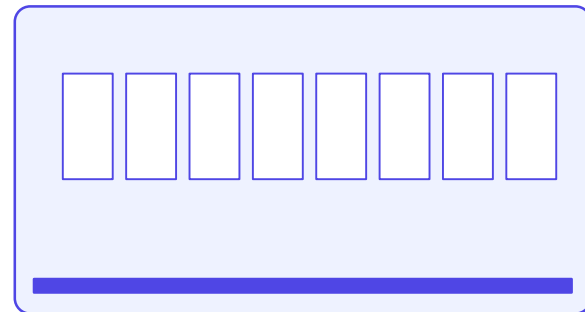


P R E Z E N T A C J A · 2 0 2 6

RAM

Pamięć, której Twój komputer nie potrafi zapomnieć

Autor: [Imię i nazwisko] · Kierunek: [np. Informatyka]



DDR5 · DIMM

Co dziś ogarniemy

01

Czym jest RAM i jak działa

02

Rodzaje: DDR, SO-DIMM, LPDDR, CAMM2, GDDR, HBM

03

Parametry: pojemność, MT/s, CL, napięcie

04

Dual channel — dlaczego ma znaczenie

05

Jak wybrać RAM do PC w 2026 — checklista

06

Przyszłość: DDR6, LPCAMM2, HBM4

Czym jest RAM?

Szybka, ulotna pamięć robocza

RAM (Random Access Memory) to pamięć operacyjna: trzyma aktualnie uruchomione programy i ich dane. Procesor sięga tam codziennie, miliony razy na sekundę.

Analogia

RAM to biurko procesora. Im większe — tym więcej rzeczy ma pod ręką. Po wyłączeniu komputera biurko jest sprzątane do zera.

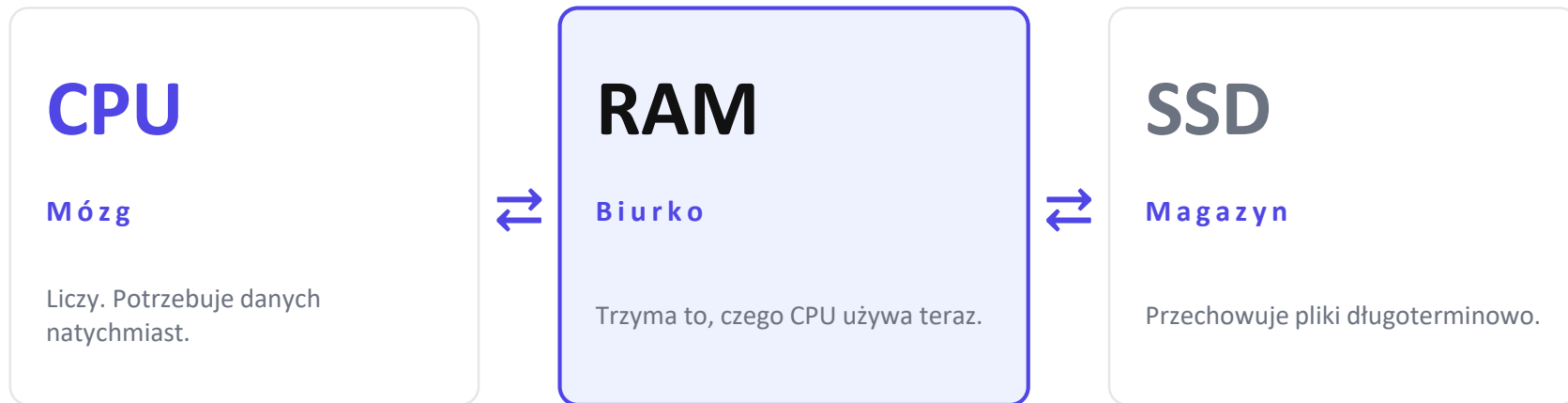
ULOTNOŚĆ

0

sekund pamięci po odcięciu zasilania

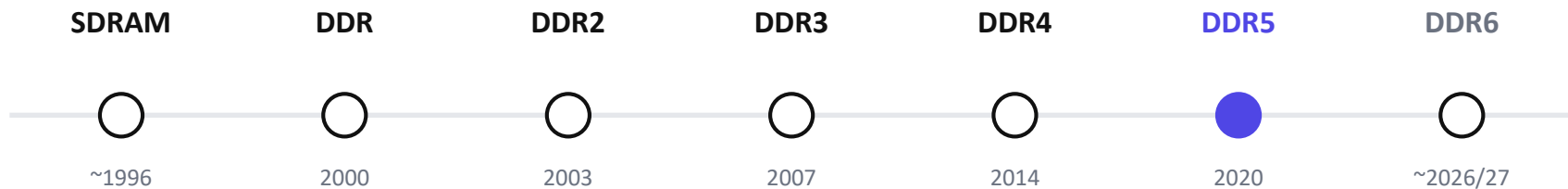
Dlatego SSD ≠ RAM — SSD pamięta, RAM zapomina.

