP: system Microsoftu, na netbookach w taniej licencji ULCPC

□□ Leksykon: nazwy i pojęcia z tej strony (38)

Nazwa	Co to jest
Aluminium	Nazwa kodowa systemu na Androidzie dla laptopów, ujawniona w 2025 roku
Andromeda	Znany z przecieków projekt połączenia Androida z Chrome OS (2016–2017)
Ash	Powłoka ChromeOS: półka, launcher i menedżer okien zbudowane na Aurze
Aura	Menedżer okien i warstwa grafiki Chrome'a, w ChromeOS od 2012 roku
Borealis	Nazwa kodowa Steama na Chromebookach, beta 2022–2026
Chromebook Plus	Kategoria mocniejszych Chromebooków z 2023 roku, od 399 USD
Chromebox	Stacjonarny komputer z ChromeOS, pierwszy w 2012 roku
Chromium OS	Otwarty projekt, z którego Google buduje ChromeOS
CloudReady	System Neverware dla starych pecetów, poprzednik Flexa
coreboot	Otwarte oprogramowanie układowe, baza firmware Chromebooków
Cr-48	Nieoznakowany prototyp z programu pilotażowego z 2010 roku
Cr50, Ti50	Oprogramowanie kolejnych układów bezpieczeństwa Google w Chromebookach
crosh	Powłoka ChromeOS otwierana skrótem Ctrl+Alt+T
Crostini	Linux w maszynie wirtualnej na Chromebooku, od 2018 roku
crosvm	Monitor maszyn wirtualnych Google w Rust, oparty o KVM
Crouton	Nieoficjalny poprzednik Crostini: chroot w trybie deweloperskim
cryptohome	Demon montujący zaszyfrowany sejf danych każdego użytkownika

Nazwa	Co to jest
depthcharge	Ładunek rozruchowy Google, który weryfikuje i ładuje jądro
dm-verity	Mechanizm jądra sprawdzający bloki systemu plików przy odczycie
Floss	Stos Bluetooth z Androida, którym ChromeOS zastąpił BlueZ
frecon	Konsola tekstowa w przestrzeni użytkownika, następczyni VT
Freon	Stos grafiki ChromeOS bez X11, od 2015 roku
FydeOS	Pochodna Chromium OS
garcon	Komponent integrujący aplikacje z kontenera Crostini z launcherem
Googlebook OS	System Googlebooków: Android z fundamentami ChromeOS, od X 2026
Lacros	Projekt oddzielenia przeglądarki od systemu, zamknięty w 2024 roku
milestone	Numer wydania ChromeOS, wspólny z przeglądarką Chrome
MiniOS	Partycje do odzyskiwania systemu przez sieć
MrChromebox	Społecznościowy projekt firmware i dokumentacji dla Chromebooków
Neverware	Nowojorska firma, twórca CloudReady, przejęta przez Google
Omaha	Serwer aktualizacji, z którym rozmawia update_engine
penguin	Domyślny kontener z Debianem w Crostini
Portage	System budowania pakietów Gentoo, którym buduje się obraz ChromeOS
powerwash	Reset do ustawień fabrycznych przez wyczyszczenie partycji stanowej
Sommelier	Pośrednik Waylanda dla aplikacji z kontenera Linuksa
termina	Lekka maszyna wirtualna, w której działają kontenery Crostini
update_engine	Demon aktualizacji w tle, zapisujący system do nieaktywnej partycji
Zephyr	Otwarty system czasu rzeczywistego w kontrolerze wbudowanym Chromebooków

Zastrzeżenie zakresu i czasu. Piszę 28 września 2026 roku: Googlebooki są w przedsprzedaży od 21 września, a do sklepów w USA trafią 4 października. Wszystko, co mówię o przyszłości ChromeOS, jest więc stanem na koniec września 2026 roku i może się zdezaktualizować w ciągu tygodni. To nie jest katalog modeli Chromebooków ani podręcznik konsoli Google Admin. Najwięcej miejsca dostają rzeczy, które obiegowa opowieść upraszcza: czy to „Linux”, skąd wziął się sukces w szkołach, ile naprawdę żyje Chromebook i co odróżnia Flex od Chromebooka. Liczby udziałów w rynku pochodzą z dwóch zupełnie różnych rodzajów pomiaru — dostaw urządzeń (IDC, Futuresource) i ruchu WWW (StatCounter) — i część z nich, szczególnie dotyczących szkół w USA, znam tylko z obiegu wtórnego. Każde takie miejsce jest oznaczone w tekście.

Wprowadzenie: Linux, który wygrał — tylko nie ten

Legenda w jednym akapicie

Obiegowa opowieść o ChromeOS brzmi mniej więcej tak: *ChromeOS to Linux, który wygrał na desktopie — ale tylko w szkołach, i to głównie w USA. Google wymyśliło system-przeglądarkę dla netbooków, Chromebooki zalały amerykańskie szkoły, pandemia dała im rekord, a teraz Google i tak zamienia go na Androida.*

Każdy człon tej opowieści da się sprawdzić, i prawie każdy okazuje się prawdziwy w innym sensie, niż sugeruje — a stan ostatniego zmienia się akurat w tygodniu, w którym piszę.

Rozbiór człon po członie

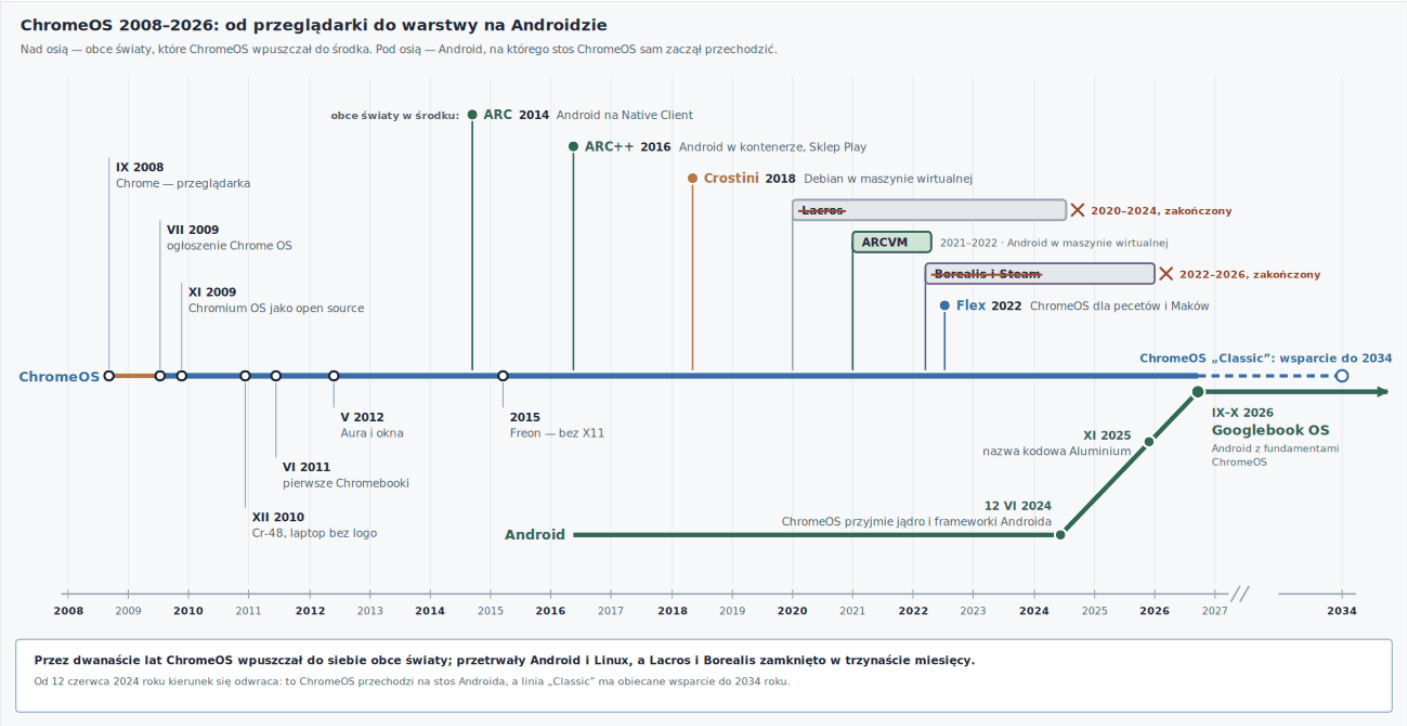
Człon opowieści	Werdykt	Dlaczego
„ChromeOS to Linux”	broni się technicznie, przewraca się kulturowo	Jądro Linux, pakiety z Gentoo, KVM, dm-verity — ale bez menedżera pakietów i X11; natywny Linux tylko w maszynie wirtualnej (Crostini, 2018).
„Wygrał na desktopie”	częściowo	Wygrał w segmencie tanich, centralnie zarządzanych laptopów, głównie w latach 2014–2021. W ruchu WWW na świecie ma 1,53% (StatCounter, sierpień 2026).
„Tylko w szkołach”	przesadzone, ale w istocie prawdziwe	Są wdrożenia firmowe (Flex w hotelach Nordic Choice) i konsumenckie (Chromebook Plus), ale sens ekonomiczny to edukacja K-12; „dominate K-12 education globally” to zdanie marketingowe Google.
„Głównie w USA”	broni się	W USA — kilkadziesiąt procent dostaw do szkół (liczby Futuresource znam tylko z obiegu wtórnego). W Polsce — oficjalny debiut dopiero 5 grudnia 2014 roku i 0,33% ruchu WWW w sierpniu 2026 roku.

Człon opowieści	Werdykt	Dlaczego
„System-przeglądarka dla netbooków”	prawda dla lat 2009–2012, potem przestaje	„Initially targeted at netbooks” (7 lipca 2009), „All apps are web apps” (19 listopada 2009) — ale okna w 2012, Android w 2016, Linux w 2018, Steam w 2022.
„Pandemia dała rekord”	broni się	Według PIRG ponad 31 milionów Chromebooków w pierwszym roku pandemii; potem gwałtowny spadek, którego skali w liczbach IDC nie zweryfikowałem.
„Chromebooki to e-odpady z datą ważności”	broniło się do 2023 roku	PIRG w kwietniu 2023: około czterech lat do daty końca aktualizacji. Google we wrześniu 2023: dziesięć lat dla platform od 2021 roku.
„Google zamienia go na Androida”	broni się połowicznie (stan na 28 IX 2026)	Od 12 czerwca 2024 ChromeOS przejmuje jądro i frameworki Androida, od 21 września 2026 trwa przedsprzedaż Googlebooków. Ale Chromebooki trwają, ze wsparciem do 2034 roku, a zarządzanie Googlebookami dla szkół przyjdzie w drugiej połowie 2027.
„Andromeda to wcześniejsza próba połączenia”	broni się, ale bez potwierdzenia Google	Andromeda jest znana tylko z przecieków z lat 2016–2017; w 2015 roku Google oficjalnie dementowało likwidację ChromeOS.

Oś tego tekstu: zwycięstwo, które nie przyszło przez standardy

ChromeOS jest wśród zwycięzców przypadkiem szczególnym: to zwycięstwo Linuksa, którego żaden zwolennik Linuksa na desktopie nie chciał.

Przez całe lata dwutysięczne desktopowy Linux próbował wygrać tak, jak wygrywa się z Windows: zgodnością, pakietami, pulpitem podobnym do tego, co zna użytkownik. Netbooki z Linuksem z lat 2007–2009 były dokładnie tą próbą — i przegrały. ChromeOS wygrał odwrotnie: **umiał mniej z założenia**, zmienił zadanie komputera (przeglądarka, konto, konsola administracyjna) i sprzedawał się tam, gdzie o zakupie decydował administrator, a nie użytkownik. Standardy linuksowego desktopu — X11, później Wayland, menedżery pakietów, pulpity — nie odegrały w tym zwycięstwie żadnej roli, a kilka z nich ChromeOS porzucił albo ominął wcześniej niż ktokolwiek inny.



Rysunek 1. *ChromeOS przez dwanaście lat, od 2014 roku, dokładał do siebie obce światy — Androida trzy razy, Linuksa, Steama i osobną przeglądarkę — a w latach 2024–2026 dwa z nich zamknął i sam zaczął przechodzić na stos systemu, który kiedyś wpuszczał do kontenera.*

Geneza: od przeglądarki do systemu (2008–2013)

Komiks, który wyszedł za wcześnie

ChromeOS zaczyna się od przeglądarki, a przeglądarka — od wpadki pocztowej. W poniedziałek **1 września 2008 roku** Sundar Pichai (wówczas VP Product Management) i Linus Upson (Engineering Director) opublikowali na Official Google Blog wpis „A fresh take on the browser". Zapowiadali betę Chrome'a „jutro", w ponad stu krajach, najpierw dla Windows; wersje dla Maca i Linuksa były „w pracy". Wpis ukazał się dzień wcześniej, niż planowano, bo komiks Scotta McClouda, który miał objaśniać przeglądarkę, został przedwcześnie rozesłany pocztą. Google zażartowało, że zasada „launch early and iterate" objęła także dział korespondencji.

Beta pojawiła się **2 września 2008 roku** — tę datę wyprowadzam z wpisu zapowiadającego premierę „jutro", i taka sama jest powszechnie podawana w prasie. Już ten pierwszy wpis zawiera cały program przyszłego systemu. Karty działały w osobnych procesach, w piaskownicy; JavaScript wykonywał nowy silnik V8; renderowanie oparto na WebKit od Apple i komponentach z Firefoksa;

cały kod miał być otwarty. I zdanie, które jest właściwie manifestem ChromeOS, choć o systemie jeszcze nikt nie mówił: przeglądarka to *„only a tool to run the important stuff — the pages, sites and applications that make up the web”*.

Ogłoszenie: 7 lipca 2009

Tę samą parę autorów — Pichaia i Upsona — znajdujemy dziesięć miesięcy później pod wpisem „Introducing the Google Chrome OS”, opublikowanym we wtorek **7 lipca 2009 roku**, wieczorem czasu amerykańskiego. To jest linia rodowa w najdosłowniejszym sensie: system ogłosili ludzie od przeglądarki, jako jej przedłużenie. Kluczowe sformułowania wpisu:

- „an open source, lightweight operating system that will initially be targeted at netbooks” — lekki, otwarty system, na początek dla netbooków;
- docelowo komputery „ranging from small netbooks to full-size desktop systems”;
- kod ma zostać otwarty „later this year”, a netbooki z Chrome OS mają trafić do klientów „in the second half of 2010”;
- architektura w jednym zdaniu: „Google Chrome running within a new windowing system on top of a Linux kernel”, na procesorach x86 i ARM;
- obietnica dla użytkownika: nie ma się zajmować „viruses, malware and security updates. It should just work.”;
- dla programistów: „the web is the platform”; Google „already talking to partners” i pracuje „with multiple OEMs”.

We wpisie jest też hasło o tym, że trzeba „re-think what operating systems should be”. To marketing: przeglądarka w nowym systemie okien na jądrze Linuksa to dystrybucja Linuksa ze specjalnym interfejsem.

Termin „druga połowa 2010 roku” nie został dotrzymany dla sprzedaży detalicznej. W 2010 roku był tylko program pilotażowy z prototypem Cr-48 (od grudnia), a pierwsze Chromebooki trafiły do sklepów w czerwcu 2011 roku.

Chromebooki na sklepowej półce amerykańskiej sieci Staples — zwykła sprzedaż detaliczna, którą z

Chromebooki na sklepowej półce amerykańskiej sieci Staples — zwykła sprzedaż detaliczna, którą zapowiedź z 2009 roku obiecywała na drugą połowę 2010 roku, a która ruszyła dopiero w czerwcu 2011. Źródło: Wikimedia Commons, CC0.

Chromium OS: 19 listopada 2009

Obietnicę otwarcia kodu dotrzymano. **19 listopada 2009 roku** Caesar Sengupta (Group Product Manager) i Matt Papakipos (Engineering Director) ogłosili „Releasing the Chromium OS open source project”. Najważniejsze zdanie tego wpisu jest też najczęściej cytowanym zdaniem w całej historii ChromeOS:

> *„All apps are web apps. The entire experience takes place within the browser and there are no conventional desktop applications.”*

Dalej wpis zapowiadał rzeczy, które okażą się trwalsze niż sam model „wszystko w przeglądarce”: każda aplikacja w piaskownicy; system, który przy każdym restarcie sprawdza integralność swojego kodu i potrafi sam się naprawić — to zalążek weryfikowanego rozruchu, o którym niżej; start od włączenia do przeglądania sieci „in a few seconds”. Google zapowiadało też, że samo wyspecyfikuje sprzęt referencyjny, w tym dysk SSD — prasa epoki podkreślała, że talerzowych dysków system nie miał obsługiwać. Premierę dla konsumentów przewidywano na „holiday 2010”. Kod, eksperymenty z interfejsem i dokumenty projektowe trafiły na chromium.org.

Chromium OS, Chrome OS, ChromeOS

Rozróżnienie nazw jest dokładnie takie, jak w parze Chromium i Chrome. **Chromium OS** to projekt otwarty, który każdy może zbudować ze źródeł. **Chrome OS** to produkt Google z dodatkami zamkniętymi: aktualizacjami od Google, kodekami, w swoim czasie wtyczką Flash, później Sklepem Play i warstwą Androida, integracją z kontem Google. Już w tytułach dwóch wpisów z 2009 roku widać ten podział — w lipcu „Google Chrome OS”, w listopadzie „Chromium OS open source project”.

