Nexthosting

Badanie · Serwery gier

Test wytrzymałości serwera: ile botów protokołu obsługują Vanilla, Paper, Purpur i Fabric z Lithium?

Cztery programy serwerowe dla Minecraft i trzy profile JVM, zmierzone za pomocą botów protokołu na testowej VM

TO NIE JEST OFICJALNY PRODUKT MINECRAFT. NIE ZOSTAŁ ZATWIERDZONY PRZEZ MOJANG ANI MICROSOFT ANI Z NIMI POWIĄZANY.

Rodzaj badania	Własny pomiar
Wydawca	Nexthosting
Autorstwo	Erik Friedl (ORCID: https://orcid.org/0009-0008-2784-4314), Nexthosting
Wersja	1.0.0 z dnia 22.11.2026
Okres	21.11.2026 do 22.11.2026
Próba	Przeanalizowano: 18 z 18 (przebiegi pomiarowe)
Licencja	CC BY 4.0
Wersja online	nexthosting.net/pl/badania/server-haertetest-minecraft

Treść

1	Najważniejsze wyniki	3
2	Podsumowanie	4
3	Wyniki	4
4	Metoda	10
5	Próba i okres	12
6	Ograniczenia wiarygodności wniosków	13
7	Dane i możliwość sprawdzenia	14
8	Źródła	19
9	Ujawnienie	19
10	Jak zacytować to badanie	20
11	Zmiany i korekty	20

1 Najważniejsze wyniki

80 botów

Paper z flagami Aikar

Paper w średniej z okna pomiarowego we wszystkich trzech powtórzeniach pozostawał do 80 botów poniżej z góry ustalonej granicy 50 ms p95-MSPT, w jednym z nich do 85. Przy ostrzejszej granicy średnio co najmniej 19,5 TPS wynik wynosił 80 we wszystkich trzech powtórzeniach.

Dowód: laeufe.csv, Pole kapazitaet · laeufe.csv, Pole kapazitaet_tps · Źródło [1]

75 botów

Purpur, nierozróżnialny od Paper pod względem wydajności

Purpur osiągnął od 75 do 80 botów. Zakres nakłada się na zakres Paper (od 80 do 85), dlatego ten pomiar nie wykazuje różnicy między nimi.

Dowód: laeufe.csv, Pole kapazitaet

65 botów

Fabric z Lithium

Fabric z Lithium osiągnął od 65 do 70 botów. To więcej niż Vanilla i mniej niż Paper i Purpur, a zakresy nie nakładają się w żadnym z tych kierunków.

Dowód: laeufe.csv, Pole kapazitaet

55 botów

Vanilla

Vanilla w średniej z okna pomiarowego we wszystkich trzech powtórzeniach pozostawał do 55 botów poniżej 50 ms p95-MSPT. Przy średniej z okna pomiarowego co najmniej 19,5 TPS było to tylko 50.

Dowód: laeufe.csv, Pole kapazitaet · laeufe.csv, Pole kapazitaet_tps

16,31 TPS

Sama granica MSPT nie wystarcza

Przy 55 botach Vanilla w średniej z okna pomiarowego był poniżej 50 ms p95-MSPT, ale działał tylko z od 16,31 do 17,16 ticków na sekundę zamiast 20. Dlatego to badanie podaje obok z góry ustalonej wydajności także wydajność przy co najmniej 19,5 TPS.

Dowód: daten.csv, Pole tps · Źródło [2]

80 botów

Standardowy G1 i flagi Aikar: brak udokumentowanej różnicy w wydajności

Paper ze standardowym G1 osiągnął od 80 do 85 botów, z flagami Aikar również od 80 do 85. W kwestii wydajności nie ma udokumentowanej różnicy. Dodatkowo zaobserwowano: w wartości p99 flagi Aikar leżały odrębnie niżej w 7 z 13 wspólnych stopni, standardowy G1 w żadnym. Przebiegi z Aikar leżały średnio wcześniej w kolejności, dlatego część różnicy może wynikać z dryfu w ciągu nocy pomiarowej (zob. ograniczenia).

Dowód: laeufe.csv, Pole kapazitaet · p99-aikar-g1.csv, Pole spieler · Źródło [1]

70 botów

Generational ZGC wypadł niżej

Paper z Generational ZGC osiągnął we wszystkich trzech powtórzeniach 70 botów, a więc mniej niż ze standardowym G1 lub flagami Aikar (po od 80 do 85). Dotyczy to tego profilu obciążenia, tej wielkości heapu i tej wersji Java.

Dowód: laeufe.csv, Pole kapazitaet · Źródło [3]

18 z 18 przebiegów

Wszystkie przebiegi ważne

Wszystkie 18 przebiegów spełniło z góry ustalone reguły. W średniej z jednego stopnia CPU steal osiągnął najwyżej 0,061 %, a rdzenie generatora obciążenia najwyżej 5,72 %.

