Laptopy i stacje dokujące: USB-C, Thunderbolt, ładowanie i wymiana podzespołów

Poziom: średnio

Dotyczy: laptopy z Windows 11, USB-C, USB4, Thunderbolt 3 do 5, USB Power Delivery 3.1, dyski NVMe

Czas: ~60 min

Laptop przy biurku to zwykle jeden kabel USB-C, który ładuje komputer, wysyła obraz na monitory i łączy go z siecią. Wyjaśniamy, czym różnią się USB4 i Thunderbolt, jak działa ładowanie przez USB PD, jak dobrać stację dokującą do laptopa i co da się wymienić w środku. Wracamy tu przy zakupie sprzętu, przy zgłoszeniu „monitor nie świeci" i przy planowaniu wymiany floty.

Skróty użyte na tej stronie (33)

Skrót	Co znaczy
BIOS	Basic Input/Output System: oprogramowanie płyty głównej, które startuje komputer
CAMM	Compression Attached Memory Module: płaski moduł pamięci z dociskiem zamiast gniazda z zatrzaskami
CAMM2	Compression Attached Memory Module 2: płaski moduł pamięci RAM do laptopów, mocowany śrubami, standard JEDEC
CCD	Common Charger Directive: dyrektywa UE 2022/2380 wymagająca wspólnej ładowarki USB-C
DDR4	Double Data Rate 4: czwarta generacja pamięci RAM typu DDR
DDR5	Double Data Rate 5: piąta generacja pamięci RAM typu DDR
DMA	Direct Memory Access: bezpośredni dostęp urządzenia do pamięci komputera, który zewnętrzne porty mogą wykorzystać do ataku, więc BitLocker wcześniej wymagał braku takich portów
DMTF	Distributed Management Task Force: organizacja, która opracowała standard Redfish

Skrót	Co znaczy
EPR	Extended Power Range: rozszerzony zakres USB Power Delivery, od 28 V do 48 V, czyli do 240 W
GB	Gigabyte: miliard bajtów, jednostka pojemności pamięci i plików, tu najczęściej rozmiar modelu albo pamięci karty graficznej
GND	Ground: masa, wspólny punkt odniesienia obwodu elektrycznego
IBM	International Business Machines: firma, w której laboratorium powstał model relacyjny i pierwszy działający silnik SQL
IT	Information Technology: dział albo praca związana z komputerami i infrastrukturą firmy
JEDEC	organizacja ustalająca standardy pamięci półprzewodnikowych, w tym DDR i CAMM2
LAPS	Local Administrator Password Solution: mechanizm Windowsa nadający każdemu komputerowi inne, losowe hasło konta lokalnego administratora i zapisujący je w katalogu
LPCAMM2	Low Power CAMM2: odmiana modułu CAMM2 z pamięcią niskonapięciową LPDDR5X
LPDDR	Low Power DDR: pamięć RAM o niskim poborze energii, w laptopach często przylutowana do płyty
LPDDR5	piąta generacja pamięci LPDDR o niskim poborze energii
NVMe	Non-Volatile Memory Express: protokół komunikacji z dyskami SSD podłączonymi przez złącze PCIe, znacznie szybszy niż starsze SATA i SAS, typowy dla szybkich dysków systemowych
SBU	Sideband Use: dwa styki pomocnicze w USB-C, używane na przykład przez DisplayPort Alt Mode
SMBIOS	System Management BIOS: tabele opisu sprzętu, z których system odczytuje m.in. typ i producenta modułów pamięci
SODIMM	Small Outline DIMM: mały moduł pamięci RAM do laptopów, wkładany w gniazdo z zatrzaskami
SPR	Standard Power Range: zakres USB Power Delivery do 100 W
TPM	Trusted Platform Module: układ w komputerze, który przechowuje klucze szyfrowania i potwierdza stan sprzętu, między innymi dla BitLockera i certyfikatów
UE	Unia Europejska
UEFI	Unified Extensible Firmware Interface: nowoczesne oprogramowanie firmowe płyty głównej albo maszyny wirtualnej, następca starszego BIOS-u, obsługuje między innymi Secure Boot
USB	Universal Serial Bus: standard portów i urządzeń podłączanych do komputera, tu pendrive'y i inne nośniki wymienne
USB-C	złącze o 24 stykach z wtyczką wkładaną obiema stronami; sam kształt nie mówi, czy port ładuje, przesyła obraz, czy obsługuje Thunderbolt
USB-IF	USB Implementers Forum: organizacja, która opracowuje i certyfikuje standardy USB
USB4	standard przesyłania danych przez złącze USB-C oparty na protokole Thunderbolt 3, z tunelowaniem obrazu DisplayPort i zasilaniem USB PD
VBUS	linia zasilania w kablu USB, po której płynie prąd ładowania

Skrót	Co znaczy
Wi-Fi	Sieć bezprzewodowa: wygodna w biurze, ale w serwerowni dokłada kolejną możliwą przyczynę awarii
WinRE	Windows Recovery Environment: środowisko odzyskiwania Windows na osobnej partycji, potrzebne między innymi do szyfrowania BitLockerem

Fiszka

Komendy wykonujemy w PowerShellu na laptopie, którego dotyczą, z uprawnieniami administratora tam, gdzie to zaznaczono. Wyniki w przykładach są poglądowe, bo nazwy i liczby zależą od modelu.

□□ TYLKO ODCZYT

Odczyt modelu, numeru seryjnego i wersji BIOS: Get-CimInstance Win32_ComputerSystem

```
Get-CimInstance Win32_ComputerSystem | Select-Object Manufacturer, Model
Get-CimInstance Win32_BIOS | Select-Object SerialNumber, SMBIOSBIOSVersion, ReleaseDate
```

Numer seryjny przepisujemy do ewidencji, a wersję BIOS porównujemy z notami wydania stacji dokującej. Komendy można wykonywać całościowo jako blok tekstu.