Pulpit Chromium OS — otwartego projektu, który każdy może zbudować ze źródeł i z którego Google

Pulpit Chromium OS — otwartego projektu, który każdy może zbudować ze źródeł i z którego Google buduje swój produkt Chrome OS. Źródło: Wikimedia Commons, licencja BSD.

Od lat 2022–2023 Google pisze nazwę łącznie, jako **ChromeOS** — tak w materiałach chromeos.dev i na stronach pomocy. Dokładnej daty zmiany stylizacji nie ustaliłem; w starszych dokumentach jest „Chrome OS”.

Cr-48: laptop bez logo (grudzień 2010)

7 grudnia 2010 roku Google ogłosiło Chrome OS Pilot Program z prototypem **Cr-48**. Według relacji TechCrunch (Jason Kincaid) był to laptop z ekranem 12,1 cala, ważący 3,8 funta (około 1,7 kg), z ośmioma godzinami pracy na baterii, tygodniem w czuwaniu, rozruchem w około 10 sekund i kamerą. Nie był na sprzedaż. Trafiał do uczestników promocji na Facebooku, autorów zgłoszeń wideo na YouTube, uczestników wydarzenia, do firm partnerskich — American Airlines, Kraft, Virgin America i Departamentu Obrony USA — oraz do osób, które wypełniły ogólny formularz. Według nagłówka tego samego artykułu tego dnia ruszył też **Chrome Web Store**; szczegółów w treści relacji nie ma. Sklepowe Chromebooki zapowiedziano na pierwszą połowę 2011 roku, od Acera i Samsunga: „Manufacturing partners will make Chromebooks you can actually buy in stores”.

Wokół Cr-48 narosło kilka ciekawostek, z których żadnej nie potwierdziłem w źródle pierwotnym: że rozdano około 60 tysięcy egzemplarzy; że nazwa nawiązuje do nietrwałego izotopu chromu 48 (okres półtrwania około 21,6 godziny) — żart z „niestabilnej” wersji; że w środku był Intel Atom N455 i modem 3G Verizon ze stu megabajtami miesięcznie gratis przez dwa lata. Relacje użytkowników opisują go jako czarny laptop bez żadnego logo — pierwszy komputer z Chrome OS był anonimowy, jakby sprzęt nie miał znaczenia.

Cr-48, prototyp z programu pilotażowego z grudnia 2010 roku; zwróć uwagę na obudowę — relacje u

Cr-48, prototyp z programu pilotażowego z grudnia 2010 roku; zwróć uwagę na obudowę — relacje uczestników pilotażu opisują ją jako czarną i pozbawioną jakiegokolwiek logo. Źródło: Wikimedia Commons, CC BY-SA 2.0, autor: Adam Brewer.

Pierwsze Chromebooki: Samsung i Acer (czerwiec 2011)

Chromebooki ogłoszono **11 maja 2011 roku** na konferencji Google I/O, a sprzedaż ruszyła **15 czerwca 2011 roku** przez Amazon.com i Best Buy.

Chromebook, czyli laptop z Chrome OS; nazwa pliku nie wskazuje modelu, więc nie przypisuję go do

Chromebook, czyli laptop z Chrome OS; nazwa pliku nie wskazuje modelu, więc nie przypisuję go do żadnej z generacji opisanych na tej stronie. Źródło: Wikimedia Commons, CC BY 2.0, autor: Wesley Fryer.

Cecha	Samsung Series 5	Acer (AC700)
Ekran	12,1", 1280 × 800	11,6"
Procesor	Intel Atom, dwurdzeniowy	Intel Atom
Masa	3,26 funta	2,95 funta
Bateria	8,5 h	6 h
Łączność	Wi-Fi; wariant z 3G (100 MB miesięcznie w Verizon)	Wi-Fi, HDMI
Cena	429 USD (Wi-Fi), 499 USD (Wi-Fi + 3G)	349,99 USD

Obiecywano rozruch w „8 sekund”, a tryb offline Gmaila, Kalendarza i Dokumentów — zapowiadano. Rynki startowe: USA, Wielka Brytania, Francja, Hiszpania, Włochy i Niemcy, a według części źródeł także Holandia[1]. Polski na liście nie było. The Register napisał wprost, że Google Apps nie działają offline, i przypomniał słabości Cr-48: kiepską obsługę USB i brak menedżera plików. Stąd mit „Chromebook nie działa bez internetu”, który przeżył swoją prawdziwość o wiele lat.

Równie ważny jak sprzęt był model sprzedaży dla firm i szkół: **abonament**. Laptop jako usługa, 28 dolarów miesięcznie na urządzenie dla firm i 20 dolarów dla szkół, w umowie trzyletniej, z konsolą administracyjną, wsparciem i wymianą sprzętu w cenie. Ten model nie przeżył pięciu miesięcy — o tym w rozdziale o modelu biznesowym.

Okna i Chromebox (2012)

Pierwsze Chromebooki były naprawdę „przeglądarką na pełnym ekranie". Odejście od tej koncepcji przyszło szybko. **10 kwietnia 2012 roku** na kanale deweloperskim (wersja 19.0.1048.17) pojawiła się **Aura**: okna, „półka" (shelf) na dole ekranu i launcher aplikacji. PC World nazwał to odejściem od filozofii 2009 roku: system bez „conventional desktop applications" dostał okna po niecałych trzech latach.

29 maja 2012 roku Google i Samsung pokazały drugą generację sprzętu i tego samego dnia Aura stała się domyślnym interfejsem — „app-centric user interface" z tradycyjnym menedżerem okien. Sprzęt:

- **Samsung Series 5 550 Chromebook** — od 449 dolarów, 4 GB RAM. Źródła podają procesor „Intel Core" albo Celeron 867[2]; nie rozstrzygnąłem.
- **Samsung Series 3 Chromebox** — pierwszy Chromebox, stacjonarny, za 329 dolarów, w formie przypominającej Maca mini; według recenzji z procesorem Core i5-2450M.

Szeroko opisywanym przełomem cenowym miał być w październiku 2012 roku Samsung Chromebook (Series 3) na ARM-owym Exynosie 5 Dual za 249 dolarów — źródła pierwotnego nie sprawdziłem.

Wnętrze Samsunga Chromebooka Series 3 — modelu na ARM-owym procesorze Exynos 5 Dual, szer

Wnętrze Samsunga Chromebooka Series 3 — modelu na ARM-owym procesorze Exynos 5 Dual, szeroko opisywanego jako przełom cenowy z października 2012 roku; przykład, że Chrome OS od początku nie był przywiązany do x86. Źródło: Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0, autor: Marcus Qwertyus.

Chromebook Pixel: dowód, że nie musi być tanio (luty 2013)

21 lutego 2013 roku Sundar Pichai pokazał **Chromebook Pixel** — własny sprzęt Google. Specyfikacja była demonstracyjna: dotykowy ekran 12,85 cala o rozdzielczości 2560 × 1700 (239 ppi, według Google „the highest pixel density of any laptop display"), Intel Core i5, 4 GB RAM, 32 GB SSD (64 GB w wersji LTE), do pięciu godzin pracy, terabajt na Dysku Google na trzy lata. Cena: 1299 dolarów za wersję Wi-Fi i 1449 za LTE (od kwietnia 2013). Pichai mówił o komputerze dla „power users who fully live in the cloud". Sprzedaż od 22 lutego.

Chromebook Pixel w wersji Wi-Fi z 2013 roku, otwarty; zwróć uwagę na ekran o proporcjach 3:2 (256

Chromebook Pixel w wersji Wi-Fi z 2013 roku, otwarty; zwróć uwagę na ekran o proporcjach 3:2 (2560 × 1700), według Google najgęstszy spośród ówczesnych ekranów laptopów. Źródło: Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0, autor: Pmsyyz.

Pixel nie był produktem masowym; był pokazem, że Chrome OS nie musi być tani. Po nim przyszły Pixel (2015), Pixelbook (2017) i Pixelbook Go (2019), a w 2022 roku Google miało — według doniesień The Verge, których nie sprawdziłem — rozwiązać zespół i wycofać się z własnych Chromebooków.

> Pięć lat wystarczyło, żeby hasło z 2009 roku przestało opisywać produkt: w 2013 roku Chrome OS miał okna, Chromeboxy, sprzęt za 1299 dolarów i licencję zarządzania na urządzenie. Z założycielskiej idei zostało to, co naprawdę się liczyło — system bez lokalnego stanu, aktualizowany sam, zarządzany z przeglądarki.

Numeracja, kanały i harmonogram

ChromeOS nie ma „wersji” w sensie Windows czy macOS. Numer wydania to **milestone** — ten sam, co numer przeglądarki Chrome; ChromeOS 100 to na przykład kwiecień 2022 roku. System przechodzi przez kanały: **Canary**, **Dev**, **Beta** i **Stable**, przy czym kanał stabilny ma cykl czterotygodniowy. Dokumentacja wydań ChromiumOS mówi dziś, że „only even-numbered milestones are promoted to the Stable channel (odd-numbered milestones skip Stable)” — do kanału stabilnego trafiają tylko parzyste numery. Od kiedy obowiązuje ta zasada, nie ustaliłem.

Od ChromeOS 96 istnieją kanały dla instytucji: **LTS** (Long-term Support) i **LTC** (Long-term Support Candidate). Aktualizacje funkcji przychodzą w nich co sześć miesięcy, poprawki bezpieczeństwa co około dwa tygodnie, a nowe LTS wyznacza się co dwanaście milestone’ów. Google zastrzega, że poprawka bezpieczeństwa może trafić do LTS z opóźnieniem do dziewięciu miesięcy, bo kod gałęzi odbiega od bieżącego.

Wydanie	Data	Co się stało
19 (dev, 19.0.1048.17)	10 IV 2012	Aura: okna, półka, launcher
—	29 V 2012	Aura domyślnym interfejsem na kanale stabilnym
41	ok. III 2015	Freon zamiast X11 — na wybranych platformach
53 (dev)	VI 2016	Sklep Play na pierwszych Chromebookach (ARC++)

Wydanie	Data	Co się stało
68	31 VII 2018	pierwsze „fairly stable” wydanie Linuksa (Crostini)
71	—	pełna niezawodność Crostini, zapowiedziana w maju 2018 roku
91	od 1 VI 2021	Crostini wychodzi z bety
96	—	pierwsze kanały LTS/LTC
100	IV 2022	szeroki rollout ARCVM (Android 11 w maszynie wirtualnej)
108 (beta, 108.0.5359.24)	3 XI 2022	Steam for Chromebook Beta (Borealis)
128	2024	ostatnia wersja Lacros
150	zapowiedź	ChromeOS Flex przestaje się aktualizować na najstarszych GPU Intela, AMD i Nvidii

Architektura: Linux, którego nie widać

Hasło „przeglądarka z jądrem” jest najgorszym możliwym opisem tego, co jest w środku ChromeOS. To moim zdaniem jeden z najstaranniej zaprojektowanych systemów konsumenckich ostatnich dwudziestu lat, a jego najważniejsze rozwiązania — weryfikowany rozruch, partycje A/B, niezmienny system plików, aktualizacje w tle — wyprzedziły o dekadę modę na „niezmienne” dystrybucje Linuksa. Przejdźmy przez niego od dołu.

Najpierw Ubuntu, potem Gentoo

W dniu otwarcia kodu, 19 listopada 2009 roku, Canonical ogłosił, że „is contributing engineering to Google under contract” — pracuje dla Google na kontrakcie (Chris Kenyon, VP OEM Services). Canonical podkreślał, że Chrome OS i Ubuntu dzielą komponenty, ale to „a very different experience”, a Google chce „wherever feasible, to build on existing components and tools from the open source community without unnecessary re-invention”.

Pierwsze kompilacje Chromium OS budowano w oparciu o narzędzia i pakiety Ubuntu. W **lutym 2010 roku** projekt przeszedł na system budowania **Gentoo**, czyli Portage, bo lepiej obsługiwał kompilacje dla konkretnych płyt („boards”); deweloperzy pisali, że Portage „suit[ed] our needs well”. Znam to z felietonu Stevena J. Vaughana-Nicholsa w The Register z 14 lutego 2023 roku. Do źródła pierwotnego — wpisu na liście dyskusyjnej chromium-os-dev z lutego 2010 roku — nie

dotarłem, a wątek na forum Gentoo o tym, że „Chrome OS chooses Portage as their build tool”, był dla mnie niedostępny.

Dzisiejszy stan widać w samych źródłach. ChromiumOS zawiera „Gentoo overlays” w katalogu `src/third_party`. Nakładka `portage-stable` to według dokumentacji „copies of all upstream packages that we use unaltered” — kopie pakietów z Gentoo używanych bez zmian — a `chromiumos-overlay` zawiera pakiety zmodyfikowane. Aktualizacja pakietu polega na skopiowaniu bieżącego ebuildu z Gentoo skryptem `cros_portage_upgrade`. Dokumentacja przyznaje z rozbrajającą szczerością: „Upstream Gentoo sometimes moves faster than ChromiumOS” — na przykład z nowszymi wersjami Pythona czy EAPI.

> **Uwaga na mit „to Gentoo”.** ChromeOS nie jest „Gentoo z nakładką” w żadnym sensie, który miałby znaczenie dla użytkownika. Na urządzeniu nie ma `emerge`, nie ma kompilacji, nie ma menedżera pakietów w ogóle. Gentoo i Portage to narzędzia po stronie fabryki obrazu: w chroocie `cros_sdk` buduje się obraz poleceniami w rodzaju `setup_board`, `build_packages` i `build_image`, a wynikiem jest niezmienny system plików. Nazwy tych poleceń podaję za przewodnikiem dewelopera, którego strony nie udało mi się otworzyć — to ilustracja mechanizmu, nie instrukcja.

Firmware: coreboot, depthcharge i układ bezpieczeństwa Google

Pod systemem leży firmware, i tu ChromeOS różni się od zwykłego peceta najbardziej. Według dokumentacji społecznościowej MrChromebox — autorytatywnej w środowisku, ale niepochodzącej od Google — wszystkie urządzenia ChromeOS od około 2013 roku używają **coreboot** jako bazy firmware. Ładunkiem rozruchowym jest **depthcharge**, napisany przez Google, który realizuje weryfikowany rozruch i ładuje jądro. Region `RW_LEGACY` zawiera alternatywne bootloadery (SeaBIOS albo edk2) do tak zwanego „Legacy Boot” innych systemów.

Nad tym wszystkim czuwa układ bezpieczeństwa Google (**GSC**, Google Security Chip). Według tego samego źródła było to najpierw oprogramowanie Cr50 na chipie H1 (urządzenia z lat 2017–2022), a następnie **Ti50** w większości urządzeń sprzedawanych od 2023 roku; Ti50 dodatkowo weryfikuje firmware tylko do odczytu (AP RO verification). Dokładnych lat przejść nie potwierdziłem u Google i podaję je jako przybliżone.

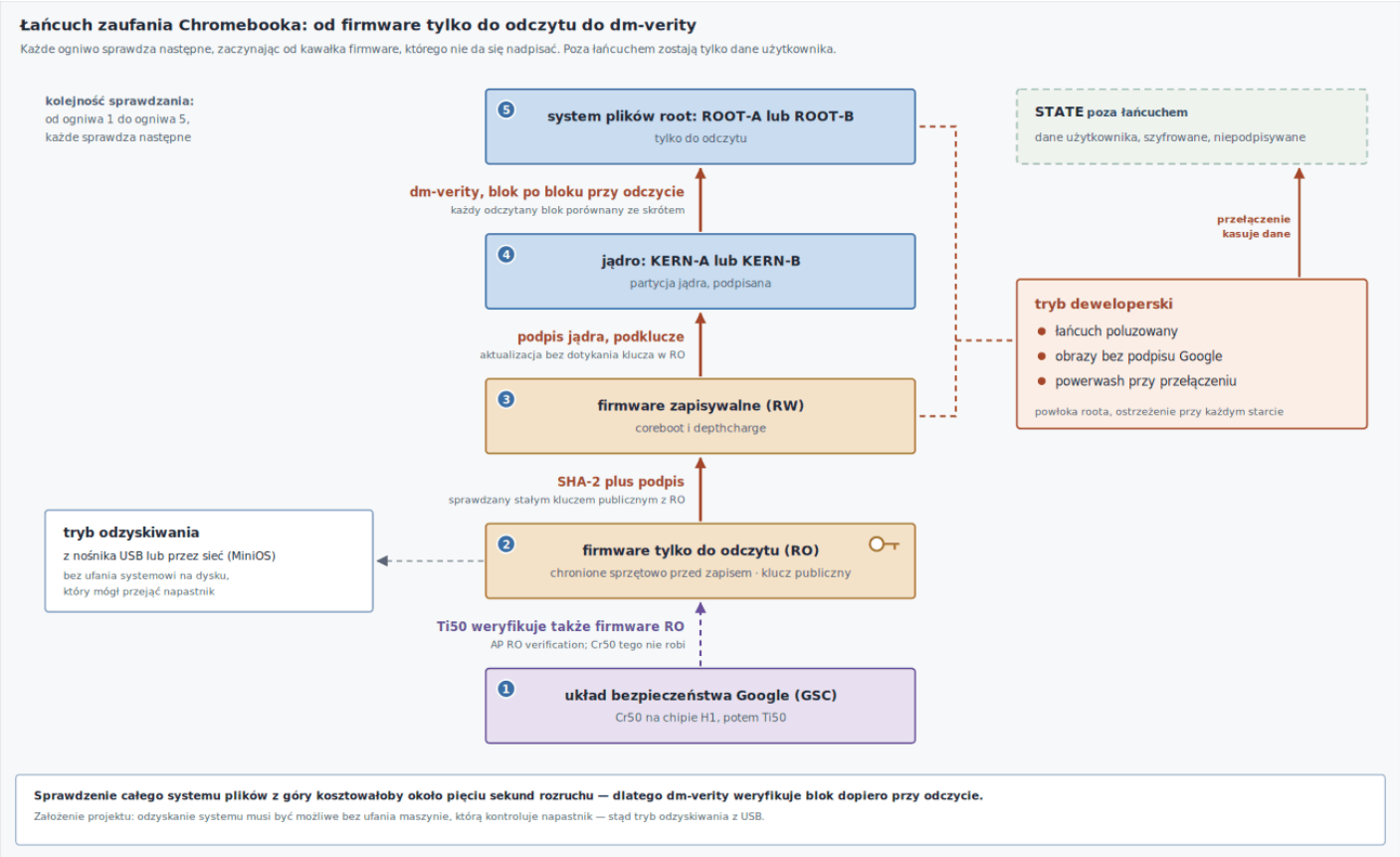
Jest jeszcze trzeci, mniej znany system: kontroler wbudowany (EC), osobny mikrokontroler w laptopie. Od lipca 2021 roku Google przenosi go z własnego „Chrome EC” na firmware oparty na RTOS **Zephyr** (we własnym forku). Można więc powiedzieć, że Chromebook stoi jednocześnie na dwóch otwartych systemach — Linuksie i Zephyrze.