Dowód: laeufe.csv, Pole lauf · daten.csv, Pole steal_pct · daten.csv, Pole cpu_bots_pct

2 Podsumowanie

> **Pytanie badawcze:** Ile jednocześnie połączonych botów protokołu obsługują Vanilla, Paper, Purpur i Fabric z Lithium na tym samym sprzęcie i jak silnie ustawienia JVM wpływają na wynik?

Obciążyliśmy Vanilla, Paper, Purpur i Fabric z Lithium w Minecraft 26.3 na tej samej maszynie wirtualnej. Boty protokołu dołączały stopniowo, aż serwer został przeciążony. Wszystkie 18 przebiegów było ważnych według z góry ustalonych reguł.

Za wydajność przyjmujemy najwyższą liczbę botów, do której czas ticku p95 w średniej z okna pomiarowego pozostawał poniżej 50 ms, i to we wszystkich trzech powtórzeniach. Paper osiągnął 80, Purpur 75, Fabric z Lithium 65, a Vanilla 55 botów. Paper i Purpur nie dają się rozróżnić przy z góry ustalonej wydajności, a w przypadku wszystkich pozostałych par programów zakresy powtórzeń nie nakładają się.

W kwestii ustawień JVM dla Paper nie wykazano udokumentowanej różnicy w wydajności między standardowym G1 a flagami Aikar. Generational ZGC wypadł poniżej, z 70 botami.

Sam czas ticku nie pokazuje każdego przeciążenia: Vanilla przy 55 botach pozostawał w średniej poniżej 50 ms p95, ale osiągał tylko od 16,31 do 17,16 ticków na sekundę zamiast 20. Dlatego obok każdej wydajności podano także wartość przy średnio co najmniej 19,5 TPS. Liczby dotyczą tej VM i tego profilu botów i nie dają się bezpośrednio przenieść na prawdziwych graczy.

3 Wyniki

Jak czytać wyniki

Z góry ustalona wydajność opiera się na czasie ticku p95. Druga wydajność wymaga natomiast, aby serwer w średniej z okna pomiarowego osiągał co najmniej 19,5 z 20 ticków na sekundę, a wszystkie

boty pozostawały połączone. Obie podają najmniejszą wartość z trzech powtórzeń. Różnica się liczy tylko wtedy, gdy zakresy powtórzeń nie nakładają się.

Wydajność programów

Najwyższa liczba botów przy średniej z okna pomiarowego poniżej 50 ms p95-MSPT we wszystkich trzech powtórzeniach, wszystkie z flagami Aikar.



Wydajność programów przy co najmniej 19,5 TPS

Dodane po fakcie: najwyższa liczba botów przy średnio co najmniej 19,5 TPS we wszystkich trzech powtórzeniach.