Przykład (poglądowy, laptop pana Zbigniewa):

```
Manufacturer Model
------------ -----
ExampleCorp  Laptop 14

SerialNumber SMBIOSBIOSVersion ReleaseDate
------------ ----------------- -----------
SN4K2M91     1.12.0            12.06.2026 00:00:00
```

□□ **BIOS** = Basic Input/Output System: oprogramowanie płyty głównej, które startuje komputer

□□ TYLKO ODCZYT

Wygenerowanie raportu baterii: powercfg /batteryreport

```
powercfg /batteryreport /output "C:\Temp\bateria.html"
```

Folder `C:\Temp` musi istnieć, a raport otwieramy w przeglądarce. Pokazuje pojemność projektową, pojemność przy pełnym naładowaniu, liczbę cykli (jeśli bateria ją podaje) i historię użycia z ostatnich dni.

powercfg = power configuration: narzędzie do zasilania, z przełącznikiem /a pokazuje obsługiwane stany uśpienia, w tym Modern Standby

TYLKO ODCZYT

Policzenie zużycia baterii w procentach: root\wmi, BatteryStaticData

```
$projekt = (Get-CimInstance -Namespace root\wmi -ClassName
BatteryStaticData).DesignedCapacity
$pelna = (Get-CimInstance -Namespace root\wmi -ClassName
BatteryFullChargedCapacity).FullChargedCapacity
"{0:N0} procent pojemności projektowej" -f ($pelna / $projekt * 100)
```

Komendy wykonujemy całościowo, w jednym oknie. Przy laptopie z dwiema bateriami obie klasy zwracają po dwie wartości, więc liczymy każdą baterię osobno.

Przykład (poglądowy):

```
72 procent pojemności projektowej
```

TYLKO ODCZYT

Odczyt stanu ładowania: Get-CimInstance Win32_Battery

```
Get-CimInstance Win32_Battery | Select-Object EstimatedChargeRemaining, BatteryStatus
```

Wartość `BatteryStatus` według dokumentacji klasy znaczy między innymi: 1 rozładowywanie, 2 praca na zasilaczu bez ładowania, 3 bateria pełna, 6 ładowanie. Gdy laptop ze stacją dokującą ma wartość 1 przy podłączonym kablu USB-C, stacja podaje za mało mocy albo kabel jej nie niesie.

Przykład (poglądowy, laptop pani Haliny przy obciążeniu):

```
EstimatedChargeRemaining BatteryStatus
------------------------ -------------
```

```
                    54              1
```

USB-C = złącze o 24 stykach z wtyczką wkładaną obiema stronami; sam kształt nie mówi, czy port ładuje, przesyła obraz, czy obsługuje Thunderbolt

TYLKO ODCZYT

Wykaz kontrolerów USB4, Thunderbolt i stacji: Get-PnpDevice

```
Get-PnpDevice -PresentOnly | Where-Object { $_.FriendlyName -match
'Thunderbolt|USB4|Dock' } | Select-Object Status, Class, FriendlyName
```

Pokazuje, czy system widzi kontroler USB4 albo Thunderbolt i urządzenia stacji. Brak wiersza z kontrolerem oznacza zwykle, że port nie obsługuje USB4 ani Thunderbolta.

Przykład (poglądowy):

```
Status Class  FriendlyName
------ -----  ------------
OK     System USB4 Host Router
OK     USB    USB4 Dock Hub
```

USB4 = standard przesyłania danych przez złącze USB-C oparty na protokole Thunderbolt 3, z tunelowaniem obrazu DisplayPort i zasilaniem USB PD

TYLKO ODCZYT

Odczyt wersji sterowników stacji: Win32_PnPSignedDriver

```
Get-CimInstance Win32_PnPSignedDriver | Where-Object { $_.DeviceName -match
'Thunderbolt|USB4|Dock' } | Select-Object DeviceName, DriverVersion, DriverDate,
Manufacturer
```

To wersja sterownika, nie zawsze wersja firmware stacji. Firmware pokazuje narzędzie producenta stacji, o czym piszemy niżej.

USB4 = standard przesyłania danych przez złącze USB-C oparty na protokole Thunderbolt 3, z tunelowaniem obrazu DisplayPort i zasilaniem USB PD

TYLKO ODCZYT

Odczyt pamięci operacyjnej: Win32_PhysicalMemory

```
Get-CimInstance Win32_PhysicalMemory | Select-Object BankLabel, Capacity, Speed,
SMBIOSMemoryType, FormFactor, Manufacturer, PartNumber
```

`Capacity` podaje bajty. W polu `SMBIOSMemoryType` wartość 26 oznacza DDR4, 34 oznacza DDR5 , a 35 LPDDR5 (według tabel SMBIOS, do potwierdzenia w specyfikacji DMTF). Pamięć lutowana zwykle ma typ LPDDR i nie ma w `FormFactor` wartości 12, która oznacza moduł SODIMM, ale ostatecznie sprawdzamy w specyfikacji modelu.