Jak działa — w 30 sekund



Im szybszy RAM i im więcej go masz, tym rzadziej CPU musi schodzić aż do SSD — a SSD jest setki razy wolniejszy.

Krótką historia RAM



Dzisiaj: DDR5 to standard, DDR4 to legacy. DDR6 standaryzowany w JEDEC.

Rodzaje: DDR — desktop

DIMM to standardowa kość do PC. DDR4 i DDR5 nie są wymienne — różne wycięcie, różne sloty, różne płyty.

LEGACY

DDR4

Sweet-spot	3200–3600 MT/s
Napięcie	1,2 V
Platforma	AM4, LGA1200/1700
Pojemność / kość	do 32 GB

AKTUALNY

DDR5

Sweet-spot	6000–7200 MT/s
Napięcie	1,1 V
Platforma	AM5, LGA1700/1851
Pojemność / kość	16–64 GB

Rodzaje: pamięć w laptopach



SO-DIMM DDR5

Wymienna kość, mniejsza niż desktopowy DIMM. Klasyczny laptop biurowy/gamingowy.



LPDDR5 / LPDDR5X

Wlutowana, oszczędna, szybka. Ultrabooki, MacBooki, cienkie sprzęty.



CAMM2 / LPCAMM2

Nowy moduł — płaski, wymienny, szybki jak LPDDR. Przyszłość laptopów.

✂ *LPCAMM2 łączy zalety LPDDR (niskie napięcie, szybkość) z wymiennością klasycznego modułu.*

Rodzaje: GDDR i HBM

Pamięć dedykowana grafice i akceleratorom AI — montowana bezpośrednio przy GPU.

GDDR

karty graficzne

GDDR6 / GDDR6X

obecny standard (RTX 40, RX 7000)

GDDR7

nowe karty (RTX 50)

Po co

ogromna przepustowość dla tekstur i shaderów

HBM

AI i datacenter

HBM3 / HBM3E

akceleratorzy AI (H100, MI300)

HBM4

następna generacja, ~2026

Po co

setki GB/s na minimalnej powierzchni

Ile GB naprawdę potrzeba w 2026?

Profil użytkownika	Pojemność	Komentarz
Biuro / nauka / web	16 GB	komfortowe minimum
Gaming AAA 1440p	32 GB	standard, nie skąp
Kreatywka (Adobe, DaVinci)	32–64 GB	montaż 4K, Photoshop XXL
Programowanie + VM / Docker	32–64 GB	wiele kontenerów = dużo RAM
AI / ML lokalnie, duże modele	64–128 GB	plus mocne VRAM na GPU

☞ Złota zasada: jeśli się wahasz między 16 a 32 GB — bierz 32.

Częstotliwość — MT/s vs MHz

MT/s $\neq$ MHz

DDR przesyła dane dwa razy w jednym takcie zegara. Dlatego DDR5-6000 nie chodzi na 6000 MHz — zegar to 3000 MHz, a 6000 MT/s to liczba transferów na sekundę.



Wzór

$$\text{MT/s} = \text{MHz} \times 2$$

$$3000 \text{ MHz} \times 2 = 6000 \text{ MT/s} = \text{DDR5-6000}$$

Sweet-spoty 2026

AMD AM5

6000 MT/s · CL30

Intel LGA1700

6400 MT/s · CL32

Intel LGA1851

6400–7200 MT/s · CL34

DDR4 (legacy)

3200–3600 MT/s · CL16

Opóźnienia i timingi (CL, tRCD, tRP, tRAS)

Jak czytać oznaczenie typu CL30-36-36-76

CL

CAS Latency

ile cykli czeka pamięć,
zanim wystawi dane

tRCD

RAS to CAS Delay

czas między aktywacją
wiersza i kolumny

tRP

Row Precharge

czas przygotowania
nowego wiersza

tRAS

Active to Precharge

jak długo wiersz może być
aktywny

Praktyka: im niższe wartości, tym lepiej. Najważniejszy jest CL — ale liczy się też prawdziwy czas $ns = (CL \times 2000) / MT/s$.

Napięcie i profile XMP / EXPO

Po zmontowaniu nowy RAM często chodzi wolniej, niż obiecuje pudełko. Powód: domyślnie używa konserwatywnego profilu JEDEC.