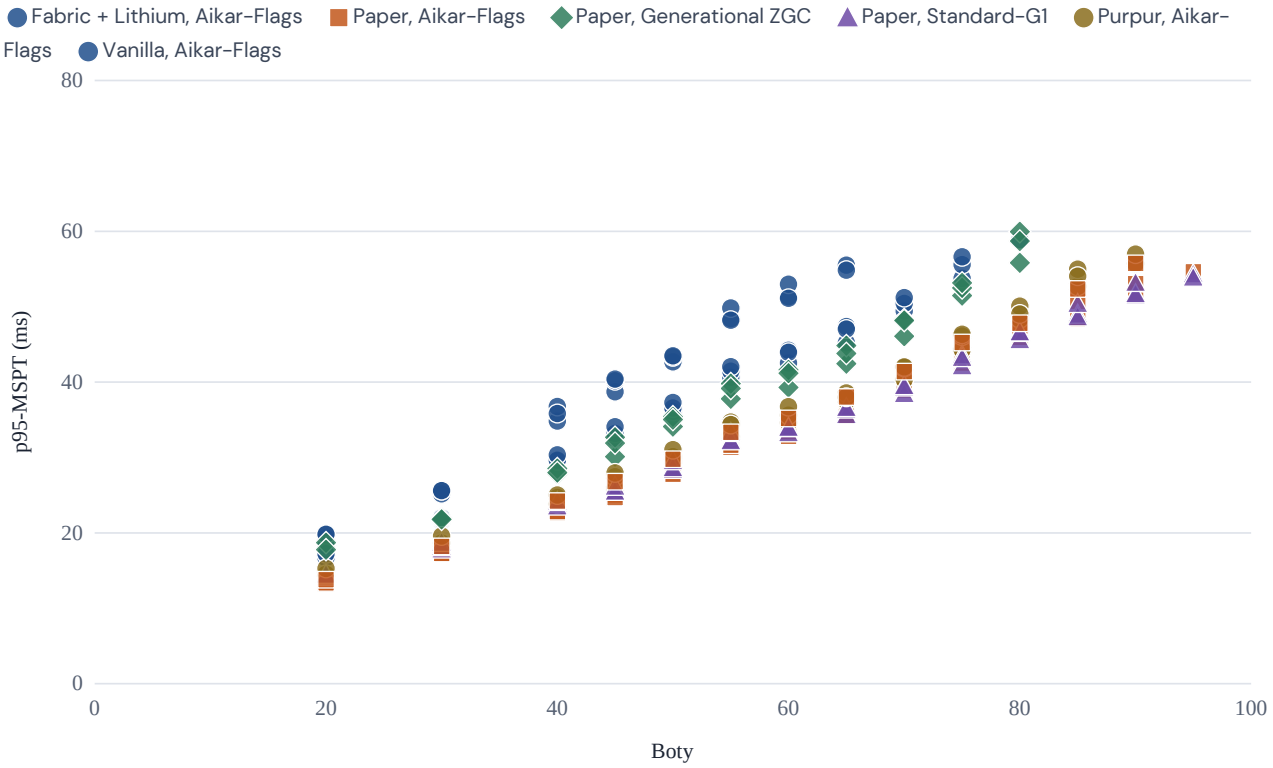
Wydajność Paper według profilu JVM

Najwyższa liczba botów przy średniej z okna pomiarowego poniżej 50 ms p95-MSPT we wszystkich trzech powtórzeniach.



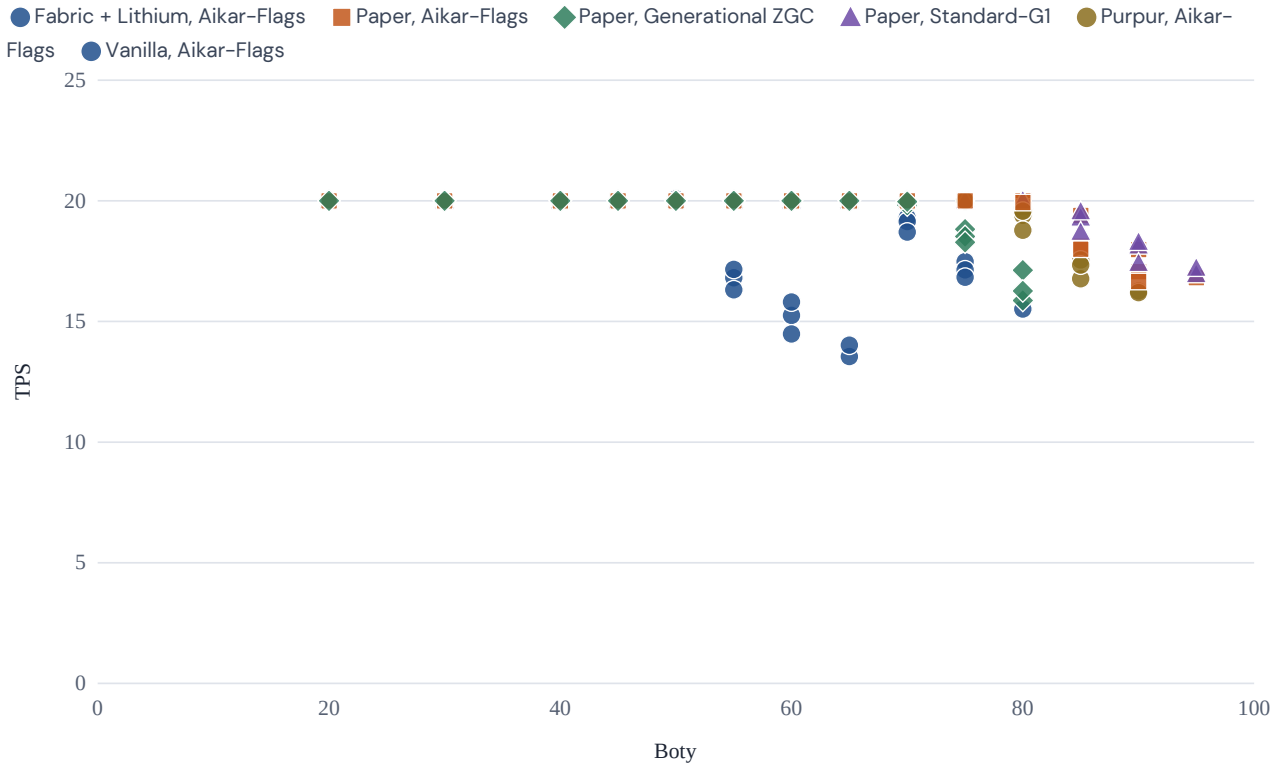
Czas ticku p95 na stopień

Każdy punkt to jeden stopień jednego przebiegu, przedstawiony jako średnia z okna pomiarowego. Granica 50 ms dotyczy tej średniej.



Rzeczywista częstotliwość taktu na stopień

Każdy punkt to jeden stopień jednego przebiegu. Celem jest 20 ticków na sekundę.