Przykład (poglądowy):

```
BankLabel Capacity    Speed SMBIOSMemoryType FormFactor Manufacturer PartNumber
--------- --------    ----- ---------------- ---------- ------------ ----------
          17179869184  7467               35          0 Producent    LPDDR5X-16GB
```

DDR4 = Double Data Rate 4: czwarta generacja pamięci RAM typu DDR · **DDR5** = Double Data Rate 5: piąta generacja pamięci RAM typu DDR · **LPDDR5** = piąta generacja pamięci LPDDR o niskim poborze energii · **SMBIOS** = System Management BIOS: tabele opisu sprzętu, z których system odczytuje m.in. typ i producenta modułów pamięci · **DMTF** = Distributed Management Task Force: organizacja, która opracowała standard Redfish · **LPDDR** = Low Power DDR: pamięć RAM o niskim poborze energii, w laptopach często przylutowana do płyty · **SODIMM** = Small Outline DIMM: mały moduł pamięci RAM do laptopów, wkładany w gniazdo z zatrzaskami

TYLKO ODCZYT

Odczyt dysku i jego zdrowia: Get-PhysicalDisk

```
Get-PhysicalDisk | Select-Object FriendlyName, MediaType, BusType, Size, HealthStatus
```

`BusType` równe `NVMe` oznacza dysk w złączu M.2. Liczniki zużycia czytamy komendą `Get-StorageReliabilityCounter`, opisaną na stronie Dyski: HDD, SSD, SAS i NVMe, wytrzymałość i stan zdrowia.

NVMe = Non-Volatile Memory Express: protokół komunikacji z dyskami SSD podłączonymi przez złącze PCIe, znacznie szybszy niż starsze SATA i SAS, typowy dla szybkich dysków systemowych · **HDD** = Hard Disk Drive: tradycyjny dysk twardy z wirującymi talerzami i głowicą, wolniejszy od SSD, ale tańszy za gigabajt, typowo używany jako warstwa pojemnościowa · **SSD** = Solid State Drive: dysk półprzewodnikowy · **SAS** = Serial Attached SCSI: złącze i magistrala dyskowa w serwerach, następca równoległego SCSI, pozwala podłączyć wiele dysków i macierzy przez jeden kontroler z większą przepustowością niż SATA; w Azure także Shared Access Signature: podpisany adres z tokenem, który daje czasowy dostęp do danych w koncie magazynu

TYLKO ODCZYT

Odczyt monitorów i rozdzielczości: Win32_VideoController

```
Get-CimInstance Win32_VideoController | Select-Object Name, CurrentHorizontalResolution,
CurrentVerticalResolution, CurrentRefreshRate
```

Przy zgłoszeniu „drugi monitor nie świeci" sprawdzamy, ile obrazów system widzi. Jeśli stacja pokazuje jeden monitor, a ma dwa, zaczynamy od kabla, wejścia na monitorze i ustawień wyświetlania, a dopiero potem od firmware.

Z życia wzięte

Z ŻYCIA WZIĘTE

Środa, 8:40. Pani Halina przynosi laptop do IT: po przeniesieniu na nowe biurko drugi monitor nie świeci, a bateria spada z 80 do 54 procent, choć kabel USB-C jest podłączony. Tomek odczytuje `BatteryStatus` równe 1 i widzi na zasilaczu stacji napis 65 W, a laptop pod obciążeniem w arkuszu pobiera około 90 W. Stacja trafia do wymiany na model 100 W z dwoma wyjściami obrazu, a Tomek dopisuje do standardu sprzętu zasadę, że moc stacji nie może być mniejsza niż zasilacza laptopa.

Skąd się wzięło

Przez dziesięciolecia każdy producent miał własne złącze do stacji dokującej, więc stacja pasowała tylko do jednej serii laptopów. Jeden, odwracalny wtyk dla zasilania, danych i obrazu zaproponowały dopiero dwa standardy: Thunderbolt i USB-C. Pierwszy Thunderbolt trafił do sprzedaży 24 lutego 2011 roku w komputerach MacBook Pro [1], a specyfikację USB Type-C opublikowało USB-IF 11 sierpnia 2014 roku [2].

W 2015 roku Thunderbolt 3 przyjął USB-C jako złącze i 40 Gb/s przepustowości [1]. USB4 w wersji 1.0 wyszło 29 sierpnia 2019 roku, a wersja 2.0 z 18 października 2022 roku podniosła przepustowość do 80 Gb/s w obie strony albo 120 Gb/s w jedną stronę [3]. W 2023 roku Intel zapowiedział Thunderbolt 5, a od 28 kwietnia 2026 roku unijna dyrektywa 2022/2380 wymaga, żeby laptopy sprzedawane w Unii ładowane przewodowo miały port USB-C [4][5].

Złącze USB-C w laptopie. Warto zauważyć, że kształt gniazda nie mówi nic o tym, co port potrafi: łac