Weryfikowany rozruch

Dokument projektowy „Verified Boot” określa cel jednym zdaniem: „ensure that all executed code comes from the Chromium OS source tree, rather than from an attacker or corruption”. Mechanizm jest łańcuchem, w którym każde ogniwo sprawdza następne:

1. **Mały fragment firmware tylko do odczytu** — chroniony sprzętowo przed zapisem — liczy skrót SHA-2 części zapisywalnej firmware i sprawdza jej podpis stałym kluczem publicznym.
2. **Zapisywalna część firmware** weryfikuje jądro. Dzięki podkluczom da się aktualizować firmware i jądro bez dotykania klucza, który siedzi w części chronionej.
3. **Jądro** montuje system plików root i sprawdza go przez **dm-verity** — ale nie całego naraz. Według dokumentu „each block that is accessed … will be checked against a cryptographic hash”: każdy blok jest weryfikowany dopiero w chwili odczytu. Sprawdzenie całego systemu plików z góry kosztowałoby około pięciu sekund rozruchu — a szybki start był obietnicą z 2009 roku.

Najciekawsze jest założenie, od którego dokument wychodzi: bezpieczne odzyskanie systemu musi być możliwe *bez ufania maszynie, którą kontroluje napastnik*. Stąd tryb odzyskiwania z nośnika USB.



Rysunek 2. *W Chromebooku każdy etap rozruchu sprawdza następny, zaczynając od fragmentu firmware, którego nie da się nadpisać, a system plików jest weryfikowany blok po bloku w trakcie pracy — dlatego zmiana czegokolwiek poza danymi użytkownika wymaga świadomego zejścia do trybu deweloperskiego.*

Tryb deweloperski jest tym świadomym zejściem. Wyłącza weryfikowany rozruch (dokumentacja mówi łagodniej, że czyni go „a little bit more lax, allowing your hardware to run custom (non-Google-signed) images”), daje powłokę roota i pozwala zmieniać firmware przy zdjętej ochronie zapisu. Przy przełączeniu w ten tryb system kasuje dane użytkownika. Szczegóły są w rozdziale „Praktyka”.

Dysk z dwunastoma partycjami

Dysk Chromebooka ma tablicę GPT i — współcześnie — **dwanaście partycji**. Ich układ to w gruncie rzeczy cała filozofia systemu zapisana w tablicy partycji:

Nr	Nazwa	Rola
1	STATE	dane stanowe i dane użytkowników, szyfrowane per użytkownik
2	KERN-A	jądro, zestaw A
3	ROOT-A	system plików root, zestaw A
4	KERN-B	jądro, zestaw B
5	ROOT-B	system plików root, zestaw B
6–7	KERN-C, ROOT-C	zarezerwowane, minimalne
8	OEM	dane producenta
9–10	MiniOS	odzyskiwanie przez sieć
11	—	dane dla powerwasha i wycofania wersji (rollback)
12	EFI	partycja systemowa EFI

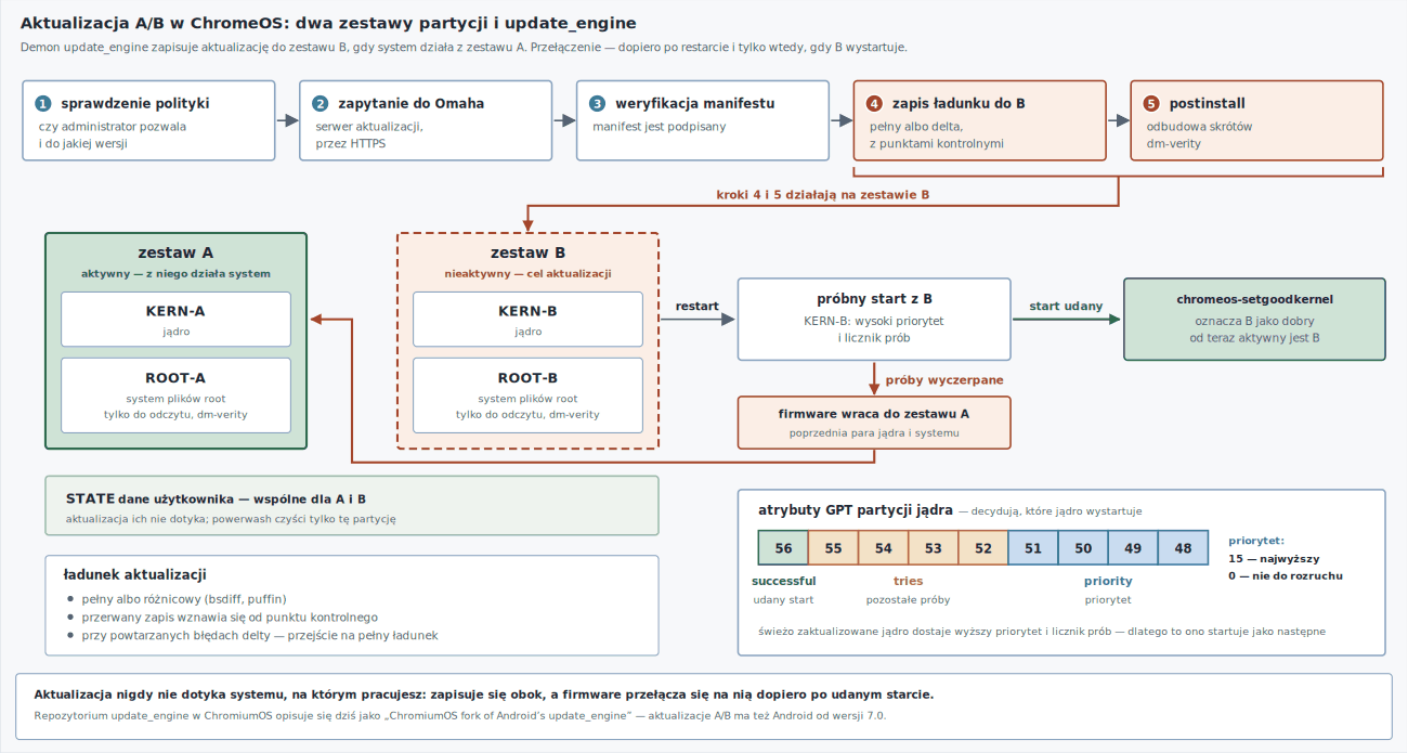
O tym, które jądro wystartuje, decydują atrybuty GPT w partycjach jądra: bit 56 to „successful” (udany start), bity 55–52 to „tries remaining” (pozostałe próby), bity 51–48 to „priority” (15 najwyższy, 0 — nie do rozruchu). Świeżo zaktualizowane jądro dostaje wyższy priorytet i licznik prób. Dokumentacja opisuje ten stan zdaniem: „Newly updated kernel, which has not booted successfully yet. Since it has higher priority than the active kernel, it will be attempted next boot.” Jeśli nowe jądro nie wystartuje poprawnie w zadanej liczbie prób, firmware wraca do poprzedniej pary.

System plików root jest montowany **tylko do odczytu** i weryfikowany przez dm-verity; wszystko, co zmienia użytkownik, żyje wyłącznie w partycji STATE. Z tego wynika rzecz praktyczna i bardzo ważna: **powerwash**, czyli reset do ustawień fabrycznych, to w istocie wyczyszczenie jednej partycji. System nie „reinstaluje się” — on po prostu nigdy nie był zmieniony.

update_engine: aktualizacja, której nie widać

Aktualizacje obsługuje demon `update_engine`. Jego cykl wygląda tak: sprawdza politykę urządzenia (czy administrator pozwala na aktualizację i do jakiej wersji), pyta serwer Omaha przez HTTPS, weryfikuje podpisany manifest, zapisuje ładunek do **nieaktywnej** partycji — z punktami kontrolnymi, więc przerwana aktualizacja może być wznowiona — uruchamia krok postinstall, który odbudowuje skróty dm-verity, a po restarcie skrypt `chromeos-setgoodkernel` oznacza nowe jądro jako dobre. Ładunki bywają pełne albo różnicowe (bsdiff, puffin); w sieci lokalnej urządzenia mogą dzielić się nimi P2P; przy powtarzanych błędach delty mechanizm przechodzi na pełny ładunek. Kluczowe zdanie dokumentacji: „Updates maintain a workable system that remains on the disk during and after an update.”

Użytkownik widzi z tego tylko nowszą wersję po restarcie — bez „nie wyłączaj komputera” i bez aktualizacji przerywającej lekcję.



Rysunek 3. *Aktualizacja ChromeOS nigdy nie dotyka systemu, na którym właśnie pracujesz — zapisuje się obok, a firmware przełącza się na nią dopiero po restarcie i tylko wtedy, gdy nowy zestaw faktycznie wystartuje; aktualizacje A/B ma od wersji 7.0 także Android, choć kierunek zapożyczenia między oboma systemami to raczej rekonstrukcja niż ustalenie.*

Z tym mechanizmem wiąże się ładna pętla historyczna. Repozytorium, z którego ChromiumOS korzysta dziś, nazywa się `aosp/platform/system/update_engine` i opisuje siebie jako „ChromiumOS fork of Android's update_engine”. Android wprowadził aktualizacje A/B, tak zwane „seamless updates”, w wersji 7.0 z 2016 roku — i to, że wzorował się na ChromeOS, jest powszechnie

opisywane, choć sam tego nie sprawdzałem. Wygląda więc na to, że kod wyszedł z ChromeOS, przeszedł do AOSP, a ChromeOS korzysta dziś z wersji utrzymywanej po stronie Androida. Zaznaczam, że ten opis relacji opieram na nazwie i opisie repozytorium, a daty przeniesienia nie znam; to raczej rekonstrukcja niż ustalenie.

cryptohome: sejf dla każdego użytkownika

Dane użytkownika nie leżą w partycji STATE luzem. Każdy użytkownik dostaje przy pierwszym logowaniu własny zaszyfrowany „vault", który demon `cryptohome` montuje na żądanie menedżera logowania. Dokument projektowy opisuje pierwotne rozwiązanie: eCryptfs, czyli warstwowy system plików, klucze AES-128 do treści i nazw plików, wyprowadzone z hasła użytkownika i chronione przez TPM. Autorzy zauważają, że TPM jest powolny — „around half a second for a private key operation" — i że jest to zaleta, bo spowalnia ataki słownikowe. Logowanie offline weryfikuje zestaw kluczy lokalnie.

Później eCryptfs miał zostać zastąpiony natywnym szyfrowaniem ext4 (fscrypt, w ChromeOS nazywanym „dircrypto"), a następnie dm-crypt, w przejściu rozłożonym mniej więcej na lata 2017–2021. Tego w źródle pierwotnym nie potwierdziłem — podaję jako prawdopodobny kierunek, nie jako fakt.

Połączenie cryptohome z niezmiennym systemem plików daje cechę kluczową dla szkół: Chromebook nie ma „swojego" stanu — wartościowe jest tylko to, co w chmurze albo w sejfie użytkownika.

Grafika: Aura, Ash, Freon — i życie bez X11

Aura to według dokumentu projektowego (ostatnia rewizja w listopadzie 2011 roku) „a new desktop window manager and shell environment with modern capabilities" — z „rich visuals, large-scale animated transitions and effects" i akceleracją sprzętową. Zamiast natywnych widżetów systemu (HWND w Windows, GtkWidget w Linuksie) Chrome rysuje własne, syntetyczne okna `aura::Window`, a całość składa ujednolicony kompozytor, wywodzący się z kompozytora CC z WebKit. **Ash** to powłoka ChromeOS zbudowana na Aurze: półka, launcher, menedżer okien.

Pulpit ChromeOS, czyli powłoka Ash zbudowana na Aurze: półka, launcher i okna, które w 2012 roku

Pulpit ChromeOS, czyli powłoka Ash zbudowana na Aurze: półka, launcher i okna, które w 2012 roku zastąpiły „przeglądarkę na pełnym ekranie". Zrzut ekranu: Google; przytoczony w celu omówienia (prawo cytatu, art. 29 pr. aut.). Plik: en.wikipedia, non-free.

Pod spodem przez pierwsze lata działał zwykły X.Org. Około marca 2015 roku, w ChromeOS 41, na wybranych platformach pojawił się **Freon**: „a very limited graphics stack to replace Chrome OS

usage of X11/X.Org by having the Chrome browser communicate directly with the Linux kernel's KMS/DRM API and OpenGL ES interfaces”. Przeglądarka rozmawia bezpośrednio z jądrem przez KMS/DRM i z grafiką przez OpenGL ES; nie ma serwera X, nie ma też Waylanda ani Mira. To jest ten „nowy system okien” z zapowiedzi z 2009 roku — zrealizowany do końca dopiero sześć lat później.

Skutkiem ubocznym był **frecon** — konsola tekstowa w przestrzeni użytkownika, zastępująca klasyczną konsolę jądra (VT). Dokument projektowy tłumaczy powód: po usunięciu X proces GPU Chrome'a jest „DRM masterem”, a przełączenie na VT po awarii GPU gubiło obraz, który był potrzebny do diagnozy. Nowa konsola powstała, żeby było widać, co się zepsuło.

> **Paradoks X11.** ChromeOS pozbył się X11 w 2015 roku — lata przed tym, jak desktopowe dystrybucje zaczęły usuwać sesje X11, co tekst **Linux i GNU** umieszcza w połowie lat dwudziestych. Ale zrobił to własnym, nieprzenośnym stosem. Wayland pojawia się w ChromeOS tylko po stronie gości — przez pośrednika Sommelier dla Linuksa i przez virtio w ARCVM; że po stronie Chrome'a działa serwer Waylanda Exo, wiem tylko z obiegu. Pierwszy „Linux na desktopie” bez X11 nie pomógł Waylandowi w niczym.

Bezpieczeństwo: co twierdzi Google, a co z tego wynika

30 czerwca 2021 roku Thomas Riedl z Google napisał na blogu Google Cloud: *„There have been no reported ransomware attacks ever on any business, education, or consumer Chrome OS device.”* Jako podstawy wymieniał system tylko do odczytu, brak uruchamiania plików wykonywalnych, dane w chmurze, Safe Browsing, aktualizacje w tle i weryfikowany rozruch. Zdanie to powtarza do dziś strona licencji zarządzania („never had a reported ransomware attack”), razem z liczbą „90% incremental security-risk reduction”, bez podanej metodologii.

To jest marketing, i to w dość precyzyjnym sensie: twierdzenie dotyczy *zgłoszonych* ataków, a nie odporności. Architektura utrudnia typowy scenariusz okupu — nie ma czego zaszyfrować na dysku ani czego uruchomić — ale brak zgłoszeń jest też funkcją niszowości i modelu użycia. Zestawienia wtórne mówią o lukach zero-day w Chrome (np. dwóch w 2024 roku), o exploitach nagradzanych w programach bug bounty i o wyciekach przez rozszerzenia; konkretnych CVE nie zebrałem, więc żadnej luki nie wymieniam.

> W 2009 roku Google obiecało system, w którym użytkownik nie ma się zajmować „viruses, malware and security updates”. Obietnica została spełniona nie dzięki przeglądarce, tylko dzięki warstwom pod nią: łańcuchowi zaufania od firmware, niezmiennemu rootfs, partycjom A/B i szyfrowanemu sejfowi. To one są prawdziwym wynalazkiem ChromeOS — i to one przejdą do Googlebook OS, jeśli wierzyć zapowiedziom z 2026 roku.

Obce światy w środku: Android, Linux, Steam i osobna przeglądarka

System, w którym „all apps are web apps”, zaczął bardzo szybko wpuszczać do siebie aplikacje, które nie są webowe. Przez dwanaście lat, od 2014 do 2026 roku, ChromeOS przyjął cztery „obce światy”: Androida (trzy razy, za każdym razem inną techniką), Linuksa, niezależną od systemu przeglądarkę i Steama. Przetrwały dwa. Ta historia jest najlepszym dowodem, że hasło z 2009 roku było hasłem o interfejsie, a nie o architekturze — i najlepszym opisem tego, dokąd ChromeOS zmierza w 2026 roku.