Wszystkie kombinacje

Kombinacja	Wydajność	Najwyższy przebieg	Przy 19,5 TPS	Najwyższy przebieg (TPS)	p95 przy 50, min	p95 przy 50, max	p99 przy 50, m
Paper, Aikar-Flags	80	85	80	80	27,8 ms	29,8 ms	31,2
Paper, Standard-G1	80	85	80	85	28,3 ms	29,5 ms	34,4
Purpur, Aikar-Flags	75	80	75	80	29,4 ms	31,0 ms	33,2
Paper, Generational ZGC	70	70	70	70	34,1 ms	35,4 ms	39,9
Fabric + Lithium, Aikar-Flags	65	70	65	65	36,1 ms	37,3 ms	43,4
Vanilla, Aikar-Flags	55	55	50	50	42,7 ms	43,5 ms	50,2

Wszystkie 18 przebiegów

Nr	Kombinacja	Powt.	Wydajność	TPS tam	Przy 19,5 TPS	Ważny
1	Paper, Aikar-Flags	2	85	19,40	80	Ja
2	Paper, Aikar-Flags	1	80	19,74	80	Ja
3	Paper, Generational ZGC	1	70	20,00	70	Ja
4	Purpur, Aikar-Flags	1	80	19,40	75	Ja
5	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	2	70	19,30	65	Ja
6	Purpur, Aikar-Flags	2	75	20,00	75	Ja
7	Paper, Standard-G1	2	85	19,30	80	Ja
8	Vanilla, Aikar-Flags	3	55	16,81	50	Ja
9	Vanilla, Aikar-Flags	1	55	16,31	50	Ja
10	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	3	65	20,00	65	Ja
11	Paper, Standard-G1	3	85	19,56	85	Ja
12	Vanilla, Aikar-Flags	2	55	17,16	50	Ja
13	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	1	65	20,01	65	Ja
14	Paper, Standard-G1	1	80	20,01	80	Ja
15	Paper, Generational ZGC	3	70	19,82	70	Ja
16	Purpur, Aikar-Flags	3	80	19,57	80	Ja
17	Paper, Aikar-Flags	3	80	19,93	80	Ja
18	Paper, Generational ZGC	2	70	19,97	70	Ja

Porównania parami

Różnicę uznaje się za udokumentowaną, gdy zakresy trzech powtórzeń nie nakładają się.

Wskaźnik	A	A min	A max	B	B min	B max	Udokumentowana
kapazitaet_p95	Vanilla, Aikar-Flags	55,0	55,0	Paper, Aikar-Flags	80,0	85,0	Ja
kapazitaet_tps	Vanilla, Aikar-Flags	50,0	50,0	Paper, Aikar-Flags	80,0	80,0	Ja
p95_bei_50	Vanilla, Aikar-Flags	42,7	43,5	Paper, Aikar-Flags	27,8	29,8	Ja
p99_bei_50	Vanilla, Aikar-Flags	50,2	55,1	Paper, Aikar-Flags	31,2	33,4	Ja
kapazitaet_p95	Vanilla, Aikar-Flags	55,0	55,0	Purpur, Aikar-Flags	75,0	80,0	Ja
kapazitaet_tps	Vanilla, Aikar-Flags	50,0	50,0	Purpur, Aikar-Flags	75,0	80,0	Ja
p95_bei_50	Vanilla, Aikar-Flags	42,7	43,5	Purpur, Aikar-Flags	29,4	31,0	Ja
p99_bei_50	Vanilla, Aikar-Flags	50,2	55,1	Purpur, Aikar-Flags	33,2	35,0	Ja
kapazitaet_p95	Vanilla, Aikar-Flags	55,0	55,0	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	65,0	70,0	Ja
kapazitaet_tps	Vanilla, Aikar-Flags	50,0	50,0	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	65,0	65,0	Ja
p95_bei_50	Vanilla, Aikar-Flags	42,7	43,5	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	36,1	37,3	Ja
p99_bei_50	Vanilla, Aikar-Flags	50,2	55,1	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	43,4	45,0	Ja
kapazitaet_p95	Paper, Aikar-Flags	80,0	85,0	Purpur, Aikar-Flags	75,0	80,0	Nein
kapazitaet_tps	Paper, Aikar-Flags	80,0	80,0	Purpur, Aikar-Flags	75,0	80,0	Nein
p95_bei_50	Paper, Aikar-Flags	27,8	29,8	Purpur, Aikar-Flags	29,4	31,0	Nein
p99_bei_50	Paper, Aikar-Flags	31,2	33,4	Purpur, Aikar-Flags	33,2	35,0	Nein
kapazitaet_p95	Paper, Aikar-Flags	80,0	85,0	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	65,0	70,0	Ja
kapazitaet_tps	Paper, Aikar-Flags	80,0	80,0	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	65,0	65,0	Ja
p95_bei_50	Paper, Aikar-Flags	27,8	29,8	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	36,1	37,3	Ja
p99_bei_50	Paper, Aikar-Flags	31,2	33,4	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	43,4	45,0	Ja
kapazitaet_p95	Purpur, Aikar-Flags	75,0	80,0	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	65,0	70,0	Ja
kapazitaet_tps	Purpur, Aikar-Flags	75,0	80,0	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	65,0	65,0	Ja
p95_bei_50	Purpur, Aikar-Flags	29,4	31,0	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	36,1	37,3	Ja
p99_bei_50	Purpur, Aikar-Flags	33,2	35,0	Fabric + Lithium, Aikar-Flags	43,4	45,0	Ja
kapazitaet_p95	Paper, Aikar-Flags	80,0	85,0	Paper, Standard-G1	80,0	85,0	Nein
kapazitaet_tps	Paper, Aikar-Flags	80,0	80,0	Paper, Standard-G1	80,0	85,0	Nein
p95_bei_50	Paper, Aikar-Flags	27,8	29,8	Paper, Standard-G1	28,3	29,5	Nein
p99_bei_50	Paper, Aikar-Flags	31,2	33,4	Paper, Standard-G1	34,4	36,1	Ja
kapazitaet_p95	Paper, Aikar-Flags	80,0	85,0	Paper, Generational ZGC	70,0	70,0	Ja