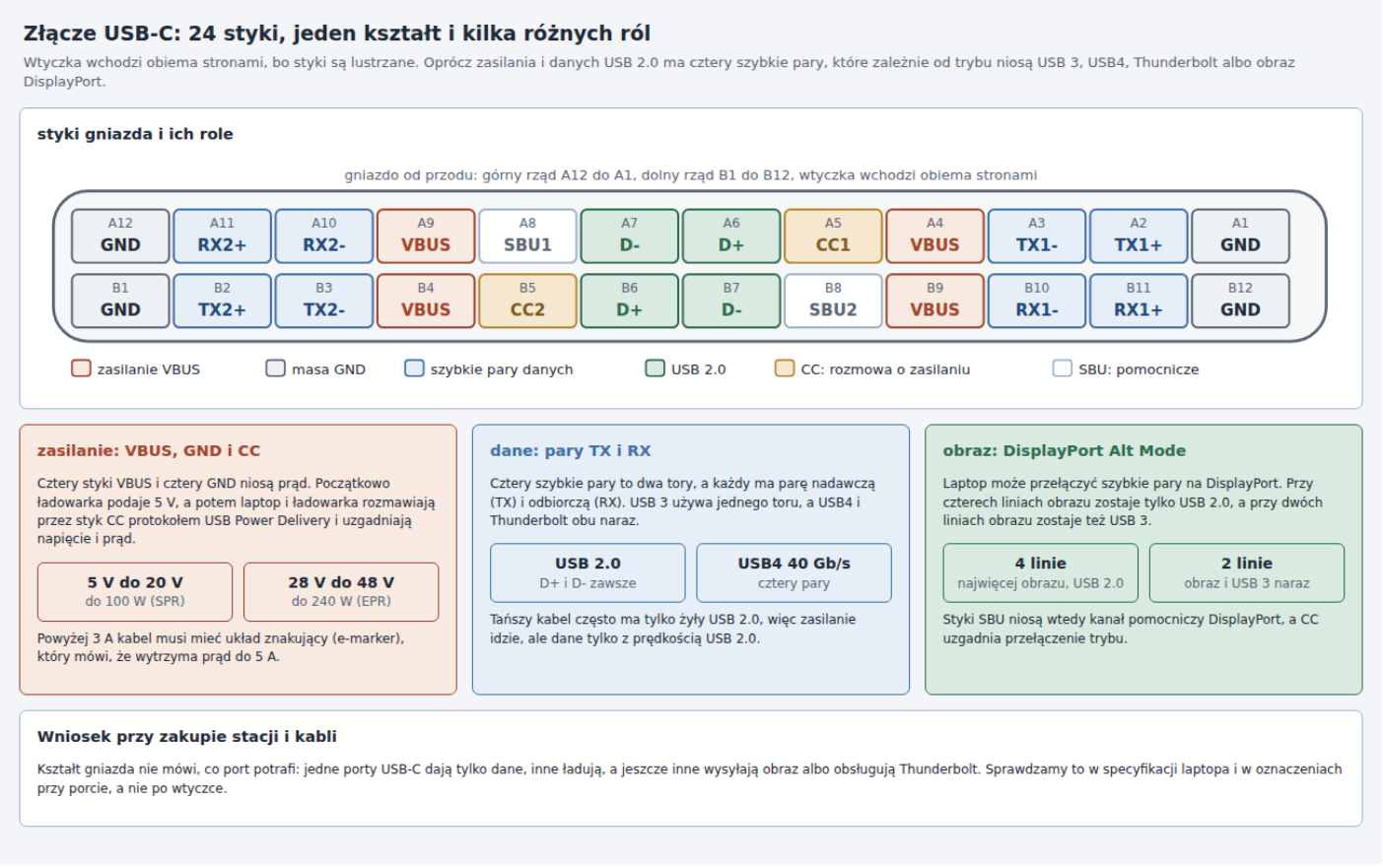
Złącze USB-C w laptopie. Warto zauważyć, że kształt gniazda nie mówi nic o tym, co port potrafi: ładować, wysyłać obraz czy obsługiwać Thunderbolt. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Rodzaje i zasada działania

USB-C: złącze, nie standard

> **Pojęcie: USB-C.** Kształt gniazda i wtyczki z 24 stykami, który można włożyć obiema stronami. Nie jest standardem szybkości ani mocy: za gniazdem może stać USB 2.0, USB 3.2, USB4 albo Thunderbolt, z ładowaniem albo bez.

Gniazdo ma cztery styki zasilania (VBUS), cztery masy (GND), parę danych USB 2.0, cztery szybkie pary danych, dwa styki konfiguracji CC i dwa styki pomocnicze SBU [2]. Styk CC służy do rozmowy o zasilaniu i do wykrycia, którą stroną włożono wtyczkę.



Rysunek 1. Układ 24 styków gniazda USB-C i role grup: zasilanie, szybkie pary danych, USB 2.0, konfiguracja CC i styki pomocnicze SBU. Warto zauważyć, że ten sam kształt gniazda obsługuje zasilanie, dane i obraz, ale każdy port może mieć tylko część z tych funkcji. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

USB 3.2, USB4 i Thunderbolt: co jedzie przez kabel

> **Pojęcie: USB4.** Standard przesyłania danych przez złącze USB-C oparty na protokole Thunderbolt 3. Każde urządzenie USB4 musi umieć negocjować zasilanie USB PD i tunelować obraz DisplayPort [3].

USB4 w wersji 1.0 ma 20 albo 40 Gb/s, a wersja 2.0 wprowadziła 80 Gb/s symetrycznie albo 120 Gb/s w jedną stronę i 40 Gb/s w drugą [3]. Zgodność z Thunderbolt 3 jest obowiązkowa dla hubów, a opcjonalna dla komputerów i urządzeń [3]. Thunderbolt jest więc surowszy niż USB4: wymaga certyfikacji i wyższych minimów, między innymi ochrony przed atakami z pamięci (Intel VT-d DMA protection) [1].

Cecha	USB 3.2 (Gen 2)	USB4	Thunderbolt 3 i 4	Thunderbolt 5
Przepustowość	10 Gb/s	20 albo 40 Gb/s (v1), do 80 Gb/s (v2)	40 Gb/s	80 Gb/s, do 120 Gb/s dla obrazu
Obraz	DisplayPort Alt Mode, zależnie od portu	tunelowanie DisplayPort	TB4: co najmniej dwa monitory 4K 60 Hz	DisplayPort 2.1, więcej i szybszych monitorów
Ładowanie	USB PD, zależnie od portu	USB PD obowiązkowe	TB4 do 100 W	do 240 W z certyfikowanym kablem
Pamięć PCIe	nie	tunelowana, zależnie od implementacji	TB4: co najmniej 32 Gb/s	do 64 Gb/s
Uwagi	tańsze stacje i huby	stacje bez znaku Thunderbolt	wymaga certyfikatu Intela	zgodny wstecznie z TB4, TB3 i USB4

Liczby dla Thunderbolt 4 i 5 pochodzą z opisów technicznych Intela przytaczanych przez źródła [1][6]. Wersje i parametry konkretnego laptopa i stacji sprawdzamy w ich specyfikacji, bo oferta zmienia się co kwartał.