Android po raz pierwszy: ARC na Native Client (2014)

Pierwsze podejście nazywało się **ARC** (App Runtime for Chrome). Zapowiedziano je na Google I/O w czerwcu 2014 roku, a **11 września 2014 roku** na Chromebooki trafiły cztery pierwsze aplikacje Androida: **Duolingo, Evernote, Sight Words i Vine**. Technicznie było to środowisko Androida zaimplementowane na **Native Client** (NaCl) — technologii uruchamiania skompilowanego kodu w piaskownicy przeglądarki. Aplikacja androidowa była pakowana jak aplikacja Chrome i wymagała współpracy dewelopera. ARC był więc sposobem na przeniesienie wybranych programów, a nie na otwarcie Chromebooka na sklep.

Android po raz drugi: ARC++ i Sklep Play (2016)

19 maja 2016 roku, znowu na I/O, Google ogłosiło Sklep Google Play i „over a million” aplikacji na Chromebookach. Zmieniła się technika: Android działał teraz w **kontenerze** Linuksa, bez emulacji, dzieląc jądro z ChromeOS. Na początek miał trafić na trzy modele — Chromebook Pixel (2015), Asus Chromebook Flip i Acer R11 — na kanale deweloperskim w czerwcu (ChromeOS 53). Kan Liu, dyrektor produktu Chrome OS, powiedział wtedy zdanie, które w świetle 2024 roku brzmi jak zapowiedź odwrotnego kierunku:

> *„We're doubling down on Chrome OS … keep all of the great features of Chrome OS and bring all of the best parts of Android.”*

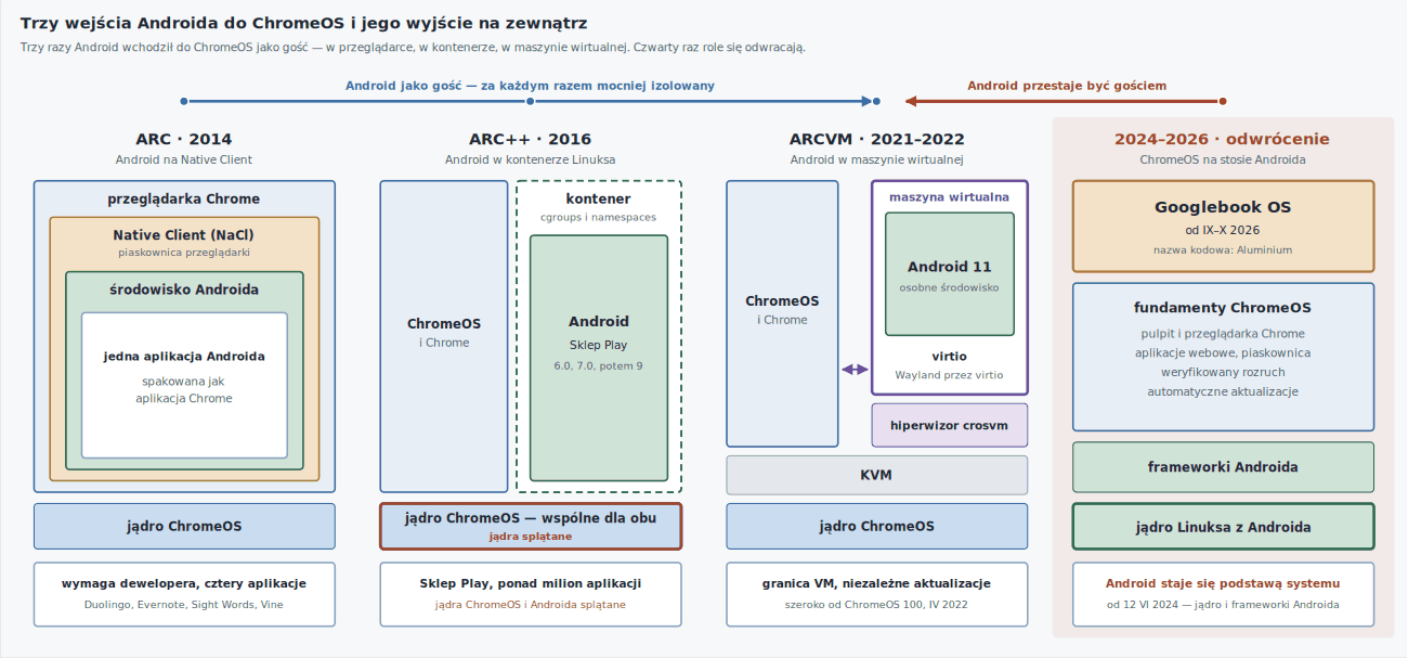
Kolejne wersje Androida w ARC++ to 6.0 Marshmallow (start w 2016 roku), 7.0 Nougat (2017) i 9 Pie (2018).

Android po raz trzeci: ARCVM w maszynie wirtualnej (2021–2022)

Trzecie podejście, **ARCVM**, to Android 11 w maszynie wirtualnej `crosvm`, komunikujący się z systemem gospodarza przez virtio — w tym przesyłający przez virtio protokół Wayland. Powody zmiany wyłożyli inżynierowie Google (hikalium, Suleiman Souhlal i Sangwhan Moon) we wpisie z **28 marca 2022 roku**, i są to powody zaskakująco szczere:

- kontenery, czyli cgroups, „provide some level of security” — dają pewien poziom bezpieczeństwa, ale nie spełniały standardów ChromeOS dla nieufnego kodu;
- ARC++ splątywał jądra ChromeOS i Androida i utrudniał aktualizacje Androida, a „ARCVM decouples the Android environment naturally with a VM boundary” — granica maszyny wirtualnej rozdziela oba światy w naturalny sposób.

ARCVM wdrożono w 2021 roku na części urządzeń, a szeroko od ChromeOS 100 w kwietniu 2022 roku; nowe platformy — na przykład Alder Lake o nazwie kodowej „Brya” — dostawały od razu ARCVM.



Rysunek 4. *W ciągu ośmiu lat ChromeOS przerobił trzy sposoby uruchamiania Androida — w przeglądarce, w kontenerze i w maszynie wirtualnej — za każdym razem izolując go mocniej, a w*

2024 roku ogłosił, że sam przejdzie na stos Androida; gość, którego wpuszczano ostrożnie, zaczął przejmować dom.

Crostini: Debian w maszynie wirtualnej (2018)

Linux na Chromebooku został odkryty, zanim go ogłoszono — przez wiadomość w commicie. **27 kwietnia 2018 roku** The Register opisał komunikat: *„Add Crostini experiment to fieldtrial testing. This enables project Crostini, running Linux VM on Chrome OS, for Chromium developer builds."* Oficjalnie funkcję ogłoszono na Google I/O 8–9 maja 2018 roku jako „a container running Debian GNU/Linux in a virtual machine" — bez konieczności włączania trybu deweloperskiego. Najpierw na Pixelbooku; ChromeOS 68 (31 lipca 2018) był pierwszym „fairly stable" wydaniem, pełną niezawodność zapowiadano na ChromeOS 71. The Register zauważył, że tylko około połowa Pixelbooków (od 999 dolarów) daje „proper decent Linux desktop developer experience", sterowniki grafiki i dźwięku sprawiały kłopoty, a funkcja celuje w programistów, nie w edukację, gdzie Chromebooki są „typically locked down".

Architektura Crostini według przewodnika dewelopera ChromiumOS jest piętrowa:

1. **Host ChromeOS** — zwykły system, niezmieniony.
2. **crosvm** — monitor maszyn wirtualnych; według jego dokumentacji „a hosted (a.k.a. type-2) virtual machine monitor similar to QEMU-KVM or VirtualBox", napisany w Rust, oparty o KVM, z każdym urządzeniem wirtualnym (dysk, sieć) domyślnie w osobnej piaskownicy minijail z filtrem wywołań systemowych.
3. **termina** — lekka maszyna wirtualna, budowana jako osobne „boardy": `tatl` dla x86 i `tael` dla ARM.
4. **LXD/LXC** — zarządzanie kontenerami wewnątrz tej maszyny.
5. **penguin** — domyślny kontener z Debianem, w którym pakiety .deb aktualizuje APT „out-of-band from the rest of ChromeOS", czyli niezależnie od systemu.

Integrację z pulpitem zapewniają dwa komponenty: **Sommelier** — pośrednik (kompozytor) Waylanda dla aplikacji z kontenera — i **garcon**, który uruchamia aplikacje i wystawia ich skróty w launcherze ChromeOS. Crostini wyszło z bety w ChromeOS 91 (rollout od 1 czerwca 2021 roku); od tej pory kontener aktualizuje się razem z systemem.

Crostini miało nieoficjalnego poprzednika: **Crouton**, czyli chroot z innym Linuksem uruchamiany w trybie deweloperskim, według jednej z relacji od 2013 roku — tej daty nie sprawdziłem.

> Warto przeczytać ten rozdział obok strony **Windows Subsystem for Linux**. Oba systemy doszły do tego samego rozwiązania: prawdziwy Linux w lekkiej maszynie wirtualnej, zintegrowany z pulpitem gospodarza. Różnica jest ironiczna — w Windows gospodarzem jest system Microsoftu, a na Chromebooku gospodarzem jest Linux, który nie daje użytkownikowi

> dostępu do siebie, więc „prawdziwy” Linux, Debian, musi wejść tylnymi drzwiami i jest izolowany jak obce ciało.

Lacros: przeglądarka oddzielona od systemu (2020–2024)

Trzeci obcy świat był najbardziej wywrotowy, bo dotyczył samego fundamentu. **Lacros** („Linux And ChromeOS”) to projekt z 2020 roku, w którym przeglądarka Chrome miała stać się osobnym programem — binarką „linuksowego” Chrome'a aktualizowaną niezależnie od systemu — a Ash zostałby samą powłoką. Do testów był dostępny od sierpnia 2023 roku. **12 lipca 2024 roku** Google ogłosiło koniec projektu, z ostatnią wersją M128: nowe podejście oparte na Androidzie osiąga według firmy „similar objectives”, a *„We believe this will be a more effective way to help accelerate the pace of innovation on Chromebook.”* Użytkowników to nie dotknęło, bo Lacros zawsze był eksperymentem.

Znaczenie Lacros jest większe niż jego zasięg. Była to próba rozerwania równania „przeglądarka = system”, które było założycielską ideą ChromeOS. Porzucono ją — według Google — na rzecz jeszcze głębszej zmiany: przejścia całego systemu na stos Androida.

Borealis: Steam, który nie wyszedł z bety (2022–2026)

Czwarty świat to gry. **Steam for Chromebook**, projekt o nazwie kodowej **Borealis**, wszedł jako alfa na kanał deweloperski w marcu 2022 roku, a jako beta **3 listopada 2022 roku** (ChromeOS Beta 108.0.5359.24 i nowsze). Wymagania: minimum Core i3 albo Ryzen 3, rekomendowane 16 GB RAM i Core i5 albo Ryzen 5; ponad 20 modeli od Acera, ASUS-a, Frameworka, HP i Lenovo; ponad 100 przetestowanych gier, wśród nich Portal 2, Hades, Skyrim Special Edition i Cyberpunk 2077; Vulkan 1.3 i wstępnie DirectX 12 przez Protona. Google pisało: *„After Android apps and the cloud, Steam is the third way you can play games on ChromeOS.”*

7 sierpnia 2025 roku 9to5Google zacytowało komunikat: *„The Steam for Chromebook Beta program will conclude on January 1st, 2026. After this date, games installed as part of the Beta will no longer be available to play on your device.”* Steam na Chromebookach nigdy nie wyszedł z bety i został zamknięty razem z zainstalowanymi grami. Według doniesień z epoki Borealis był osobną maszyną wirtualną z dystrybucją opartą na Arch Linux, a nie na Debianie jak Crostini — tego nie potwierdziłem w źródle pierwotnym.

Bilans: dwa przetrwały, dwa zamknięto w trzynaście miesięcy

Lacros i Borealis zamknięto w ciągu trzynastu miesięcy (lipiec 2024 – styczeń 2026) i oba z tym samym uzasadnieniem: kierunek Android. Moim zdaniem przetrwały te światy, które służyły konkretnemu klientowi — Android dawał aplikacje, których w sieci nie było, Linux był potrzebny programistom — a gry przegrały z tym, że masowy, szkolny Chromebook nie miał sprzętu, który by je uciągnął (minimum Borealis to był Core i3).

Model biznesowy: kto płaci za darmowy system

Abonament, który przeżył pięć miesięcy

Pierwszy model biznesowy Chromebooka był najbardziej radykalny w jego historii. Ogłoszony razem z pierwszymi urządzeniami 11 maja 2011 roku, zakładał, że firma albo szkoła w ogóle nie kupuje laptopa, tylko go wynajmuje:

- **28 dolarów miesięcznie** na urządzenie dla firm;
- **20 dolarów miesięcznie** dla szkół;
- umowa na trzy lata, a w cenie sprzęt, konsola administracyjna, wsparcie i wymiana sprzętu.

Pięć miesięcy później, **21 października 2011 roku**, Google dopuściło zakup jednorazowy bez abonamentu. Dla edukacji: 449 dolarów (Wi-Fi) albo 519 (3G) za pierwszy rok, łącznie z konsolą, wsparciem i gwarancją, a potem opcjonalnie 5 dolarów miesięcznie za zarządzanie. Dla firm: 559 albo 639 dolarów, a potem 13 dolarów miesięcznie. W maju 2012 roku, razem z Chromeboxem, przyszła trzecia formuła: zarządzanie urządzeniem „na całe życie” za **150 dolarów jednorazowo**.

Abonament upadł, ale jednorazowa licencja zarządzania przypisana do urządzenia stała się fundamentem ekonomii ChromeOS w szkołach.

Trzy strumienie pieniędzy

Skąd Google ma pieniądze na system darmowy dla użytkownika? Z trzech strumieni, z których tylko jeden jest w pełni jawny.

1. **Umowa z producentem sprzętu.** Jej warunki są niejawne. W prasie od lat powtarza się, że ChromeOS jest dla producentów darmowy albo prawie darmowy — w przeciwieństwie do Windows — a Google wymaga certyfikacji i spełnienia wymagań sprzętowych (układ bezpieczeństwa, coreboot, zgodność z polityką aktualizacji). Nie znalazłem dokumentu Google z jakąkolwiek kwotą i żadnej nie podaję.
2. **Licencje zarządzania na urządzenie** — dawniej Chrome Education Upgrade i Chrome Enterprise Upgrade, dziś ChromeOS Education Upgrade i ChromeOS Enterprise Upgrade.
3. **Usługi** — Google Workspace for Education i for Business, a pośrednio reklama, wyszukiwarka i przywiązanie użytkownika do konta Google, zaczynające się w szkole.

> ChromeOS nie brał od użytkownika pieniędzy za kolejne wersje systemu — aktualizacje zawsze były bezpłatne. Nie znaczy to, że nikt za niego nie płacił: instytucje płacą za ChromeOS od pierwszego dnia, w 2011 roku abonamentem, od 2012 roku licencją zarządzania na urządzenie.

Licencje zarządzania w 2026 roku

Licencja	Cena (MSRP)	Uwagi
ChromeOS Enterprise Upgrade	4,17 USD / urządzenie / miesiąc, w rozliczeniu rocznym (50 USD rocznie)	bezpłatny okres próbny; wariant „bundled” — licencja wieczysta dołączana do Chromebooków Enterprise
Kiosk & Signage Upgrade	2,08 USD / urządzenie / miesiąc	stanowiska kioskowe i ekrany informacyjne
ChromeOS Education Upgrade	nieustalona (historycznie w obiegu ok. 38 USD)	wieczysta, przypisana do urządzenia na czas jego życia

Licencja odblokowuje właściwy produkt ChromeOS dla instytucji: konsolę Google Admin, rejestrację zero-touch, polityki urządzeń, aplikacji i rozszerzeń, zdalne czyszczenie i wsparcie 24/7. Ceny Education Upgrade nie potwierdziłem u Google (strona była niedostępna); „około 38 dolarów, czasem 30” i nieprzenośność licencji po wycofaniu urządzenia znam tylko z obiegu. Ta sama licencja jest potrzebna do zarządzania ChromeOS Flex.

Google Workspace for Education

Drugą nogą jest pakiet usług. We wrześniu 2026 roku Google Workspace for Education ma dwie główne edycje: **Education Fundamentals** — bezpłatną dla „qualifying institutions”, ze 100 TB wspólnej przestrzeni na organizację — i **Education Plus**, płatną (cena „contact sales”), ze 100 TB plus 20 GB na licencję; do tego dodatek Google AI Pro for Education. Podstawowe narzędzia — Gmail, Dokumenty, Classroom, Meet — są te same.

Rodowód pakietu znam tylko z obiegu: Google Apps for Education od 2006 roku, G Suite for Education od 2016, Workspace for Education od lutego 2021 roku (z limitem 100 TB od 2022); Classroom od sierpnia 2014 roku. Liczby „40 milionów uczniów i nauczycieli na Chromebookach” i „170 milionów użytkowników Workspace for Education” to komunikaty Google z początku 2021 roku, nie pomiar.

Rachunek, który się zgadza dla Google

Mechanizm ekonomiczny wygląda więc tak: szkoła dostaje Workspace za darmo, Chromebooka tanio, a licencja kosztuje kilkadziesiąt dolarów raz na urządzenie. Google zarabia na urządzeniu mało, ale buduje nawyk konta Google u dziecka. Tę krytykę sformułował między innymi „New York Times” (Natasha Singer, „How Google Took Over the Classroom”, 13 maja 2017 roku) — tekst znam tylko z cytowań.