XMP

Intel + Nvidia

Extreme Memory Profile — fabryczny preset szybkości

EXPO

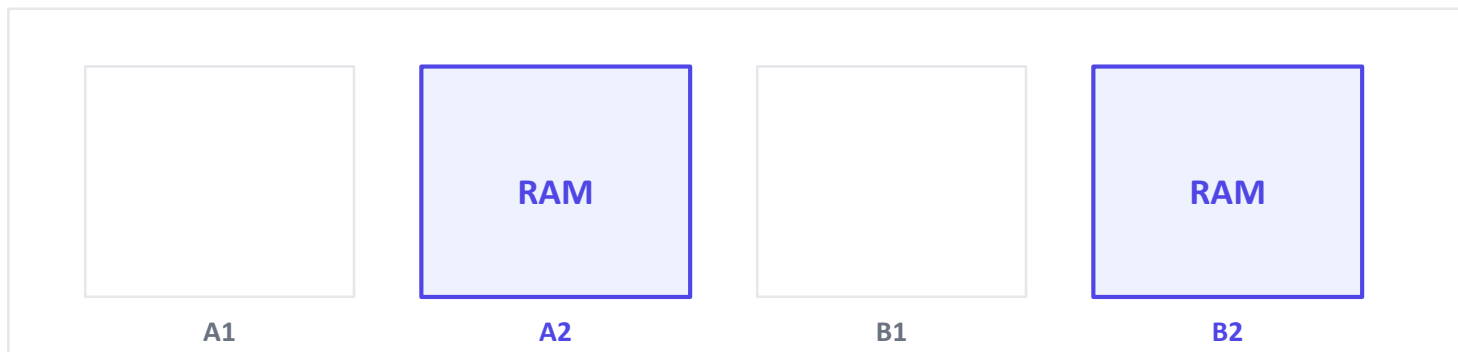
AMD Ryzen / AM5

AMD Extended Profiles for Overclocking — odpowiednik XMP

⚙️ Wejdź w BIOS → włącz XMP lub EXPO → zapisz. RAM dostaje swoje deklarowane MT/s.

Dual channel — dlaczego $2 \times 16 \text{ GB} > 1 \times 32 \text{ GB}$

Dual channel podwaja szerokość magistrali pamięci. Realnie: do +25–30% wydajności w grach z iGPU, kilka–kilkanaście procent w grach na dGPU.



✓ Dwie kości w slotach A2 i B2 = dual channel

Sprawdź manual płyty — często sloty oznaczone są kolorami.

Chłodzenie i RGB — kiedy ma sens

Radiator

Przy DDR5 6000+ MT/s i wysokim napięciu — tak. Pomaga w stabilności.

RGB

Czysta estetyka. Zero wpływu na wydajność. Bierz, jeśli lubisz.

Niski profil

Kompaktowe obudowy ITX, duże coolery CPU — szukaj low-profile.

Aktywne wiatraki na RAM

Tylko hardcore overclocking. W normalnym PC zbędne.

Jak wybrać RAM — checklista 6 kroków

01

Sprawdź płytę główną

Co obsługuje: DDR4 czy DDR5, ile slotów,
max MT/s, QVL

02

Wybierz typ

Desktop = DIMM, laptop = SO-DIMM /
CAMM2

03

Ustaw pojemność

Min. 16 GB, gaming/kreatywka 32 GB,
AI/VM 64 GB+

04

Dobierz MT/s

AM5 → 6000 / Intel → 6400–7200 /
DDR4 → 3200–3600

05

Sprawdź CL

Im niższe, tym lepiej. CL30 dla DDR5-6000
to słodki punkt

06

Kup kit dual

2 identyczne kości (2×16 / 2×32) — nigdy
losowe pojedynki

Przyszłość: co nadchodzi

DDR6

~2026–27

Następca DDR5. Pierwsze prędkości ~12 800 MT/s, niższe napięcie.

LPCAMM2

już teraz

Wymienne, szybkie, oszczędne moduły — koniec wlutowanego LPDDR.

HBM4

~2026

Następna generacja pamięci do AI. Jeszcze większa przepustowość.

MRDIMM

serwery 2026+

Multiplexed Rank DIMM — podwojona przepustowość dla serwerów.

Świat RAM nie zwalnia — co 2–3 lata mamy realnie wyższą półkę wydajności.

Quiz — sprawdź się

3 pytania. Odpowiedzi pod spodem — odsłoń po zastanowieniu.

01 Co oznacza DDR5-6000?

► Odpowiedź: Pamięć DDR5 o efektywnej przepustowości 6000 MT/s (zegar 3000 MHz $\times$ 2).

02 Co da Ci dual channel?

► Odpowiedź: Podwojoną szerokość magistrali — 2 $\times$ 16 GB jest szybsze niż 1 $\times$ 32 GB.

03 Po co XMP / EXPO?

► Odpowiedź: Włącza fabryczny profil szybkości RAM w BIOS — inaczej kość chodzi wolniej.

Podsumowanie

**RAM to nie tylko pojemność.
To szybkość, dual channel i włączone XMP / EXPO.**

⚡ Złota zasada na 2026

2× kości DDR5, 32 GB łącznie, 6000–6400 MT/s, CL30, XMP/EXPO w BIOS. Reszta to detale.

Pytania?