DisplayPort Alt Mode i tunelowanie obrazu

> **Pojęcie: DisplayPort Alt Mode.** Tryb, w którym laptop przełącza szybkie pary USB-C na sygnał DisplayPort. Przy czterech liniach obrazu zostaje USB 2.0, a przy dwóch obok obrazu działa USB 3 [2].

W USB4 i Thunderbolcie obraz jedzie jako tunel w jednym strumieniu danych, więc dwa monitory przez jeden kabel są normalne. Liczbę monitorów, ich rozdzielczość i częstotliwość odświeżania ogranicza zwykle karta graficzna laptopa i liczba niezależnych strumieni obrazu, a nie stacja. Stacje DisplayLink wysyłają obraz skompresowany przez zwykłe USB 3 i wymagają sterownika, co ratuje starszy laptop, ale obciąża procesor.

Ładowanie przez USB Power Delivery

> **Pojęcie: USB Power Delivery (USB PD).** Protokół rozmowy o zasilaniu przez styk CC. Ładowarka podaje najpierw 5 V, a potem laptop i ładowarka uzgadniają napięcie i prąd, który ładowarka potrafi dać.

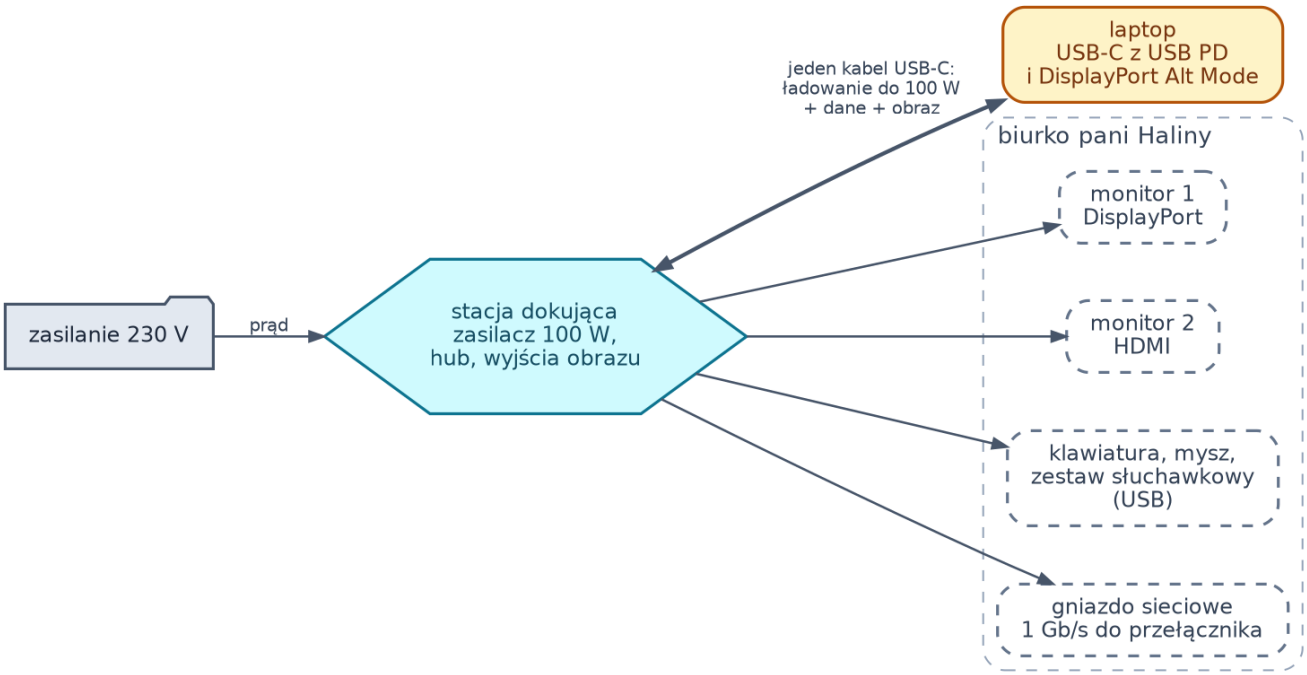
Standardowy zakres mocy (SPR) kończy się na 100 W przy 20 V i 5 A, a rozszerzony (EPR) sięga 240 W przy 48 V i 5 A [7]. Kable na prąd powyżej 3 A muszą mieć układ znakujący (e-marker), który deklaruje zdolność do 5 A [7].

Napięcie	Prąd	Moc	Zakres
5 V	3 A	15 W	SPR
9 V	3 A	27 W	SPR
15 V	3 A	45 W	SPR
20 V	3 A	60 W	SPR
20 V	5 A	100 W	SPR
28 V	5 A	140 W	EPR
36 V	5 A	180 W	EPR
48 V	5 A	240 W	EPR

Źródła [7] i [8] potwierdzają poziomy mocy z tabeli. Laptop nie pobierze więcej, niż potrzebuje, więc stacja o większej mocy niż zasilacz laptopa mu nie zaszkodzi, a zbyt słaba stacja ładuje wolno albo wcale pod obciążeniem. Żeby ładowanie 240 W działało, komputer, stacja i kabel muszą obsługiwać EPR.