Google ma na to własny rachunek. We wpisie z 14 września 2023 roku o dziesięciu latach aktualizacji pisało, że szkoły oszczędzają „approximately $800 per device over three years” w porównaniu z alternatywami, przy 55% niższych kosztach urządzeń i 57% niższych kosztach operacyjnych. Te liczby pochodzą z badania zamówionego przez Google (prawdopodobnie w metodologii Forrester TEI, ale wpis źródła nie wskazuje) i traktuję je jako materiał marketingowy.

Szkoły w USA: jak wygrał

Mechanizm: decyduje administrator

Dlaczego to właśnie w amerykańskich szkołach Chromebook zrobił to, czego desktopowy Linux nie zrobił nigdzie? W źródłach stale przewija się kilka czynników. Układam je w listę sam — to moja synteza, nie cudza teza:

1. **Cena sprzętu** — już pierwsze Chromebooki kosztowały od 349,99 dolarów.
2. **Centralne zarządzanie z przeglądarki** — jeden administrator w konsoli Admin obsługuje tysiące urządzeń.
3. **Brak lokalnego stanu** — uczeń loguje się na dowolnym urządzeniu, a zgubiony albo zniszczony sprzęt wymienia się bez migracji danych, bo danych na nim nie ma.
4. **Szybki start i brak „aktualizacji na pół lekcji”** — skutek partycji A/B.
5. **Bezpłatny Google Apps, później Workspace, i Classroom** (od 2014 roku).
6. **Testy stanowe online** w USA — egzaminy związane z Common Core (PARCC, Smarter Balanced) od lat 2014–2015, do których Chromebooki dopuszczono w trybie kiosku jako bezpieczne urządzenia egzaminacyjne. Ten czynnik podaję z pamięci; daty i jego wagi nie zweryfikowałem.
7. **Klawiatura** — przewaga nad iPadem przy pisaniu i na testach.

Wspólny mianownik tych czynników jest jeden: **wszystkie przemawiają do kupującego, a nie do użytkownika**. Dla administratora szkolnego okręgu „mniej umie” znaczyło „mniej się psuje”. Sam Google, dementując w 2015 roku plotki o likwidacji ChromeOS, podkreślał „widespread use in classrooms”; Lockheimer wymieniał też klientów firmowych — Netflix, Sanmina, Starbucks.

Uczeń amerykańskiej szkoły (okręg PVUSD według nazwy pliku) pracujący w Google Apps — pakieci

Uczeń amerykańskiej szkoły (okręg PVUSD według nazwy pliku) pracujący w Google Apps — pakiecie, który szkoły dostawały bezpłatnie i który razem z konsolą Admin składał się na ekonomię Chromebooka w edukacji. Źródło: Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0, autor: Jeff Billings.

Ile to było: liczby, których nie umiem potwierdzić

Tu muszę być szczególnie ostrożny. Liczby o udziale Chromebooków w amerykańskich szkołach są powtarzane w każdym artykule o ChromeOS, ale do żadnego pierwotnego komunikatu firm analitycznych nie dotarłem. Podaję je jako rząd wielkości, z pochodzeniem:

- Według Futuresource Consulting, cytowanego szeroko za „New York Timesem” z 13 maja 2017 roku, Chromebooki miały w 2016 roku stanowić **58%** urządzeń mobilnych (laptopów i tabletów) dostarczonych do szkół K-12 w USA, wobec poniżej 1% w 2012 roku; iPady i macOS około 19%, Windows około 22%. Źródło niedostępne, liczba z obiegu.
- Według IDC w trzecim kwartale 2014 roku Chromebooki miały po raz pierwszy wyprzedzić iPady w dostawach do amerykańskiej edukacji — około 715 tysięcy wobec 702 tysięcy. Z pamięci, niezweryfikowane.
- W kolejnych latach Futuresource miał raportować około 60% (2017–2019) w USA i około 40% lub więcej globalnie w K-12 (2020–2021, bez Chin) — komunikatów nie widziałem.

Pewne są dwie liczby o skali, z raportu PIRG z kwietnia 2023 roku: **90%** szkół średnich (middle i high school) i **84%** podstawowych w USA zapewnia urządzenie każdemu uczniowi, a uczniów K-12 jest **48,1 miliona**. I jedno zdanie Google z 14 września 2023 roku — że Chromebooki „dominate K-12 education globally” — które jest zdaniem marketingowym, bez liczby.

Pandemia: rekord i kac

Według raportu PIRG w pierwszym roku pandemii sprzedano na świecie **„over 31 million Chromebooks”** — z kontekstu raportu można sądzić, że za danymi IDC. To jest najlepiej udokumentowana liczba tego okresu.

Reszta obrazu pochodzi z pamięci o komunikatach IDC: około 30 milionów Chromebooków w 2020 roku (wzrost o około 80%), w pierwszym kwartale 2021 roku więcej niż Maków, a od czwartego kwartału 2021 i przez 2022 rok spadki rzędu 50–60% rok do roku, gdy szkoły nasyciły się sprzętem.

Kształt krzywej — szczyt i załamanie — jest pewniejszy niż jej liczby.

Od lat 2023–2024 miał się zacząć cykl wymiany urządzeń pandemicznych, zbiegający się z końcem ich wsparcia — liczb nie mam. Jest za to kontekst: w kwietniu 2024 roku Microsoft obniżył cenę ESU Windows 10 dla edukacji do 1 dolara w pierwszym roku, co tekst **Windows 10** w wersji życzliwej czyta jako niechęć do wypychania szkół do ChromeOS.

Dwa procent i sześćdziesiąt procent naraz

Kto porównuje liczby o Chromebookach, trafia na pozorną sprzeczność: „Chromebooki mają dwa procent rynku” i „Chromebooki to sześćdziesiąt procent komputerów w amerykańskich szkołach”. Oba zdania mogą być prawdziwe jednocześnie, bo mierzą różne rzeczy.

Pomiar	Co liczy	ChromeOS
StatCounter, desktop, świat, VIII 2026	odsłony stron WWW	1,53% (Windows 62,67%, macOS 15,31% + „OS X” 11,6%, Linux 8,88%)
StatCounter, desktop, USA, VIII 2026	odsłony stron WWW	2,92% (w innym odczycie tej samej strony dla VI 2026: 2%)
StatCounter, desktop, Polska, VIII 2026	odsłony stron WWW	0,33%
Futuresource, K-12 USA, 2016	dostawy urządzeń do szkół	58% (z obiegu, niezweryfikowane)

Różnica o rząd wielkości ma trzy powody: dostawy skupiły się w kilku kwartałach, szkolne Chromebooki pracują w godzinach lekcyjnych i za filtrami sieci szkolnych, a dominuje jeden kraj. Do tego StatCounter mierzy odsłony, nie urządzenia, a jego klasyfikacja bywa niestabilna — w sierpniu 2026 roku pokazywał w USA 18% dla „Linuksa”, co jest raczej artefaktem niż zmianą rynku (o niestabilnych etykietach StatCountera por. **macOS dzisiaj**).

Raport PIRG: „Chromebook Churn” (18 kwietnia 2023)

Moim zdaniem największym problemem Chromebooka przez dwanaście lat nie była wydajność ani brak aplikacji, tylko **data ważności**. Każdy model ma datę końca automatycznych aktualizacji (AUE, Auto Update Expiration), po której przestaje dostawać nowe wersje systemu. **18 kwietnia 2023 roku** U.S. PIRG Education Fund (autor: Lucas Gutterman, kampania Designed to Last) opublikował raport „Chromebook Churn”, który policzył, co to znaczy w skali kraju:

- przeciętny Chromebook ma datę AUE około **czterech lat od certyfikacji platformy** — a szkoły kupują modele, które są na rynku od pewnego czasu, więc realny okres jest jeszcze krótszy;

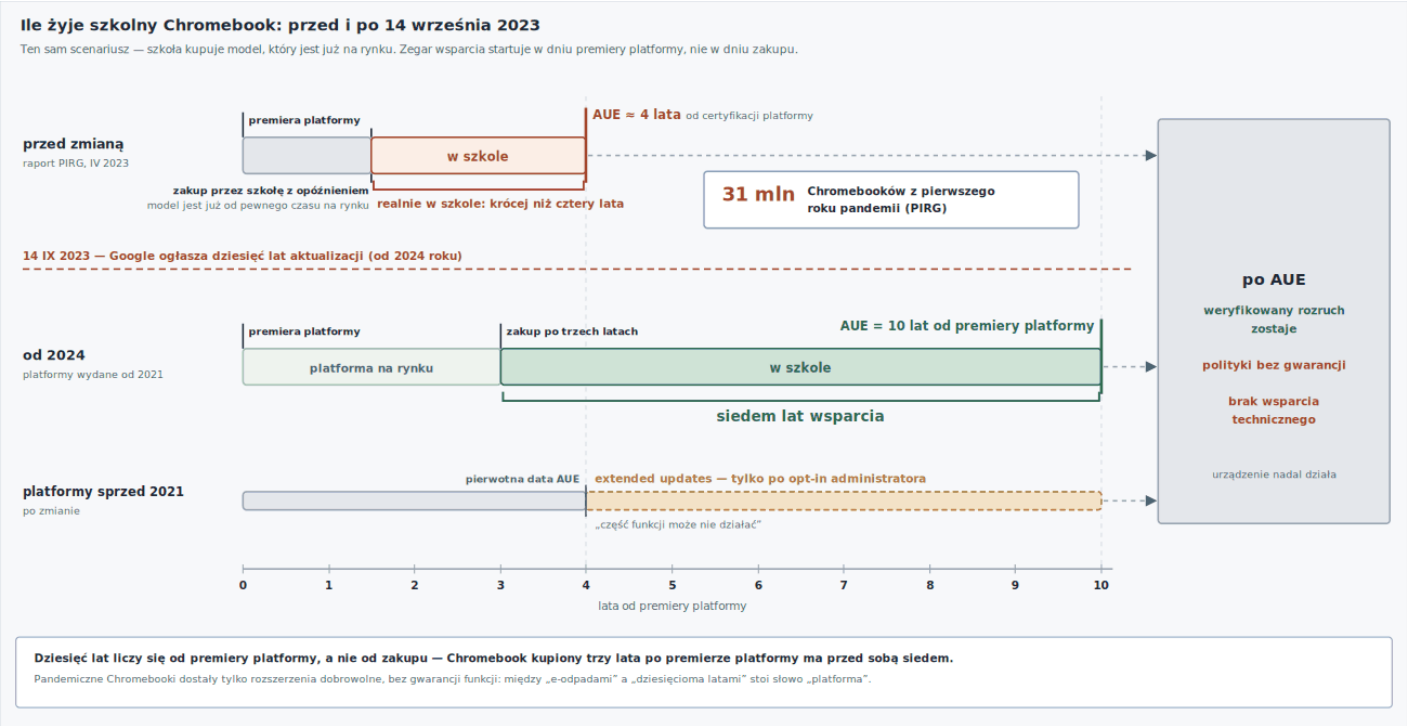
- postulat: **dziesięć lat** od premiery;
- podwojenie żywotności Chromebooków oszczędziłoby podatnikom **1,8 miliarda dolarów** (przy założeniu braku dodatkowych kosztów serwisu);
- 31 milionów Chromebooków z pierwszego roku pandemii to około **8,9 miliona ton** ekwiwalentu CO2, a podwojenie ich żywotności byłoby jak zdjęcie z dróg **900 tysięcy samochodów** na rok;
- naprawialność: we francuskim indeksie naprawialności jedenaście Chromebooków miało średnio **3,3 na 20** punktów za dostępność części, wobec 9 na 20 dla innych laptopów.

Odpowiedź Google: dziesięć lat (14 września 2023)

Pięć miesięcy później, **14 września 2023 roku**, Prajakta Gudadhe i Ashwini Varma ogłosiły na blogu Google zmianę polityki: od 2024 roku platformy wydane od 2021 roku automatycznie dostają **dziesięć lat aktualizacji**. Starsze mogą przejść na „extended updates” — po świadomym włączeniu przez administratora (opt-in). W tym samym wpisie: naprawa oprogramowania bez fizycznego klucza USB, co ma skracać czas naprawy o ponad połowę, i funkcje oszczędzania baterii (adaptive charging, battery saver).

Polityka Auto Update we wrześniu 2026 roku mówi dokładnie: **„10 years from the platform release date”**. Liczy się wydanie *platformy* — płyty referencyjnej, na której producenci budują modele — a nie zakup egzemplarza: Chromebook kupiony trzy lata po premierze platformy ma przed sobą siedem lat. Dla urządzeń sprzed 2021 roku rozszerzenia są dobrowolne, a „some features and services might not be supported”.

Po dacie AUE urządzenie działa i ma weryfikowany rozruch („secure mode … it will repair itself”), ale „existing and future policies may not work as intended, and technical support will not be provided”. Tabela dat sięga od 2016 do stycznia 2036 roku, a zapowiedź Maletisa z maja 2026 roku — wsparcie „in some cases, through 2034” — zgadza się z dziesięcioma latami dla platform z 2024 roku.



Rysunek 5. *Dziesięć lat aktualizacji liczy się od premiery platformy, a nie od dnia zakupu — dlatego pandemiczne Chromebooki z lat 2019–2020 skorzystały ze zmiany z 2023 roku tylko połowicznie, a szkoła kupująca dziś „nowy" model starej platformy wciąż skraca sobie wsparcie.*

> Problem daty ważności był realny i Google rozwiązało go pod presją — raport i odpowiedź dzieli niecałe pięć miesięcy. Ale urządzenia pandemiczne dostały tylko rozszerzenia dobrowolne, bez gwarancji funkcji, a między „e-odpadami" a „dziesięcioma latami" stoi jedno słowo: platforma.

Chromebook Plus: etykieta dla normalnego laptopa (2023)

2 października 2023 roku John Maletis, VP ChromeOS, ogłosił nową kategorię: **Chromebook Plus**. Minimalne wymagania: Intel Core i3 12. generacji albo AMD Ryzen 3 7000, 8 GB RAM, 128 GB pamięci, ekran Full HD IPS, kamera 1080p z redukcją szumów. Cena od 399 dolarów; sprzedaż w USA od 8 października 2023 roku (Best Buy, Amazon, Walmart, Target), w Kanadzie i Europie od 9 października; osiem modeli od Acera, ASUS-a, HP i Lenovo. Google obiecywało „double the performance" wobec najlepiej sprzedających się dotychczas Chromebooków oraz funkcje AI (efekty w rozmowach wideo, Magic Eraser w Zdjęciach Google), Photoshopa w przeglądarce, LumaFusion i File Sync, czyli Dysk offline.

Znaczenie tej etykiety jest niemal wyznaniem: marka „Chromebook" zlała się z tanim sprzętem szkolnym — 4 GB RAM, eMMC, ekran HD — i trzeba było osobnego słowa dla laptopa, który jest po

prostu normalny. Chromebook Plus stał się potem nośnikiem funkcji Gemini (2024).

ChromeOS Flex: Chromebook bez Chromebooka

Neverware i CloudReady

ChromeOS Flex nie powstał w Google. Jego przodkiem jest **CloudReady** nowojorskiej firmy **Neverware**, która przedstawiała się jako „K-12's most innovative technology company”. CloudReady zamieniał stare pecety w urządzenia z Chromium OS, zarządzane z tej samej konsoli Google Admin co Chromebooki. Hasło reklamowe, wciąż widoczne na archiwalnej stronie firmy: „Saves districts 70% over the cost of purchasing new hardware at only $15 annually per computer” — przy zgodności z pecetami „from the past 6 years”. Drugim produktem był PCReady, dla bardzo starego sprzętu. Firma szukała pracowników wśród „education enthusiasts, Linux nerds”.

CloudReady miał trzy edycje: **Home** (bezpłatną, do użytku osobistego, bez wsparcia i bez możliwości zapisania urządzenia w konsoli Admin) oraz płatne **Education** i **Enterprise**, z okresem próbnym. W sierpniu 2019 roku zakończono wydawanie obrazów 32-bitowych; ostatnia omawiana na stronie wersja Home to v76.4.

Z pamięci, bez potwierdzenia w tej kwerendzie: założycielem był Jonathan Hefter, firmę założono około 2011 roku, a Google było inwestorem Neverware przed przejęciem. Samo przejęcie ogłoszono — według daty, którą znam z pamięci i z drugiej ręki, ale nie z komunikatu, bo pod próbowanymi adresami go nie znalazłem — 15 grudnia 2020 roku; kwoty nie ujawniono. Polska prasa pisała o przejęciu „pod koniec 2020 r.”, a pośrednio fakt potwierdza sam Google, który w lutym 2022 roku napisał, że Flex powstał na technologii „acquired from Neverware's CloudReady”.

Od wczesnego dostępu do wersji stabilnej (2022)

15 lutego 2022 roku Thomas Riedl (Senior Director, Product Management) ogłosił wczesny dostęp do **Chrome OS Flex**: bezpłatnego systemu dla istniejących pecetów i Maków, zbudowanego na technologii z CloudReady. „Within minutes, IT can install ChromeOS Flex on devices through USB or network deployment” — system dało się też uruchomić z pendrive'a bez instalacji. Konsola Admin (ponad 600 polityk), mniej e-odpadów i dwa zdania do czytania jako marketing: system „boots up in seconds and doesn't slow down over time”, „no need for antivirus software”. Google przyznawało już wtedy brak „end-to-end hardware-software optimization” i

pełnego Sklepu Play. Klienci CloudReady dostali bezpłatną aktualizację; status — kanał deweloperski, „expect bugs”.