Wskaźnik	A	A min	A max	B	B min	B max	Udokumentowana
kapazitaet_tps	Paper, Aikar-Flags	80,0	80,0	Paper, Generational ZGC	70,0	70,0	Ja
p95_bei_50	Paper, Aikar-Flags	27,8	29,8	Paper, Generational ZGC	34,1	35,4	Ja
p99_bei_50	Paper, Aikar-Flags	31,2	33,4	Paper, Generational ZGC	39,9	40,3	Ja
kapazitaet_p95	Paper, Standard-G1	80,0	85,0	Paper, Generational ZGC	70,0	70,0	Ja
kapazitaet_tps	Paper, Standard-G1	80,0	85,0	Paper, Generational ZGC	70,0	70,0	Ja
p95_bei_50	Paper, Standard-G1	28,3	29,5	Paper, Generational ZGC	34,1	35,4	Ja
p99_bei_50	Paper, Standard-G1	34,4	36,1	Paper, Generational ZGC	39,9	40,3	Ja

4 Metoda

1 **Ustalenie programów**

Wszystkie programy działały na Minecraft 26.3. Java, programy serwerowe i Lithium zostały sprawdzone z opublikowaną sumą kontrolną. Dla startera Fabric nie ma opublikowanej sumy kontrolnej, dlatego zapisano tam własną wartość SHA-256. Pliki server.properties były takie same dla wszystkich programów, pozostałe ustawienia pozostały przy wartościach domyślnych danego programu. Jedyna dalsza zmiana dotyczy Paper i Purpur: ograniczenie połączeń na adres IP zostało wyłączone, ponieważ wszystkie boty pochodzą z tego samego adresu loopback. Lithium opisuje siebie jako mod optymalizujący, który nie ma zmieniać mechaniki gry (źródło 4), a Purpur jako bezpośredni zamiennik Paper (źródło 5).

2 **Jeden wspólny świat**

Niezmieniony serwer Vanilla wygenerował jednorazowo z seedem 20261121 świat z 31.329 w pełni wygenerowanymi chunkami. Każdy przebieg startował od świeżej kopii tego świata.

3 **Rozdzielone rdzenie**

Serwer był przypięty do rdzeni od 0 do 3, generator obciążenia do rdzeni od 4 do 6. Skrypt pomiarowy nie był przypięty do żadnego rdzenia. W trakcie pomiaru dane surowe były co 15 minut pakowane z najniższym priorytetem na rdzeniu 7. Wpis messung: 7 w plan.json nie został zrealizowany jako przypięcie do rdzenia. Serwer i RCON były dostępne tylko pod adresem loopback, a online-mode=false ustawiono wyłącznie w tym izolowanym układzie. EULA Minecraft dla tych serwerów testowych zaakceptował Erik Friedl.

4 **Boty protokołu**

Własny, lekki klient komunikuje się prawdziwym protokołem sieciowym wersji 26.3: logowanie, konfiguracja, faza gry, keep-alive i potwierdzenia teleportacji. Potwierdzenia chunków klient wysyła, gdy rozpozna komunikat chunk batch. Miało to miejsce w przypadku Vanilla i Fabric, a w przypadku Paper i Purpur nie naliczył takiego komunikatu w żadnym przebiegu. Baza danych protokołu używana przez mineflayer w momencie pomiaru nie zawierała jeszcze wersji 26.3. Każdy bot ma stały seed, wysyła z docelowym taktem 20 pakietów pozycji na sekundę i porusza się z prędkością chodzenia (0,2158 bloku na takt) między losowymi punktami trasy. Po sześć botów tworzy grupę, grupy są oddalone o 256 bloków. Boty latają w trybie kreatywnym na wysokości 120.