Stacje dokujące i zgodność z laptopami

Pojęcie: stacja dokująca. Urządzenie, które po podłączeniu jednego kabla USB-C daje laptopowi zasilanie, kilka wyjść obrazu, porty USB, sieć i czasem czytnik kart. Tańszy odpowiednik bez zasilania i bez rozbudowanej elektroniki to replikator portów albo mały adapter.



Rysunek 2. Biurko z jednym kablem: laptop dostaje przez USB-C prąd, obraz i dane ze stacji dokującej, a stacja ma własny zasilacz oraz wyjścia na dwa monitory, urządzenia USB i sieć. Warto zauważyć, że kabel USB-C niesie wszystko naraz, więc jego moc i zdolności ograniczają całe stanowisko. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Rodzaj stacji	Jak łączy się z laptopem	Zalety	Wady	Gdzie u nas
Stacja producenta (OEM)	USB-C albo własne złącze	pełna zgodność z serią, firmware z jednego źródła	droższa, czasem tylko do jednej serii	stanowiska księgowości i zarządu
Uniwersalna USB-C z DisplayPort Alt Mode	USB-C	tania, działa z wieloma laptopami	zwykle dwa monitory, mniej mocy	pozostałe biurka
Thunderbolt albo USB4	USB-C z Thunderbolt albo USB4	dwa i więcej monitorów 4K, szybka sieć i dyski	wymaga portu Thunderbolt albo USB4 w laptopie	zespół Oli
DisplayLink	USB 3 i sterownik	działa ze starszym laptopem bez DP Alt Mode	sterownik, obciążenie procesora, opóźnienie	wyjątek, gdy laptop nie ma DP

Rodzaj stacji	Jak łączy się z laptopem	Zalety	Wady	Gdzie u nas
Mały adapter albo replikator	USB-C	lekki, do torby	brak zasilania dużej mocy, mało portów	handlowcy w terenie

Przed zakupem sprawdzamy pięć rzeczy:

- Czy port USB-C laptopa obsługuje DisplayPort Alt Mode albo USB4, bo samo USB 3 nie wyśle obrazu.
- Czy port ładuje przez USB PD i z jaką mocą.
- Ile monitorów w jakiej rozdzielczości i odświeżaniu obsługuje laptop (specyfikacja karty graficznej).
- Czy producent stacji ma listę zgodnych laptopów i wersji BIOS.
- Czy kabel w zestawie ma wymaganą przepustowość i moc.

Aktualizacje firmware stacji

> **Pojęcie: firmware stacji.** Oprogramowanie wewnątrz stacji dokującej, które steruje hubem, kontrolerem obrazu i zasilaniem. Producent poprawia w nim błędy typu „monitor gaśnie po uśpieniu" albo „ładowanie zatrzymuje się".

Narzędzie do aktualizacji dostarcza producent: bywa to osobny program, pakiet sterowników albo wpis w Windows Update, co sprawdzamy w dokumentacji konkretnej stacji. Nie ma jednej kolejności dla wszystkich producentów, więc przestrzegamy tej z not wydania, zwykle najpierw BIOS laptopa, a potem stacja. Aktualizujemy na dwóch, trzech stacjach pilotażowych, w oknie poza 6:00 w Swarzędzu i poza zamknięciem miesiąca, przy laptopie na zasilaczu i bez wyjmowania kabla w trakcie. Nieudana aktualizacja potrafi unieruchomić stację, więc zapas dwóch sztuk jest w standardzie.

Wymiana dysku i pamięci

Rozbudowa laptopa zależy od modelu. Dysk NVMe w gnieździe M.2 zwykle da się wymienić jedną śrubą, ale w niektórych cienkich modelach jest lutowany. Pamięć operacyjna bywa w trzech wariantach: moduły SODIMM do wymiany, pamięć LPDDR lutowana do płyty i nowy moduł CAMM2 [9].

> **Pojęcie: CAMM2.** Płaski, wymienny moduł pamięci dla laptopów, który zastępuje SODIMM i jest alternatywą dla lutowanej pamięci LPDDR. JEDEC ustandaryzował go 5 grudnia 2023 roku, a pierwszym laptopem z modułem LPCAMM2 był ThinkPad P1 Gen 7 z kwietnia 2024 roku [9].

Złącze M.2 na płycie głównej komputera. Warto zauważyć wycięcie w gnieździe, które pasuje tylko d



Złącze M.2 na płycie głównej komputera. Warto zauważyć wycięcie w gnieździe, które pasuje tylko do jednego rodzaju dysku, oraz miejsce na śrubę mocującą. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Wymiana wymaga kilku ostrożności:

- Wyłączamy laptop, odłączamy zasilacz i kabel stacji, a przy wewnętrznej baterii odłączamy ją zgodnie z instrukcją serwisową.
- Pracujemy z opaską antystatyczną albo przynajmniej dotykamy uziemionego metalu przed dotknięciem płyty.
- Nowy dysk podłączony do laptopa zarejestrowanego w Autopilocie dostaje system przez ponowną rejestrację, a nie przez klon dysku.
- Po wymianie płyty głównej zmienia się TPM, więc Windows zażąda klucza odzyskiwania BitLockera, a hash sprzętu w Autopilocie wymaga aktualizacji [10].

Otwarcie obudowy może wpływać na gwarancję i na kontrakt serwisowy, więc sprawdzamy to u dostawcy. Szczegóły szyfrowania dysku są na stronie BitLocker z Intune: ciche szyfrowanie i klucze odzyskiwania w Entra ID.