14 lipca 2022 roku Flex dostał wersję stabilną, „ready for broad-scale deployment”, z ponad 400 certyfikowanymi modelami i zarządzaniem przez Chrome Enterprise Upgrade z 30-dniowym okresem próbnym. Liczba „19% less power consumption” nie ma we wpisie metodologii i jest liczbą marketingową. Najciekawsza w tym wpisie jest historia wdrożenia:

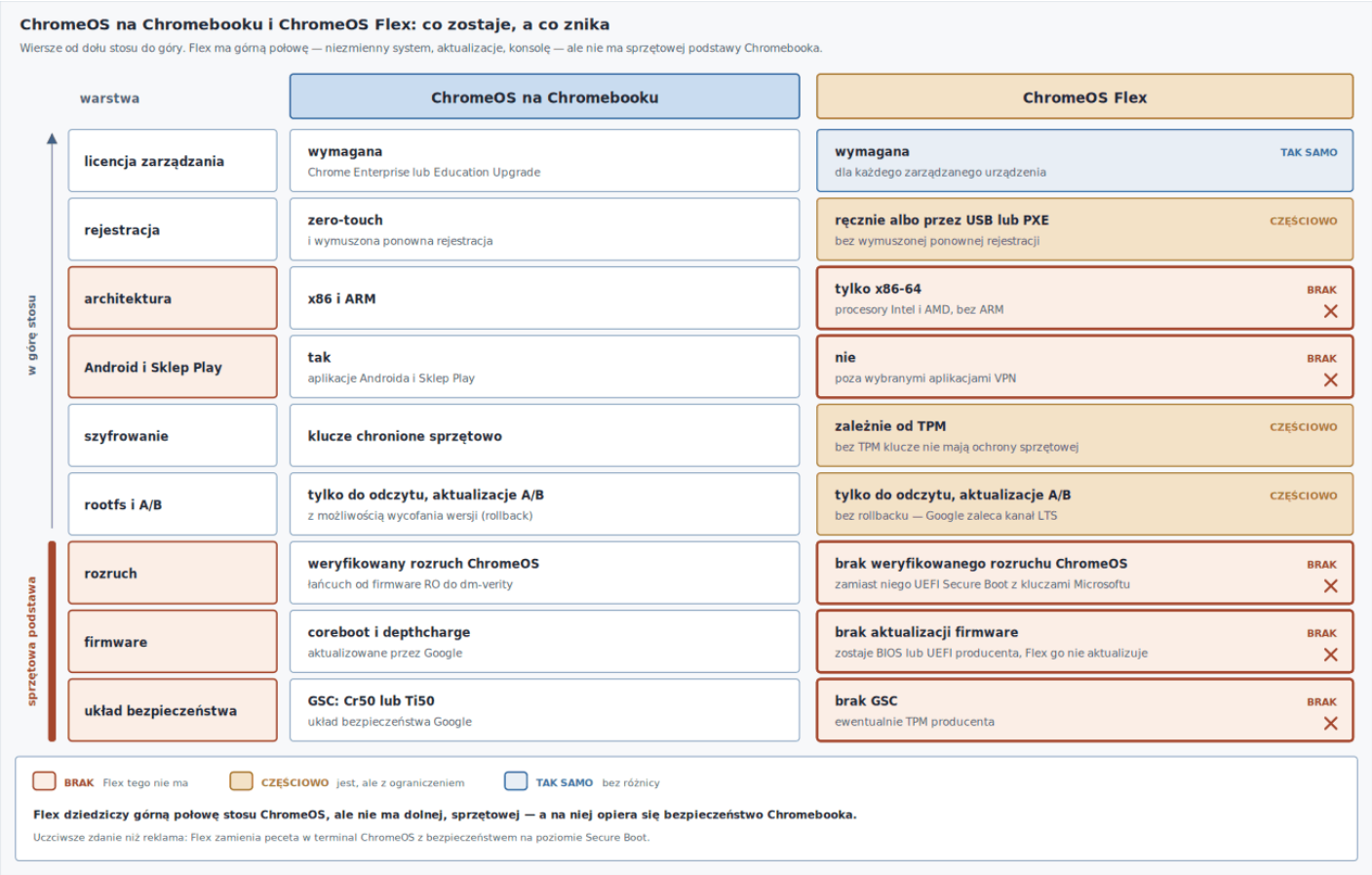
> **Nordic Choice Hotels.** Po ataku ransomware skandynawska sieć hoteli przestawiła na ChromeOS Flex **2000 komputerów w 200 hotelach w mniej niż 48 godzin**, z jednostronicową instrukcją i pendrive'em. Google podaje oszczędność 1,5 miliona kilogramów CO2 w ciągu ośmiu lat, a zastępca prezesa Bjørn Arild Wisth mówi: „Deployment of ChromeOS Flex really saved us.” To studium przypadku z bloga producenta, ale sam scenariusz — szybkie odtworzenie floty po ataku bez odtwarzania systemu Windows — jest moim zdaniem dokładnie tym, do czego Flex nadaje się najlepiej.

Czego Flex nie ma

Najważniejsza strona dokumentacji ChromeOS Flex to ta, która wylicza różnice wobec ChromeOS na Chromebooku. We wrześniu 2026 roku lista wygląda tak:

- **brak układu bezpieczeństwa Google**, a więc **brak weryfikowanego rozruchu ChromeOS** — zamiast niego UEFI Secure Boot z kluczami zatwierdzonymi przez Microsoft, co Google opisuje jako „equivalent protection to Windows devices”;
- Flex **nie aktualizuje BIOS-u ani UEFI**;
- urządzenia mogą nie mieć TPM, więc klucze szyfrowania mogą nie mieć ochrony sprzętowej; brak „strong hardware-backed attestation”, a Verified Access może nie działać;
- **brak Androida i Google Play** — z wyjątkiem wdrażania niektórych androidowych aplikacji VPN; brak Parallels Desktop; środowisko Linuksa — zależnie od modelu;
- **brak ARM** — tylko x86-64 z procesorami Intel i AMD;
- nieobsługiwane: napędy CD/DVD, czytniki linii papilarnych, FireWire, kamery IR, częściowo Thunderbolt, aktywne pióra, zastrzeżone stacje dokujące;
- **brak rejestracji zero-touch** (zamiast niej rejestracja ręczna albo automatyczna przez USB lub PXE), **brak wymuszonej ponownej rejestracji** (forced re-enrollment) i **brak rollbacku** — Google zaleca w zamian kanał LTS.

FAQ dodaje resztę: potrzeba co najmniej 16 GB miejsca; instalacja jest destrukcyjna — „all existing data … is erased and permanently unrecoverable”; do zarządzania potrzebna jest licencja ChromeOS Enterprise Upgrade albo Education Upgrade „for each device you want to manage”; „Google Play and Android apps … are not supported”. Minimalne wymagania, które często podaje się za materiałami Google — 4 GB RAM, rozruch z USB, dostęp do BIOS-u/UEFI, nieobsługiwane układy graficzne Intel GMA 500, 600, 3600 i 3650 — znam z pamięci; strony z wymaganiami nie pobrałem, a FAQ potwierdza tylko 16 GB.



Rysunek 6. *Flex dziedziczy po ChromeOS górną połowę stosu — niezmienny system, aktualizacje, konsolę — ale nie ma dolnej, sprzętowej, na której opiera się bezpieczeństwo Chromebooka; dlatego „zamiana peceta w Chromebooka” jest zdaniem z reklamy, a nie z dokumentacji.*

> **Uwaga na tezę z reklamy.** „ChromeOS Flex zamienia peceta w Chromebooka” to marketing — i obala go dokumentacja tego samego producenta. Flex nie ma sprzętowej podstawy Chromebooka i kilku jego funkcji (lista wyżej), a do zarządzania wymaga płatnej licencji. Uczciwsze zdanie brzmi: Flex zamienia peceta w terminal ChromeOS z bezpieczeństwem na poziomie Secure Boot.

Certyfikacja i próg sprzętowy

Flex działa według Google „on most Windows, Mac, and Linux devices manufactured over the last 10 or more years”, ale wsparcie dotyczy tylko modeli z listy certyfikowanej. Każdy model ma na niej datę „Certified until”; po jej upływie znika z listy, jest „not eligible for support from Google” i wypada z testów. Lista, którą widziałem (aktualizacja z 2 września 2026 roku), daje typowo od czterech do siedmiu lat wsparcia od certyfikacji.

Flex ma ten sam cykl wydań co ChromeOS, z etapowym rolloutem rozłożonym na tydzień–dwa i filtrem, który blokuje aktualizacje na sprzęcie ze znanymi krytycznymi błędami. Od **ChromeOS 150** rosną wymagania graficzne: aktualizacje zostaną wstrzymane dla GPU Intela z 2010 roku i starszych (Ironlake, generacja 5), AMD z 2010 i starszych (TeraScale 2, seria 5xxx) oraz Nvidii z

2014 i starszych (Maxwell, seria 7xx). Google radzi zastąpić takie urządzenia Chromebookiem. System dla starych pecetów też ma swój próg.

Po co Flex — i czego o nim nie wiemy

Google wskazuje zastosowania: przedłużenie życia floty pecetów i Maków, odtworzenie po ransomware, mniej e-odpadów, cienki klient do VDI. W Polsce naturalnymi kandydatami są stare pecety w szkołach i bibliotekach, kioski i laptopy, które po październiku 2025 roku zostały z Windows 10 bez wsparcia — ale bez licencji Upgrade nie ma centralnego zarządzania, a płacenie za licencję na stary sprzęt bywa w szkole trudne do uzasadnienia. Ta ocena jest moja.

Największa niewiadoma dotyczy przyszłości. Strona pomocy Google dla firm i szkół o Googlebookach, opublikowana we wrześniu 2026 roku, **nie wspomina o Flex ani słowem**. Co stanie się z systemem dla cudzego sprzętu, gdy ChromeOS przejdzie na stos Androida, Google nie ogłosiło.

Zwrot ku Androidowi: od dementi do Googlebooka

2015: plotka i dementi

Pomysł połączenia ChromeOS z Androidem wraca od 2015 roku. Pod koniec października 2015 roku (29–30 października; dnia publikacji nie potwierdziłem, bo tekst jest za paywallem) „Wall Street Journal” doniósł, że Google zamierza do 2017 roku połączyć Android i Chrome OS w jeden system; Fortune pisał o tym 30 października. **2 listopada 2015 roku** Hiroshi Lockheimer, SVP odpowiedzialny za Androida, Chrome OS i Chromecasta, odpowiedział na blogu:

> *„While we've been working on ways to bring together the best of both operating systems, there's no plan to phase out Chrome OS.”*

To zdanie warto zapamiętać w całości, bo jego pierwsza połowa okaże się równie prawdziwa jak druga.

Andromeda: projekt, którego oficjalnie nie było (2016–2017)

26 września 2016 roku Android Police, powołując się na dwa „independent and reliable” źródła, ujawnił projekt **Andromeda** — hybrydę, która „won't simply be a way to run Android apps on a Chrome platform”, tylko ma polegać na „bringing Chrome features to Android”. Razem z nim laptop „Pixel 3”, kryptonim „Bison”: 12,3 cala, poniżej 10 mm grubości, około 10 godzin na baterii, dwa porty USB-C, czytnik linii papilarnych, tryb tabletu, rysik, od 799 dolarów, premiera w trzecim kwartale 2017 roku. Oryginału Android Police nie czytałem — był niedostępny — i znam go z relacji Engadget.

5 czerwca 2017 roku Stephen Hall z 9to5Google napisał, że Andromedę odłożono: „Andromeda was absolutely real. It was Android-based and sought to bring Android to different form factors”; prototypami były laptop Bison i tablet Huawei (z linii Nexus), a „duchowym następcą” miała być Fuchsia. Znam to z relacji Thurrotta. **Google nigdy oficjalnie nie potwierdziło Andromedy**; wszystko, co o niej wiemy, pochodzi z przecieków.

Zamiast Andromedy wyszedł Pixelbook (październik 2017 roku) z ChromeOS i Sklepem Play przez ARC++ — czyli „Android w ChromeOS”, a nie „ChromeOS w Androidzie”. Na siedem lat kierunek się ustalił.

12 czerwca 2024: ChromeOS na stosie Androida

12 czerwca 2024 roku Prajakta Gudadhe (Senior Director, Engineering, ChromeOS) i Alexander Kuscher (Product Management) napisali na blogu Google zdanie, które odwróciło kierunek z 2016 roku:

> *„We'll be embracing portions of the Android stack, like the Android Linux kernel and Android frameworks, as part of the foundation of ChromeOS.”*

Cele: szybsze wdrażanie funkcji AI, uproszczenie inżynierii, lepsza współpraca telefonu, akcesoriów i Chromebooka. I zastrzeżenie: „These improvements in the tech stack are starting now but won't be ready for consumers for quite some time.” Pierwszy widoczny przykład opisało tego samego dnia 9to5Google: stos Bluetooth Androida (Fluoride, u Google nazywany „Floss”) zamiast linuksowego BlueZ — przy zachowanym czterotygodniowym cyklu wydań. Pierwszą ofiarą był Lacros, zamknięty miesiąc później, 12 lipca 2024 roku.

W listopadzie 2024 roku Android Authority (Mishaal Rahman) miał donosić, że Google zamierza całkowicie „złożyć” ChromeOS w Androida — datę i treść znam z pamięci, bez sprawdzenia. Pewne jest natomiast to, co **14 lipca 2025 roku** powiedział w wywiadzie dla TechRadar Sameer Samat, President Android Ecosystem: *„we're going to be combining ChromeOS and Android into a single platform”*. Trzy tygodnie później, 7 sierpnia 2025 roku, przyszła zapowiedź końca Steama na Chromebookach.

„Aluminium OS”: nazwa kodowa z ogłoszenia o pracę

24 listopada 2025 roku Mishaal Rahman z Android Authority opisał ogłoszenie Google o pracę na stanowisku „Senior Product Manager, Android, Laptop and Tablets”, które mówiło wprost o „a new Aluminium, Android-based, operating system”. W ogłoszeniu pojawiały się poziomy urządzeń „AL Entry”, „AL Mass Premium” i „AL Premium”, w zgłoszeniach błędów — określenia „ChromeOS Classic” i „non-Aluminium ChromeOS”, a testy miały dotyczyć platform MediaTek i Intela. Premiera w 2026 roku na bazie Androida 17 była już spekulacją dziennikarza. Wcześniej, we wrześniu 2025 roku, Rick Osterloh (SVP) mówił o pecetach z Androidem: „bringing Gemini models, bringing the assistant, bringing all of our applications”. Nazwa „Aluminium” nawiązuje do sufiksu „-ium”, jak w Chromium.

> **„Aluminium OS” nie jest nazwą produktu.** To nazwa kodowa, ujawniona przez ogłoszenie o pracę i prasę. W maju 2026 roku Google mówiło, że nazwy systemu jeszcze nie ma; we wrześniu 2026 roku produkt nazywa się **Googlebook OS**, a prasa pisze o nim „formerly Aluminium OS”. Oficjalny wpis Google z 21 września 2026 roku słowa „Aluminium” nie używa — Android Central zauważa tylko „aluminum” jako materiał obudowy.

Googlebook (maj–październik 2026)

12 maja 2026 roku, podczas The Android Show, Google zapowiedziało **Googlebook** — kategorię laptopów premium na Androidzie z elementami ChromeOS, na jesień 2026 roku, z procesorami Intela, Qualcomma i MediaTeka, między innymi od Della i Lenovo. Nazwa systemu nie była jeszcze ustalona. Oficjalne oświadczenie mówiło: *„All Chromebooks will continue to receive support through their device's existing date commitment, and many Chromebooks will be eligible to transition to the new experience.”* John Maletis dodał zdanie, które uczciwie ustawia oczekiwania: *„Features may change, work differently, or be removed following the transition as Google is rethinking so much of it.”*

13 maja Maletis dodał: „We will be supporting Chromebooks and ChromeOS, in some cases, through 2034”, zapowiedział nowe Chromebooki i Chromebooki Plus „through this year and even into next year”, a o szkołach mówił, że wymagają „a more careful rollout due to management tools, APIs, and policy requirements”. Sameer Samat w tym samym miesiącu: *„Chrome OS is its own use*

case, and that will remain.”

Strona pomocy Google dla firm i szkół, „What the Googlebook announcement means for your ChromeOS devices”, precyzuje:

- obecne Chromebooki są wspierane zgodnie z polityką Auto Update — do połowy 2034 roku;
- wiele nowszych Chromebooków komercyjnych będzie mogło przejść na Googlebook OS (szczegóły później);
- licencje Chrome Enterprise i Education Upgrade „will remain and maintain their current management capabilities” dla obecnych flot, a Googlebooki będą miały **inny model licencyjny**;
- pierwsze Googlebooki (2026) są tylko konsumenckie, bez rejestracji w domenie; zarządzanie dla edukacji i firm — konsola Admin, raporty, zero-touch — ma „start rolling out in the second half of 2027”;
- zachowane mają być aplikacje webowe, piaskownica, weryfikowany rozruch i automatyczne aktualizacje;
- o ChromeOS Flex — nic.

21 września 2026 roku John Solomon (VP, GM Laptops, Tablets & Android Enterprise) otworzył przedsprzedaż. Googlebook OS jest „built on Android technology”, z „desktop foundations from ChromeOS” i architekturą bezpieczeństwa ChromeOS. Ceny od 899 dolarów, w zestawie 12 miesięcy Google AI Pro, 3 miesiące YouTube Premium i subskrypcja Photoshopa. Producenci: Acer, ASUS, Dell, HP i Lenovo. Sprzedaż od 4 października 2026 roku w USA i od 5 października w Kanadzie, Wielkiej Brytanii, Irlandii, Francji, Niemczech i Australii.