5 **Stopnie i okno pomiarowe**

Stopnie wynosiły 20, 30 i 40 botów, a potem rosły w krokach po pięć botów. Po dołączeniu następowało 60 sekund czasu wstępnego i 120 sekund okna pomiarowego z jedną próbką co 5 sekund. Przebieg kończył się po dwóch stopniach powyżej granicy lub poniżej 15 TPS.

6 **Wielkości mierzone**

MSPT p50, p95 i p99 pochodziły we wszystkich programach z polecenia /tick query przez RCON, które analizuje ostatnie 100 ticków. Wartość stopnia jest średnią tych bloków w oknie pomiarowym. TPS obliczono z postępu czasu gry. Do tego doszły RAM procesu Java, CPU na grupę rdzeni, CPU steal i liczba botów potwierdzona przez listę graczy.

7 **Przebiegi wstępne przed planem**

Przed ustaleniem planu odbyły się dwa przebiegi pilotażowe (Paper, Vanilla) i krótkie przebiegi próbne wszystkich kombinacji. Następnie ustalono siatkę stopni i czasy pomiaru, a granica 50 ms była znana już wcześniej. Przebiegi wstępne nie wchodzą do analizy.

8 **Ważność**

Ustalone z góry: CPU steal poniżej 2 %, generator obciążenia poniżej 70 % CPU i poniżej 20 ms opóźnienia timerów (p99), kompletne próbki, wszystkie boty połączone, dopóki serwer nie jest przeciążony, oraz dwa próbkowe boty wykazalnie poruszają się w oknie pomiarowym. Nieważne przebiegi zostałyby powtórzone, takich nie było.

9 **Wydajność i różnice**

Ustalone z góry: wydajność przebiegu to najwyższy stopień, do którego wszystkie stopnie w średniej z okna pomiarowego pozostają poniżej 50 ms p95-MSPT i wszystkie boty są połączone. Wydajność kombinacji to najmniejsza wartość z jej trzech przebiegów. Różnica obowiązuje tylko wtedy, gdy zakresy powtórzeń nie nakładają się.

10 Uzupełnienie po fakcie

Po pomiarze okazało się, że częstotliwość taktu częściowo spadała poniżej 20 TPS, podczas gdy czas ticku p95 w średniej był jeszcze poniżej 50 ms. Dlatego dodatkowo oceniono wydajność przy co najmniej 19,5 TPS oraz wskaźniki przy 50 botach. Stopień 50 jest najwyższym, w którym wszystkie kombinacje w średniej z okna pomiarowego osiągały jeszcze co najmniej 19,5 TPS. Te analizy nie były ustalone z góry i są tak oznaczone w danych.

Układ pomiarowy

Wersja gry	Minecraft 26.3 (protokół 777)
Vanilla	26.3
Paper	26.3, build 257
Purpur	26.3, build 2660
Fabric	Loader 0.20.1, Installer 1.1.2
Lithium	0.26.4 dla 26.3
Java	Temurin 25.0.5.1+2
Heap	10 GB (Xms równe Xmx)
Profil JVM standardowy G1	-XX:+UseG1GC
Profil JVM flagi Aikar	Flagi według dokumentacji PaperMC
Profil JVM Generational ZGC	-XX:+UseZGC
Maszyna wirtualna	8 vCPU pod KVM, 31,3 GiB RAM, 100 GiB wirtualnego dysku, Debian 12
Zgłaszany procesor	QEMU Virtual CPU, AuthenticAMD; fizycznego modelu nie da się ustalić z poziomu VM
Rdzenie	Serwer 0 do 3, boty 4 do 6, kopia zapasowa 7, skrypt pomiarowy nieprzypięty
Zasięg widzenia	10 chunków, zasięg symulacji 10 chunków
Tryb gry	Kreatywny, poziom trudności normalny
Okres pomiaru	21.11.2026, 20:12 UTC do 22.11.2026, 06:59 UTC

5 Próba i okres

Okres	21.11.2026 do 22.11.2026
Zbiór wszystkich pozycji objętych badaniem	18 przebiegi pomiarowe
Przeanalizowano	18 przebiegi pomiarowe

Dobór	Sześć kombinacji programu i profilu JVM, każda w trzech powtórzeniach, w z góry ustalonej losowej kolejności.

6 Ograniczenia wiarygodności wniosków

Boty nie są graczami. Boty latają, nie budują, nie walczą, nie piszą na czacie, nie korzystają z ekwipunku i nie uruchamiają układów redstone. Prawdziwi gracze generują inne obciążenie. Bezwzględnych liczb botów nie da się dlatego przenieść na prawdziwy serwer. Świat był wygenerowany wcześniej, a boty nie opuszczały tego obszaru. Obciążenie związane z generowaniem nowych chunków nie jest więc uwzględnione.

Jedna VM. Pomiar przeprowadzono na jednej maszynie wirtualnej z czterema rdzeniami dla serwera. Na innym sprzęcie wartości wypadną inaczej, także odstępy między programami mogą się zmienić.