Cykl życia i gwarancja

Laptop biurowy przechodzi cztery etapy: zakup, wydanie, użytkowanie i wycofanie, które opisuje strona Ewidencja i utylizacja sprzętu: numer inwentarzowy, protokół i etykiety QR. Proponujemy dla Zielonej cztery lata użytkowania laptopa i trzy lata gwarancji producenta z naprawą u klienta w następnym dniu roboczym (propozycja do uzgodnienia z panem Zbigniewem). Baterię mierzymy raportem `powercfg` raz do roku i wymieniamy, gdy pojemność spadnie do około 70 procent albo gdy użytkownik zgłasza, że laptop nie wytrzymuje dnia pracy.

Wartości to nasze założenia, a prawdziwe okresy i warunki gwarancji sprawdzamy w umowie z dostawcą. Zapas to około 5 procent floty: kilka laptopów, dwie stacje i kilka zasilaczy USB-C.

Wszystkie rodzaje w jednej tabeli

Pytanie	Zwykły port USB-C	USB4	Thunderbolt 4	Thunderbolt 5
Czy ładuje laptopa	zależy od modelu	tak, przez USB PD	tak	tak, także EPR do 240 W

Pytanie	Zwykły port USB-C	USB4	Thunderbolt 4	Thunderbolt 5
Czy wysyła obraz	zależy od modelu	tak, tunelowanie	co najmniej dwa monitory 4K	więcej monitorów, wyższe odświeżanie
Czy obsługuje dysk zewnętrzny PCIe	nie	zależy od implementacji	tak, co najmniej 32 Gb/s	tak, do 64 Gb/s
Czy jest certyfikat	nie	nie	tak, Intel	tak, Intel
Kiedy kupujemy	dla pojedynczych biurek z jednym monitorem	dla większości stanowisk	dla zespołu Oli i stacji roboczych	gdy wymagają tego monitory lub dyski

W Zielonej

Standard sprzętu (propozycja)

Wspólne wymagania dla wszystkich laptopów to: Windows 11 Pro, TPM 2.0, UEFI z Secure Boot, WinRE włączone (warunki cichego szyfrowania BitLockerem opisuje strona o BitLockerze), co najmniej dwa porty USB-C, ładowanie przez USB PD, Wi-Fi 6E albo nowsze i hash sprzętu zgłoszony do Autopilota przez dostawcę [10]. Dla nowych laptopów wybieramy w Intune profil Autopilot user-driven z dołączeniem Entra joined, jak opisuje strona Rejestracja urządzeń: Entra joined, hybrid, BYOD i Autopilot.

Profil	Kto	Laptop	Stacja	Monitory
Biuro	pani Halina i księgowość	14 cali, 16 GB RAM, 512 GB NVMe	USB-C PD 100 W, dwa wyjścia obrazu	dwa po 24 do 27 cali
Zespół aplikacji	Ola i Tomek	14 do 16 cali, 32 GB RAM, 1 TB NVMe, USB4 albo Thunderbolt 4	Thunderbolt albo USB4, PD 100 W	dwa 27 cali, rozdzielczość QHD albo 4K
Zarząd	pan Zbigniew	lekki 14 cali, bateria na cały dzień	USB-C PD 100 W	jeden duży monitor
Teren	Kasia i handlowcy	lekki 14 cali, 16 GB RAM	mały adapter i zasilacz USB-C 65 W	brak

Pamięć lutowaną traktujemy jak nierozbudowywalną, więc w takim modelu kupujemy od razu 32 GB dla zespołu aplikacji. Komputery stacjonarne i terminale w magazynie opisuje strona Skanery i terminale magazynowe: kody 1D i 2D, Android i WMS, a LAPS na laptopach strona Windows LAPS z Intune: hasło lokalnego administratora w Entra ID albo AD.

Co sprawdzamy u dostawcy przy zakupie

- Specyfikację każdego portu USB-C: DisplayPort Alt Mode, USB4 albo Thunderbolt, moc ładowania.
- Moc zasilacza i stacji, z zapisem „nie mniej niż zasilacz laptopa".
- Listę zgodnych stacji i wersji BIOS w dokumentacji producenta.
- Zgłoszenie hashów sprzętu do Autopilota przy dostawie.
- Warunki gwarancji: okres, czas reakcji, naprawa u klienta, wymiana baterii w gwarancji.
- Możliwość wymiany dysku i pamięci bez utraty gwarancji.
- Kable w zestawie z deklarowaną przepustowością i mocą.

Mity i sprostowania

Obiegowa wersja	Jak jest naprawdę
Każdy port USB-C ładuje i wysyła obraz	Kształt gniazda niczego nie gwarantuje, a funkcje portu wynikają ze specyfikacji laptopa
Każdy kabel USB-C jest taki sam	Kable różnią się przepustowością od USB 2.0 do 80 Gb/s i mocą: bez e-markera nie przejdą 3 A
Thunderbolt to inna nazwa USB-C	To protokół używający tego złącza, a USB4 wywodzi się z Thunderbolta 3 [3]
Stacja o większej mocy niż zasilacz laptopa mu zaszkodzi	Laptop pobiera tyle, ile potrzebuje, a problem robi stacja za słaba
W każdym laptopie można dołożyć pamięci	W wielu cienkich modelach pamięć jest lutowana do płyty
Firmware stacji nie wymaga uwagi, skoro działa	Producenci poprawiają w nim błędy obrazu i ładowania, więc aktualizujemy w pilotażu