Model (Android Authority, 21 IX 2026)	Cena
Acer Googlebook 14	899 USD
Dell XPS Googlebook	1199 USD
HP Googlebook 14	1299 USD
ASUS Googlebook 14	1299 USD
Lenovo Googlebook 15	1299 USD

Zachowane zostały pełna przeglądarka Chrome, aplikacje desktopowe, menedżer plików, obsługa Linuksa i terminal. Reklamowane nowości to „Magic Pointer” (poruszenie kursorem przywołuje Gemini dla tego, co jest na ekranie), „Rambler” i „Create My Widget”. Polski na liście krajów premiery nie ma.

Stan na koniec września 2026

ChromeOS nie został oficjalnie zakończony. Google prowadzi dwie linie: ChromeOS — w zgłoszeniach błędów „Classic” — dla szkół, firm i tanich urządzeń, z gwarancją aktualizacji do 2034 roku, oraz Googlebook OS, czyli Android z fundamentami ChromeOS, dla konsumentów premium.

Co będzie po 2027 roku, gdy Googlebooki dostaną zarządzanie domenowe, Google nie ogłosiło.

> Historia zatoczyła koło. W 2009 roku ChromeOS miał być przeglądarką z jądrem; w 2016 roku wpuścił Androida do kontenera; w 2026 roku sam staje się warstwą na Androidzie. Zdanie Lockheimera z 2015 roku okazało się prawdziwe w obu połowach: Google pracowało nad połączeniem obu systemów i nie wygasiło ChromeOS — tylko że połączenie przyszło od strony Androida, a ChromeOS przetrwał jako jego „desktop foundations”.

Kto zapłacił cenę

Netbooki z Linuksem

Pierwszym przegranym tej historii był Linux na netbookach — choć pokonał go Windows XP, a Chromebook zajął dopiero zwolnione miejsce. Obraz tego okresu znam z pamięci i przytaczam ostrożnie: Asus Eee PC 701 z Xandros Linux (październik 2007 roku) zapoczątkował falę netbooków; w 2008 roku odsetek netbooków z Linuksem miał być wysoki (szacunki mówią o około 30%), ale do 2009 roku Windows XP w taniej licencji dla netbooków (ULCPC) zdobył ponad 90% segmentu, a producenci — MSI — mówili o kilkukrotnie wyższym odsetku zwrotów wersji linuksowych. Linuksowe platformy tej epoki, Moblin Intela i jego następca MeeGo, opisuje tekst **MeeGo, Sailfish OS, Firefox OS i KaiOS**; wszystkie zniknęły.

ChromeOS celował w ten sam sprzęt, a przetrwał — moim zdaniem dlatego, że nie udawał peceta, tylko zmienił zadanie komputera i sprzedawał się administratorom.

Microsoft: cztery próby

Najdłużej płacił Microsoft, który przez dwanaście lat próbował zbudować „Windows przeciw Chromebookom”. Szczegóły są na stronach poszczególnych wersji; tutaj tylko bilans.

Próba	Data	Na czym polegała	Los
Windows 8.1 with Bing	23 V 2014	tańsza licencja OEM z Bingiem, sprzęt za 199–299 USD (**Windows 8 i 8.1**)	jednorazowy ruch cenowy
Windows 10 S → tryb S	2017; III 2018	tylko aplikacje ze Sklepu, premiera z Surface Laptop (**Windows 10**)	zamieniony na tryb S; w ocenie spornej — nie zadziałał
Windows 10X	X 2019 – V 2021	system dla dwóch ekranów, przekierowany na tanie laptopy (**Windows 11**)	anulowany; powłoka przeszła do Windows 11

Próba	Data	Na czym polegała	Los
Windows 11 SE	do X 2026	„designed for education … runs on web-first devices”, tylko u OEM, zarządzanie przez Intune for Education	bez aktualizacji funkcji po 24H2; koniec wsparcia w październiku 2026

O Windows 11 SE Microsoft pisze bez ogródek: *„Microsoft will not release a feature update after Windows 11 SE, version 24H2. Support for Windows 11 SE—including software updates, technical assistance, and security fixes—will end in October 2026.”* Lista dozwolonych aplikacji była utrzymywana przez Microsoft, a system był dostępny tylko preinstalowany — na przykład na Surface Laptop SE. Datę ogłoszenia (9 listopada 2021 roku) i cenę Surface Laptop SE (249 dolarów) znam tylko z pamięci.

Koniec wsparcia Windows 11 SE przypada na październik 2026 roku — miesiąc premiery Googlebooków. Po czterech próbach Microsoft porzucił osobną edycję dla szkół i walczy ceną ESU.

Pozostałych przegranych znam gorzej: iPad prowadził w amerykańskiej edukacji mniej więcej do 2014 roku (według niezweryfikowanej liczby IDC), a linuksowe projekty szkolne w rodzaju Edubuntu i Skolelinux nie osiągnęły skali — moim zdaniem z braku modelu zakupu sprzętu z gotowym zarządzaniem, ale danych na to nie mam.

Czy to jest „Linux na desktopie”?

Za: „to Linux, który wygrał”	Przeciw: „to nie jest Linux na desktopie”
Jądro Linux, userland z pakietów Gentoo (w `portage-stable` — „unaltered”), D-Bus, Mesa; czy init to dziś systemd, czy nadal Upstart, nie sprawdziłem	Użytkownik nie widzi Linuksa: brak powłoki poza trybem deweloperskim i crosh, brak menedżera pakietów, rootfs tylko do odczytu
Dziesiątki milionów urządzeń; w szkołach USA większość dostaw w latach 2016–2021 (liczby Futuresource z obiegu)	Aplikacje to strony WWW, a od 2016 roku Android; natywne aplikacje Linuksa działają tylko w maszynie wirtualnej, jak w WSL
Kod otwarty (Chromium OS, 2009); pochodne: CloudReady, FydeOS, Flex	Produkt zamknięty w kluczowych miejscach: Play, ARC, konto Google, aktualizacje, firmware GSC; płatna licencja zarządzania
Standardy jądra w środku: KVM (crosvm), cgroups i namespaces (ARC++), dm-verity, KMS/DRM (Freon)	Grafika hosta bez X11 i bez Waylanda; własne demony (update_engine, cryptohome) — nic wspólnego z GNOME i KDE
Wkład Google upstream: jądro (np. MGLRU, wspominane przez inżynierów ARCVM), coreboot, Zephyr	Od 2024 roku system przechodzi na „Android Linux kernel and Android frameworks”, a następca to Googlebook OS
StatCounter liczy ChromeOS osobno od „Linuksa”	…więc ChromeOS nigdy nie zasilił w statystykach żadnego „roku Linuksa na desktopie”

Porównanie z dystrybucjami: ChromeOS ma atomowe aktualizacje A/B i niezmienny rootfs co cztery tygodnie, dystrybucje — pakiety aktualizowane w miejscu; systemy „immutable” w dystrybucjach to zjawisko ostatnich lat: wspólną nazwę Fedora Atomic Desktops (Silverblue i pokrewne) Fedora wprowadziła 9 lutego 2024 roku, image mode for RHEL Red Hat ogłosił w maju 2024, a serwerowy CoreOS Container Linux dostawał aktualizacje do 26 maja 2020 roku; datę debiutu openSUSE Aeon znam tylko z pamięci, a SteamOS 3 z dwoma zestawami partycji A/B zadebiutował ze Steam Deckiem 25 lutego 2022 roku (jego budowę opisał Alberto Garcia z Igalii) — więc ChromeOS był tu pionierem. ChromeOS ma konsolę w chmurze od 2011 roku; Ubuntu ma Landscape, SSSD z Active Directory i Ansible — moim zdaniem nic tak prostego dla szkoły. ChromeOS ma datę AUE; dystrybucje nie mają daty, ale też nie mają twardego końca.

> **Werdykt.** ChromeOS jest Linuksem technicznie — jądro, narzędzia budowania, mechanizmy izolacji — i nie jest nim kulturowo ani funkcjonalnie: model użycia, dystrybucja oprogramowania i tożsamość marki nie mają z linuksowym desktopem nic wspólnego. Android jest dokładnie tym samym przypadkiem na telefonie. Zdanie „Linux wygrał na desktopie” jest prawdziwe tylko jako „jądro Linux wygrało”; dla GNU/Linuksa w rozumieniu dystrybucji i pulpitów ChromeOS był raczej konkurentem, który zajął jego naturalny rynek — tanie laptopy i szkoły.

Największe wady

Data ważności liczona od platformy

Nawet po 2023 roku koniec wsparcia wyznacza data platformy, nie właściciel, a naprawialność części była według PIRG bardzo niska.

Wszystko przez konto i licencję

Chromebook jest pomyślany wokół konta Google, a bez płatnej licencji instytucja nie ma zarządzania — nawet na darmowym Flexie. Przywiązanie ucznia do konta Google to cecha modelu biznesowego.

Porzucane światy

Lacros zamknięto po czterech latach, Steam po niespełna czterech — razem z grami zainstalowanymi przez użytkowników. Kto budował na eksperymentach ChromeOS, ten dowiedział się, że eksperyment może zniknąć w ciągu pięciu miesięcy od zapowiedzi.

Dwie linie i niewiadoma

We wrześniu 2026 roku szkoła kupująca flotę musi wybierać między systemem wspieranym do 2034 roku i nazywanym w zgłoszeniach błędów „Classic” a następcą bez zarządzania domenowego do drugiej połowy 2027 roku. Losu Flexa Google nie ogłosiło wcale.

Praktyka dla administratora (stan IX 2026)

Licencja i rejestracja

Zarządzanie Chromebookiem i Flexem wymaga licencji na urządzenie (Enterprise, Education albo Kiosk & Signage Upgrade — tabela w rozdziale o modelu biznesowym). Dokumentacja rejestracji mówi krótko: „You must enroll devices before anyone signs in to them”. Metody: **zero-touch** (Chromebooki zamówione u partnera z przypisaniem do domeny), **automatyczna** (Flex) i **ręczna** na ekranie powitalnym — w obiegu podaje się do niej skrót Ctrl+Alt+E, którego nie sprawdziłem. Przy rejestracji wybiera się typ licencji, identyfikator zasobu i lokalizację; polityka „Initial sign-in: Require users to enroll device” wymusza rejestrację przy pierwszym logowaniu.

Zarządzany Chromebook po powerwashu albo odzyskaniu sam wraca do domeny — to **wymuszona ponowna rejestracja** (forced re-enrollment), możliwa dlatego, że serwer Google zna jego numer seryjny. **Flex tego nie potrafi**, bo nie ma układu bezpieczeństwa ani firmware Google.

Polityki, kanały, tryb deweloperski

- **Logowanie i sesja** (konsola Google Admin): ograniczenie logowania do kont domeny, wyłączenie trybu gościa i incognito, automatyczne wylogowanie na poprzednim urządzeniu, maksymalna długość sesji, blokada ekranu i PIN, „Force ephemeral mode” — profil kasowany po wylogowaniu, typowy dla pracowni.
- **Kanały aktualizacji**: Devices › Chrome › Settings › „Allow updates” — Stable, LTC albo LTS; w szkole LTS ma sens na czas egzaminów.
- **Tryb deweloperski** blokuje polityka urządzenia `DeviceBlockDevMode`, sprawdzana w `chrome://policy`.
- **Linux i Android**: Crostini jest włączany i wyłączany polityką — w szkołach zwykle wyłączony; aplikacje Androida zarządza się przez konsolę (Managed Google Play — dokładnych nazw polityk nie sprawdziłem). Na Flexie Play nie ma, poza wybranymi

aplikacjami VPN.

Cykl życia i zakupy

Przy zakupie sprawdza się nie datę produkcji egzemplarza, lecz **datę AUE modelu** w tabeli polityki Auto Update: dziesięć lat od premiery platformy dla platform od 2021 roku, dla starszych rozszerzenia po opt-in. „Nowy” Chromebook starej platformy to krótsze wsparcie. Po AUE urządzenie działa i ma weryfikowany rozruch, ale polityki mogą przestać działać i nie ma wsparcia — flotę trzeba wymienić albo wyłączyć z konsoli.

> **Zakupy w latach 2026–2027.** Obecne floty ChromeOS są wspierane zgodnie z AUE (niektóre do 2034 roku), a licencje Upgrade zachowują funkcje. Googlebooki mają inny model licencyjny i zarządzanie domenowe dopiero „second half of 2027”. Wniosek roboczy: szkoła albo firma kupująca urządzenia do zarządzanej floty powinna do tego czasu kupować Chromebooki, nie Googlebooki.

Powerwash, odzyskiwanie, tryb deweloperski

Operacja	Jak	Skutek
Powerwash	Ctrl+Alt+Shift+R → Restart → Powerwash	„erases all user data”, łącznie z Pobranymi; na urządzeniach zarządzanych robi to administrator
Tryb odzyskiwania	Esc + Refresh + Power (Chromebox — przycisk spinaczem)	odzyskanie przez sieć (MiniOS) albo z USB ≥ 8 GB przygotowanego Chromebook Recovery Utility; „permanently erases everything”
Tryb deweloperski	z trybu odzyskiwania, w obiegu Ctrl+D (niesprawdzone)	wymazanie partycji stanowej, ostrzeżenie przy każdym starcie; według Google może unieważnić gwarancję
Konsole	VT-2: Ctrl+Alt+→; crosh: Ctrl+Alt+T po zalogowaniu	w trybie deweloperskim VT-2 wpuszcza użytkownika `chronos` bez hasła, z sudo bez hasła

Powłoka crosh, otwierana skrótem Ctrl+Alt+T po zalogowaniu — poza trybem deweloperskim i Crost

Powłoka crosh, otwierana skrótem Ctrl+Alt+T po zalogowaniu — poza trybem deweloperskim i Crostini to jedyny wiersz poleceń, jaki ChromeOS pokazuje użytkownikowi. Źródło: Wikimedia Commons, licencja BSD.

Od 2023 roku część napraw oprogramowania nie wymaga fizycznego klucza USB. Drugie życie po AUE daje firmware alternatywne — UEFI Full ROM projektu MrChromebox — do instalacji zwykłego Linuksa albo Windows; wymaga zdjęcia ochrony zapisu, na układzie Ti50 przez `gsctool` albo kabel SuzyQable. Że to praktyczna odpowiedź na problem e-odpadów, o którym pisał PIRG, jest moją oceną.

ChromeOS Flex w praktyce

1. Sprawdzić model na liście certyfikowanej i jego datę „Certified until”; pamiętać o progu GPU od ChromeOS 150.
2. Przygotować USB (instalator albo tryb „wypróbuj bez instalacji”) lub wdrożenie sieciowe PXE; w 2026 roku jest też zdalna instalacja i automatyczna rejestracja.
3. Włączyć UEFI i Secure Boot, wyczyścić i włączyć TPM, zablokować rozruch z nośników zewnętrznych, założyć hasło BIOS-u.
4. Instalacja kasuje dysk bezpowrotnie; zamiast rollbacku — kanał LTS; do zarządzania — licencja Upgrade.

Flex nadaje się na recepcje, kioski, sale konferencyjne i cienkie klienty RDP/VDI; nie nadaje się tam, gdzie potrzebne są natywne narzędzia Windows, specjalistyczne sterowniki albo gry.

Ściągawka

Pytanie	Odpowiedź
Ogłoszenie / kod / sprzedaż	7 VII 2009 / 19 XI 2009 / 15 VI 2011
Podstawa	jądro Linux; obraz budowany Portage z Gentoo (od II 2010); coreboot + depthcharge; EC na Zephyrze
Rozruch i aktualizacje	weryfikowany rozruch, dm-verity, partycje A/B, update_engine; Stable co 4 tygodnie
Grafika	Aura/Ash; Freon bez X11 od ChromeOS 41 (2015)
Android	ARC (2014, NaCl) → ARC++ (2016, kontener) → ARCVM (2021–22, VM)
Linux	Crostini (2018; poza betą od ChromeOS 91)
Zamknięte	Lacros (VII 2024), Steam/Borealis (1 I 2026)
Wsparcie	10 lat od premiery platformy (platformy od 2021); do 2034 „w niektórych przypadkach”
Flex	od CloudReady (Neverware); stabilny 14 VII 2022; bez GSC, weryfikowanego rozruchu, Play i ARM

Pytanie	Odpowiedź
Następca	Googlebook OS (d. „Aluminium”), sprzedaż od 4 X 2026, od 899 USD; zarządzanie od II poł. 2027
Udział w ruchu WWW (VIII 2026)	świat 1,53%, USA 2,92%, Polska 0,33%

Mity i sprostowania

1. **„ChromeOS to tylko przeglądarka.”** To dystrybucja Linuksa z własnym firmware, weryfikowanym rozruchem, A/B, szyfrowaniem i hiperwizorem; „all apps are web apps” opisywało interfejs z 2009 roku.
2. **„ChromeOS to Gentoo.”** Portage buduje obraz od lutego 2010 roku; na urządzeniu nie ma ani Portage, ani kompilacji.
3. **„ChromeOS jest oparty na Ubuntu.”** Tylko najwcześniejsze kompilacje z 2009 roku, przy kontrakcie z Canonicalem, który sam pisał o „a very different experience”.
4. **„Chromebook nie działa bez internetu.”** Prawda w 2011 roku; dziś są Dokumenty offline, File Sync, Android i Linux — choć model użycia zakłada chmurę.
5. **„Chromebooki mają datę ważności 4–5 lat.”** Stan sprzed 14 września 2023 roku; dziś dziesięć lat — ale od premiery platformy.
6. **„Flex zamienia peceta w Chromebooka.”** Marketing, który obala dokumentacja Google — patrz rozdział o Flexie.
7. **„ChromeOS jest nie do złamania.”** Google mówi o braku *zgłoszonych* ataków ransomware — to twierdzenie o zgłoszeniach, nie dowód odporności.
8. **„Aluminium OS to oficjalna nazwa.”** Nazwa kodowa z ogłoszenia o pracę; produkt to Googlebook OS.
9. **„Google zabija ChromeOS w 2026 roku.”** Nowe Chromebooki w latach 2026–2027 i wsparcie do 2034 roku; co po 2027 — nieogłoszone.
10. **„Chromebooki to wynalazek pandemii.”** W szkołach USA dominowały już w 2016 roku (liczba Futuresource z obiegu); pandemia dała rekord, potem kaca.
11. **„Steam na Chromebookach działał.”** Nigdy nie wyszedł z bety i zniknął razem z grami.
12. **„Andromeda była oficjalnym projektem.”** Google jej nigdy nie ogłosiło; oficjalnie w 2015 roku: „there's no plan to phase out Chrome OS”.