Jeden profil testowy. Był jeden świat, jeden seed, jeden profil ruchu i poza Lithium żadnych modów ani pluginów. Programów nie optymalizowano indywidualnie. Przy dostosowanej konfiguracji lub innym obciążeniu kolejność może wyglądać inaczej. Zmiana dnia i nocy była uwzględniona. Ponieważ wszystkie przebiegi podążają za tym samym harmonogramem, określone stopnie zawsze przypadają na noc. Wpływ ten nie został w tym pomiarze oddzielnie zarejestrowany.

Różna konfiguracja domyślna. Konfiguracja domyślna Paper i Purpur zawiera ustawienie entity-activation-range (zwierzęta i potwory 32 bloki), którego brakuje w szablonach Vanilla i Fabric. Czy wszystkie programy wykonały tę samą pracę symulacyjną, nie zostało sprawdzone, liczb encji nie rejestrowano.

MSPT i TPS się rozjeżdżają. W przypadku Vanilla czas ticku p95 przy 55 botach w średniej z okna pomiarowego był poniżej 50 ms, ale częstotliwość taktu wynosiła od 16,31 do 17,16 TPS. Przyczyny nie zbadano. Dlatego w przypadku Vanilla z góry ustalona wydajność jest o 5 botów wyższa niż wartość przy co najmniej 19,5 TPS. W pięciu pozostałych kombinacjach obie najmniejsze wartości są zgodne.

Średnie zamiast wartości pojedynczych. Granica 50 ms dotyczy średniej z bloków po 100 ticków w oknie pomiarowym. W 13 z 18 przebiegów w stopniu wydajności co najmniej jeden pojedynczy blok wynosił 50 ms lub więcej, najwyżej 54,2 ms. Również granica 19,5 TPS dotyczy średniej z okna pomiarowego. W stopniach wydajności przy co najmniej 19,5 TPS pojedyncze 5-sekundowe próbki leżały poniżej, najniżej przy 17,62 TPS (Vanilla, 50 botów).

Dryf w ciągu nocy pomiarowej. Przy takiej samej liczbie botów czas ticku p95 rósł wraz z pozycją w kolejności przebiegów, przy 50 botach o około 0,11 ms na przebieg (oceniono po fakcie). Przyczyny nie zbadano w tym pomiarze. Kolejność była losowa, ale nie zrównoważona w blokach, dlatego rozrzut powtórzeń zawiera także ten efekt.

Wskaźniki dodane po fakcie. Wydajność przy co najmniej 19,5 TPS, stopień porównawczy z 50 botami i porównanie p99 między flagami Aikar a standardowym G1 zostały wybrane dopiero po zapoznaniu się z danymi. Są to uzupełniające obserwacje, a nie z góry ustalone testy.

Gruba siatka, trzy powtórzenia. Stopnie w istotnym zakresie są oddalone o pięć botów, mniejsze różnice nie są mierzalne. Trzy powtórzenia na kombinację pokazują rozrzut tylko z grubsza. Testu statystycznego nie obliczono.

Wartości RAM nieporównywalne. Flagi Aikar zawierają AlwaysPreTouch, które rezerwuje pamięć już przy starcie (źródło 1). Zmierzona pamięć robocza zależy więc od ustawienia JVM i nie pokazuje zapotrzebowania programu. To badanie nie wypowiada się o tym, który program potrzebuje mniej RAM.

Porównanie JVM tylko dla Paper. Trzy profile JVM zmierzono tylko z Paper, heapem 10 GB i Java 25. Porównanie programów przeprowadzono tylko z flagami Aikar. Obu wyników nie da się bez zastrzeżeń przenieść na inne kombinacje.

Zdjęcie chwili. Wyniki dotyczą wymienionych wersji i buildów. Późniejsze wersje mogą zachowywać się inaczej.

7 Dane i możliwość sprawdzenia

Aby powtórzyć pomiar, potrzebna jest maszyna z systemem Linux z ośmioma rdzeniami i około 32 GB RAM, jak tutaj, oraz Node.js i Python 3. Skrypty oczekują katalogu roboczego /root/studien/haertetest, pobierają Java i te same wersje programów, dopóki te pliki są dostępne, sprawdzają sumy kontrolne, generują świat i wykonują plan pomiarów. Seed, kolejność, stopnie i reguły znajdują się w plan.json. Inny sprzęt, inne buildy lub inne obciążenie systemu gospodarza prowadzą do innych wartości bezwzględnych.