Oś czasu

Data	Wydarzenie
1971	IBM 3270, terminal bez własnego rozumu [11]
1975	IBM 5100, pierwszy komercyjny komputer przenośny [12]
12 sierpnia 1981	IBM ogłasza komputer osobisty 5150 [13]
1982	GRiD Compass, laptop z klapą [12]
24 lutego 2011	pierwszy Thunderbolt w MacBooku Pro [1]
11 sierpnia 2014	specyfikacja USB Type-C [2]

Data	Wydarzenie
2015	Thunderbolt 3 na złączu USB-C [1]
29 sierpnia 2019	USB4 w wersji 1.0 [3]
18 października 2022	USB4 w wersji 2.0, 80 Gb/s [3]
12 września 2023	Intel przedstawia Thunderbolt 5 [1]
5 grudnia 2023	JEDEC standaryzuje CAMM2 [9]
28 kwietnia 2026	USB-C obowiązkowe w nowych laptopach sprzedawanych w UE [4]

Wątek polski

Nie znaleźliśmy udokumentowanego polskiego wynalazku, który zmienił historię laptopów albo stacji dokujących. Polskie znaczenie ma przepis: dyrektywa 2022/2380 wymaga od 28 kwietnia 2026 roku portu USB-C w laptopach sprzedawanych w Unii, więc dotyczy także zakupów Zielonej [4].

Częste błędy

Objaw	Przyczyna	Co robimy
Laptop przy stacji się rozładowuje	stacja ma mniejszą moc niż potrzebuje laptop pod obciążeniem	sprawdzamy `BatteryStatus` i moc stacji, wymieniamy na mocniejszą
Drugi monitor nie świeci	laptop ma jeden strumień obrazu albo kabel nie niesie DisplayPort	sprawdzamy specyfikację portu i kabla, zmieniamy wejście na monitorze
Monitor gaśnie po uśpieniu	stary firmware stacji lub BIOS laptopa	aktualizujemy według not wydania, najpierw w pilotażu
Stacja Thunderbolt działa jak zwykły USB 3	laptop ma port USB-C bez Thunderbolta albo USB4	sprawdzamy `Get-PnpDevice` i oznaczenie portu
Pamięć nie daje się rozszerzyć	moduł jest lutowany	w standardzie kupujemy z zapasem pamięci
Windows żąda klucza BitLockera po wymianie podzespołu	zmienił się TPM lub konfiguracja sprzętu	odczytujemy klucz z Entra ID i rotujemy go po użyciu

□□ Ćwiczenia

1. Laptop ma zasilacz 90 W, a stacja ma 65 W. Czego oczekujemy przy pracy pod obciążeniem?

Odpowiedź

Laptop pobierze około 65 W ze stacji i brakującą moc weźmie z baterii, więc bateria będzie się rozładowywać mimo podłączonego kabla. Rozwiązanie to stacja o mocy nie mniejszej niż zasilacz laptopa, na przykład 100 W.

1. W laptopie jest port USB-C, ale monitor podłączony kablem USB-C nie działa. Jak ustalamy przyczynę?

Odpowiedź

Sprawdzamy w specyfikacji, czy port obsługuje DisplayPort Alt Mode albo USB4, i czy kabel ma tę zdolność, bo wiele portów USB-C przesyła tylko dane. Pomaga też `Get-PnpDevice` z filtrem `USB4|Thunderbolt`: brak kontrolera sugeruje port bez tych funkcji.

1. Raport baterii pokazuje pojemność projektową 57 Wh i pojemność przy pełnym naładowaniu 41 Wh. Ile procent zostało i co robimy według naszej propozycji?

Odpowiedź

41 podzielone przez 57 daje około 72 procent. To nieco powyżej progu 70 procent, więc baterię obserwujemy i wymieniamy, gdy spadnie do 70 procent albo gdy użytkownik zgłosi, że laptop nie wytrzymuje dnia pracy.

Powiązane: Dyski: HDD, SSD, SAS i NVMe, wytrzymałość i stan zdrowia, Rejestracja urządzeń: Entra joined, hybrid, BYOD i Autopilot, BitLocker z Intune: ciche szyfrowanie i klucze odzyskiwania w Entra ID, Okablowanie miedziane: kategorie, klasy, ekranowanie i długości kanału

Źródła:

1. Wikipedia, „Thunderbolt (interface)": en.wikipedia.org/wiki/Thunderbolt_(interface))
2. Wikipedia, „USB-C", złącze, styki i daty: en.wikipedia.org/wiki/USB-C
3. Wikipedia, „USB4": en.wikipedia.org/wiki/USB4
4. ComReg, „Common Charger Directive (CCD)", dyrektywa UE 2022/2380: comreg.ie
5. Intel, „Thunderbolt 5 Technology Brief" (2023): intel.com
6. Thunderbolt Laptop, „Thunderbolt 5: what it is, what it does": thunderboltlaptop.com

7. Wikipedia, „USB hardware", poziomy USB Power Delivery: en.wikipedia.org/wiki/USB_hardware
8. USB-IF, specyfikacja USB Power Delivery 3.1, zakres EPR (stan sprawdzamy w dokumentacji USB-IF): usb.org
9. Wikipedia, „CAMM (memory module)": en.wikipedia.org/wiki/CAMM_(memory_module))
10. Microsoft Learn, „Windows Autopilot motherboard replacement": learn.microsoft.com
11. Wikipedia, „IBM 3270": en.wikipedia.org/wiki/IBM_3270
12. Wikipedia, „Laptop": en.wikipedia.org/wiki/Laptop
13. Wikipedia, „IBM Personal Computer": en.wikipedia.org/wiki/IBM_Personal_Computer

---

Revision #11
Created 2026-10-03 17:41:34 UTC by Tomasz Konieczny
Updated 2026-10-26 14:23:47 UTC by Tomasz Konieczny