Epilog

We wrześniu 2026 roku ChromeOS jest w dziwnym miejscu: wygrał, ale jego zwycięstwo przestało być potrzebne firmie, która je odniosła. Szkoły w USA dostały to, o co walczył PIRG — dziesięć lat aktualizacji — a Google w tym samym czasie przeniosło energię na system, który z ChromeOS bierze „desktop foundations” i architekturę bezpieczeństwa, a z Androida wszystko inne.

Jeśli coś z ChromeOS przetrwa, to nie hasło „all apps are web apps”, które przestało obowiązywać w 2012 roku, tylko warstwy pod przeglądarką: łańcuch zaufania, A/B, niezmienny rootfs i konsola, w której jeden człowiek zarządza tysiącami laptopów. Linux wygrał na desktopie w jedyny sposób, na jaki mógł — znikając z pola widzenia.

Ciekawostki zebrane

- Chrome ogłoszono dzień przed premierą, bo komiks Scotta McClouda wyszedł pocztą za wcześnie — Google zażartowało, że „launch early and iterate” objęło dział korespondencji.
- Pilotażowe Cr-48 trafiły m.in. do American Airlines, Krafta, Virgin America i Departamentu Obrony USA.
- Chromebook Pixel miał według Google „the highest pixel density of any laptop display” — 239 ppi — i terabajt na Dysku Google na trzy lata.
- Konsola frecon istnieje dlatego, że po awarii GPU przełączenie na klasyczną VT wymazywało obraz potrzebny do diagnozy.
- Sprawdzenie całego systemu plików przed startem kosztowałoby około pięciu sekund, więc dm-verity sprawdza bloki dopiero przy odczycie.
- Maszyna wirtualna Crostini to „boardy” `tatl` (x86) i `tael` (ARM), a domyślny kontener nazywa się `penguin`.
- Pierwsze cztery aplikacje Androida na Chromebooku (2014) — Duolingo, Evernote, Sight Words i Vine — działały na Native Client.
- Neverware szukał pracowników wśród „Linux nerds” i sprzedawał CloudReady za 15 dolarów rocznie za komputer.
- Mechanizm aktualizacji A/B ChromeOS żyje w repozytorium jako „ChromiumOS fork of Android's update_engine”.
- Pierwszego Chromebooka w Polsce sprowadził nieoficjalnie Vobis — ta sama sieć, która wcześniej sprowadzała Kindle'a i Surface'a.

Oś czasu

Data	Wydarzenie
1–2 IX 2008	wpis „A fresh take on the browser”; beta Chrome'a
7 VII 2009	ogłoszenie Google Chrome OS
19 XI 2009	kod Chromium OS otwarty; kontrakt Canonicala
II 2010	przejście na Portage z Gentoo
7 XII 2010	program pilotażowy Cr-48; Chrome Web Store
11 V 2011	ogłoszenie Chromebooków i abonamentów 20/28 USD

Data	Wydarzenie
15 VI 2011	sprzedaż pierwszych Chromebooków
29 V 2012	Chromebox; Aura domyślna; zarządzanie za 150 USD
21 II 2013	Chromebook Pixel
9 V 2013	Acer C7 w Vobisie (nieoficjalnie)
11 IX 2014	pierwsze aplikacje Androida (ARC)
5 XII 2014	oficjalny debiut Chromebooków w Polsce
III 2015	Freon — koniec X11 (ChromeOS 41)
2 XI 2015	Lockheimer: „no plan to phase out Chrome OS”
19 V 2016	Sklep Play na Chromebookach (ARC++)
27 IV 2018	commit ujawnia Crostini
8–9 V 2018	Linux na Chromebookach ogłoszony
2020	start Lacros; ponad 31 mln Chromebooków w pierwszym roku pandemii (PIRG)
XII 2020	Google przejmuje Neverware (dzień niepotwierdzony)
1 VI 2021	ChromeOS 91 — Crostini poza betą
15 II 2022	Chrome OS Flex — wczesny dostęp
14 VII 2022	ChromeOS Flex stabilny
18 IV 2023	raport PIRG „Chromebook Churn”
14 IX 2023	dziesięć lat aktualizacji
2 X 2023	Chromebook Plus
12 VI 2024	ChromeOS przyjmie jądro i frameworki Androida
12 VII 2024	koniec Lacros
24 XI 2025	ujawnienie nazwy kodowej Aluminium
1 I 2026	koniec Steam for Chromebook Beta
12–13 V 2026	zapowiedź Googlebooka; wsparcie ChromeOS do 2034
21 IX 2026	przedsprzedaż Googlebooków
4–5 X 2026	premiera Googlebooków; koniec wsparcia Windows 11 SE (X 2026)
II poł. 2027	zapowiedziane zarządzanie Googlebookami

Wątek polski

Polska jest dobrym przykładem kraju, w którym ChromeOS nie wygrał. Pierwszy Chromebook trafił do polskiego handlu **nieoficjalnie, w maju 2013 roku**: sieć Vobis sprowadziła Acera C7 (11,6 cala, 1366 × 768, Celeron, 2 GB RAM, talerzowy dysk 320 GB, 1,4 kg) za **999 zł**, z darmową dostawą i roczną gwarancją. Piotr Grabiec pisał w Spider's Web 9 maja 2013 roku, że Vobis „znów wziął sprawy w swoje ręce”, jak wcześniej z Kindle'em i Surface'em. Trzy dni później redakcja oceniła, że to „trochę za drogo” — Maciej Gajewski i Damian Jaroszewski widzieli cenę w okolicy 700 zł, a Jaroszewski nazwał Chromebooka bez stałego internetu, w parafrazie, bezużytecznym kawałkiem elektroniki.

Oficjalny debiut nastąpił **5 grudnia 2014 roku**, trzy i pół roku po USA: Acer C720 (11,6 cala) za **999 zł** i Acer CB5-311 (13,3 cala) za **1199 zł**, a także modele Asusa i LG (relacja Pawła Lutego w Spider's Web). Piotr Zalewski z Google Polska przedstawiał Chromebooka jako „drugie urządzenie” do rozrywki i prostych zadań w usługach Google, nie jako podstawowy komputer do pracy. Tego samego dnia Dawid Kosiński pisał w Spider's Web: *„Chromebooki w Polsce nie staną się czymś więcej, niż zwykłą ciekawostką przyrodniczą”* — z powodu spóźnionego wejścia, braku cech wyróżniających i tego, że Microsoft zlikwidował przewagę cenową (laptopy z Windows za 199 dolarów, Packard Bell za 849 zł). Przepowiednia w dużej mierze się sprawdziła: w sierpniu 2026 roku StatCounter daje ChromeOS w Polsce **0,33%** ruchu WWW z desktopów.

Dalsze ślady w polskiej prasie układają się w ten sam obraz. We wrześniu 2014 roku Samsung wycofał się z europejskiego rynku PC, także z Polski; w październiku 2016 roku o Samsungu Chromebook Pro pisano „Polacy nie będą mogli go kupić”. 17 kwietnia 2018 roku Acer Chromebook Tab 10 wszedł za 1400 zł, „początkowo wyłącznie w modelu B2B i dla klientów edukacyjnych”, a Maciej Gajewski dodawał, że „odzew na Chromebooki HP w naszym kraju jest właściwie zerowy”. Computerworld Polska (Grzegorz Kubera, 2021) podawał 1500–2000 zł za podstawowe modele i około 3000 zł za najlepsze. W lutym 2022 roku Spider's Web opisał Flex jako darmowego następcę CloudReady, a w sierpniu 2023 roku Gajewski pisał, że „dostępność Chromebooków na polskim rynku jest nadal ograniczona”, a system jest „świadomie zaprojektowany tak, by być mocno ograniczonym”. Latem 2024 roku ta sama redakcja opisywała zwroty uszkodzonych szkolnych Chromebooków w USA jako zjawisko amerykańskie.

Googlebook do Polski na razie nie przyjdzie — nie ma jej na liście krajów premiery. Albert Żurek wyliczał w sierpniu 2026 roku, że model ASUS-a kosztowałby w przeliczeniu około 5200 zł, wobec 1000–2000 zł za typowego Chromebooka: *„Pierwsze laptopy z Androidem będą zatem drogie i niekoniecznie zachęcą do porzucenia komputerów z systemem Windows 11.”*

Źródła i dalsze lektury

Przypisy

[1] Sześć krajów bez Holandii: The Register — abonament (2011); z Holandią: inne relacje z maja 2011 roku.

[2] „Intel Core”: TechCrunch — Chromebox (2012); Celeron 867: recenzje sprzętu, m.in. Engadget.

Lektury

Geneza i pierwsze urządzenia:

- Official Google Blog: A fresh take on the browser (2008); Introducing the Google Chrome OS (2009); Releasing the Chromium OS open source project (2009)
- Canonical — Google Chrome OS and Canonical; The Register — kontrakt Canonicala; The Register — S. J. Vaughan-Nichols o Gentoo i Zephyrze (2023)
- TechCrunch — Cr-48; Google Wiki (fandom) — Cr-48; linux-netbook.com — Cr-48; Chris Benard — pierwsze wrażenia z Cr-48
- Notebooks.com — Samsung i Acer (2011); The Register — abonament (2011); TechCrunch — zakup bez abonamentu; TechCrunch — Chromebox (2012); Engadget — recenzja Chromeboksa; PC World — Aura; TechCrunch — Chromebook Pixel

Architektura:

- chromium.org: Verified Boot; Disk Format; Protecting Cached User Data; Aura; Package upgrade process; Releases; Developer Mode
- update_engine (lustro repozytorium); frecon — dokument projektowy; Slashdot — Freon; MrChromebox — glosariusz
- Google Cloud — ChromeOS i ransomware (2021)

Android, Linux, Lacros, Steam:

- Systemy niezmienne w dystrybucjach: Phoronix — Fedora Atomic Desktops (2024); Red Hat Developer — image mode for RHEL (2024); The Register — koniec CoreOS Container Linux (2020)
- IT Writing — ARC; Android Police — pierwsze aplikacje (2014); TechCrunch — Sklep Play (2016); chromeos.dev — ARCVM; Chrome Unboxed — ARCVM
- The Register — commit Crostini; The Register — Linux na I/O 2018; Crostini developer guide; crosvm book; Chrome Unboxed — Linux poza betą; TechSparx — Crostini i Crouton
- 9to5Google — koniec Lacros; 9to5Google — Steam beta; 9to5Google — koniec Steama; Chrome Unboxed — koniec Steama

Model biznesowy, szkoły, Chromebook Plus:

- Google — licencje zarządzania; Google Workspace for Education — edycje; Natasha Singer, „How Google Took Over the Classroom”, „The New York Times”, 13 V 2017
- U.S. PIRG Education Fund — Chromebook Churn (2023); Google — dziesięć lat aktualizacji (2023); Google — Auto Update policy; Google — Chromebook Plus
- StatCounter, desktop, VIII 2026: świat, USA, Polska

ChromeOS Flex:

- Neverware; Neverware — CloudReady Home; Google Cloud — Chrome OS Flex (2022); Google Cloud — Flex stabilny, Nordic Choice
- Pomoc ChromeOS Flex: różnice wobec ChromeOS; FAQ; certyfikacja; lista modeli; aktualizacje i próg GPU; dobre praktyki; spis artykułów

Android, Googlebook, Microsoft:

- MobileSyrup — dementi Lockheimera (2015); Fortune — plotka WSJ; Engadget — Andromeda; Thurrott — koniec Andromedy
- Google — stos Androida (2024); 9to5Google — Floss; TechRadar (Yahoo) — Samat (2025); Android Authority — Aluminium
- 9to5Google — zapowiedź Googlebooka; 9to5Google — Chromebooki po Googlebooku; Android Authority — Maletis; Android Authority — Samat; Google — co ogłoszenie Googlebooka znaczy dla urządzeń ChromeOS; Google — przedsprzedaż Googlebooka; Android Authority — modele i ceny; Android Central — funkcje
- Microsoft Learn — Windows 11 SE
- Alberto Garcia (Igalia) — SteamOS 3 w QEMU, partycje A/B (2022); Phoronix — premiera Steam Decka 25 II 2022

Praktyka:

- Pomoc Google: kanały LTS/LTC; rejestracja urządzeń; polityki logowania; powerwash; odzyskiwanie

Polskie:

- Spider's Web: Chromebook w Polsce (V 2013); Acer w Vobisie — opinie; Samsung kończy sprzedaż PC; Chromebooki oficjalnie w Polsce; D. Kosiński — „ciekawostka przyrodnicza”; Temat tygodnia (XII 2014); Chrome OS i ekosystem Microsoftu; Acer Chromebook 15; Samsung Chromebook Pro; Acer Chromebook Tab 10; ChromeOS Flex; Chromebooki —

czy warto (2023); Acer Chromebook 315 za 999 zł; zwrócone szkolne laptopy (2024); laptopy z Androidem drogie (2026)

- Computerworld Polska — „Chromebook podbija rynek”

Ilustracje

Diagramy są moje. Zdjęcia i zrzuty ekranu na wolnych licencjach pochodzą z Wikimedia Commons. Zrzuty ekranu systemów komercyjnych pochodzą z angielskiej Wikipedii, gdzie są przechowywane jako pliki non-free w obniżonej rozdzielczości. Zrzuty wydanych wersji produktów Microsoftu wykorzystujemy na podstawie zasad Microsoftu dotyczących zrzutów ekranu, które wymagają dopisku „Used with permission from Microsoft”. Pozostałe zrzuty non-free — w tym systemów innych producentów, wersji testowych, ekranów startowych i zrzutów zawierających cudze treści — przytaczamy w celu omówienia, na zasadzie prawa cytatu (art. 29 ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych). Przy każdym zrzucie podstawa i licencja stoją w podpisie.

Nota metodyczna: czego nie wiemy

- **Liczby Futuresource dla szkół K-12 w USA** (58% w 2016 roku, około 60% w latach 2017–2019) i **dostawy według IDC i Canalys** (Chromebooki przed iPadami w III kwartale 2014, około 30 milionów w 2020, załamanie od końca 2021) — wszystkie z obiegu wtórnego; komunikatów pierwotnych nie widziałem.
- **Przejęcie Neverware** — dzień (15 XII 2020?), warunki i kwota; założyciel i rok założenia firmy.
- **Cr-48** — liczba rozdanych egzemplarzy (60 tysięcy?), pochodzenie nazwy, procesor i modem.
- **Cena ChromeOS Education Upgrade** i jej nieprzenośność; **warunki licencji ChromeOS dla producentów** — niejawne.
- **Architektura dziś**: czy init to systemd, czy Upstart; obecny mechanizm szyfrowania cryptohome (eCryptfs → fscrypt → dm-crypt?); rola Exo; baza dystrybucji Borealis (Arch?); dokładne lata przejść Cr50 → Ti50; data wprowadzenia zasady parzystych wydań w kanale Stable.
- **Kierunek zapożyczenia update_engine** między ChromeOS a Androidem i data przeniesienia kodu.
- **Andromeda** — brak jakiegokolwiek dokumentu Google; oryginał Android Police niedostępny. Treść doniesień Android Authority z listopada 2024 roku.
- **Przyszłość ChromeOS Flex** po przejściu na stos Androida — Google milczy.
- **Windows 11 SE** — data ogłoszenia i cena Surface Laptop SE; **netbooki z Linuksem** — udziały z lat 2008–2009 i zwroty.

- **Rola testów stanowych** (Common Core, PARCC, Smarter Balanced) w sukcesie Chromebooków; ceny typowych szkolnych Chromebooków w przetargach.
- **Linia sprzętu Google** po Pixelu z 2013 roku i data wycofania się Google z własnych Chromebooków.

Moją syntezą, a nie ustaleniem źródłowym, są: oś całego tekstu — teza, że ChromeOS wygrał, bo „umiał mniej z założenia” i sprzedawał się administratorom, a nie użytkownikom; układ czynników sukcesu w szkołach w jedną listę; odczytanie czterech obcych światów jako dowodu, że hasło „all apps are web apps” dotyczyło interfejsu, a nie architektury, i wyjaśnienie, dlaczego przetrwały akurat Android i Linux; porównanie Crostini z WSL; werdykt w sporze „czy to Linux na desktopie”; ocena Flexa jako „terminala ChromeOS z bezpieczeństwem na poziomie Secure Boot”; rekomendacja zakupowa na lata 2026–2027; oraz odczytanie zdania Lockheimera z 2015 roku jako prawdziwego w obu połowach.

Revision #6
Created 2026-09-28 14:13:42 UTC by Tomasz Konieczny
Updated 2026-10-13 22:12:59 UTC by Tomasz Konieczny