Plik	Rozmiar	SHA-256
daten.csv Wartości pomiarowe na stopień (CSV)	35,6 KB	a2c2bfdfcc8ddfce2f6eac4044c15aeb ed57f4d0fab95b8a48af72c47e2f9e9e
daten.json Wartości pomiarowe na stopień (JSON)	94,6 KB	f798d400aba35617cf30f8c0cd2ad07c f6aace6e19e02300a0a1b822c6ac980e
laeufe.csv Wynik na przebieg	2,7 KB	3a7f0af91987e982f8e95f97c60ef833 0ea9ba8a9f4688e76c64f8514b3486d1
zusammenfassung.csv Wynik na kombinację	1,1 KB	8ba8269c39e20d767c2a8c87dfb805fd 0d937bb59bd448680f23401f0e66bd88
vergleiche.csv Porównania parami	4,7 KB	99575f03f6a3f2075bcd20426a18e86d 6d14ad5410618ebb101050c3fabcda9d
p99-aikar-g1.csv p99 flagi Aikar i standardowy G1	0,5 KB	4d0b6c017068a81642cddc339b1623f2 71d5d543abaf0ea9e4722152907e64ac

Plik	Rozmiar	SHA-256
proben.csv Pojedyncze próbki	517,9 KB	7fa08cf87e94c1e58c680ae9cec668ba 6d56da228bda6be08849d8232db27c33
plan.json Plan pomiarów	5,9 KB	cc335b804f52374f6c77afda5c55dd19 dbf5fa03d595c8f3a9bb72cedd569192
messprotokoll.txt Protokół pomiaru	8,1 KB	f234fa1d0a16b312777dd0b93fb12f0e b13161fbdbb13125501e034837705a64
herkunft.txt Pochodzenie programów	1,4 KB	5f9e921b1c4fe697d2e676b7b5777eee ae784a4c4418b211230e7ac333bb676d
liesmich.txt Readme	1,4 KB	8a444fae54933207d6f896459ac23511 c541a656d0fc2da2a26b2f69091f0935
01-einrichten.sh Konfiguracja	3,4 KB	27627241f4e7964be26e9b3ac2b3c1de 74482e323348569f6e7ba6e9290b7ea9
02-vorlagen.py Świat i szablony	4,1 KB	fc70d06d68b18d70425e0987794f06da 257659424a168433c2048577258d4cd5
03-plan.py Plan pomiarów	3,5 KB	773d40d0d4dd1323c748a8c383ecf1ff b0fb91299cbea545f21144dfa083a034
gemeinsam.py Wspólne elementy	5,3 KB	da16b51f5b78fd55c070c1eaa9b43485 cd7fd1654ce8c47e71df87b26bcb7e20
messlauf.py Przebieg pomiarowy	10,9 KB	395ec326a334855d03a333879da16f90 0730d0307f06065f078f79af8de21637
hauptlauf.py Pomiar główny	4,6 KB	7b1602088aba30734e706e35ab894d4c 918a91eec8b0846a68a2ee392c6cec2f
bots.mjs Generator obciążenia	14,3 KB	6fa44c58b3c56a31fb77fb19602cc06a ab93f08e8e8984a40bb95f2ad1064a10
welt-pruefen.py Kontrola świata	1,5 KB	e0bb7dcc1e2327e9b916355b3e3dba55 2751a2f6c13989ffd07f10c234c0940e
auswertung.mjs Analiza	10,0 KB	42dc3452a2061bad7ede2d84610cdf8c 8ef3adb5e7c6c7b8593c502aa2b85a33
baue-studie.mjs Budowa badania	39,2 KB	c0e76feab583afa11baf3bbce105203f 4a3ebcf57e66adf44380bb7854a8b90b

Pola w plikach z danymi

Pole	Jednostka	Znaczenie
lauf		Identyfikator przebiegu pomiarowego wraz z pozycją w losowej kolejności
kombination		Identyfikator z programu i profilu JVM
anzeige		Czytelna nazwa kombinacji

Pole	Jednostka	Znaczenie
programm		Program serwerowy
jvm		Profil JVM
wiederholung		Numer powtórzenia, od 1 do 3
versuch		Próba w ramach powtórzenia, 1 oznacza pierwszą
reihenfolge		Pozycja w ustalonej losowej kolejności
gueltig		Przebieg spełnia wszystkie z góry ustalone reguły ważności
lauf_gueltig		Powiązany przebieg jest ważny
spieler	Bots	Docelowa liczba botów w tym stopniu
spieler_min	Bots	Najmniejsza liczba botów potwierdzona przez listę graczy w oknie pomiarowym
spieler_verbunden	Bots	Liczba botów potwierdzona przez listę graczy w tej próbce
unter_grenze		p95-MSPT w średniej z okna pomiarowego poniżej 50 ms i wszystkie boty połączone
p50_ms	ms	Mediana czasu ticku; w stopniach średnia z bloków po 100 ticków
p95_ms	ms	95. percentyl czasu ticku; w stopniach średnia z bloków po 100 ticków
p95_max_ms	ms	Najwyższa wartość p95 bloku po 100 ticków w oknie pomiarowym
p99_ms	ms	99. percentyl czasu ticku; w stopniach średnia z bloków po 100 ticków
mspt_mittel_ms	ms	Średni czas ticku według /tick query
tps	Ticks/s	Rzeczywista częstotliwość taktu z postępu czasu gry; w stopniach średnia z okna pomiarowego
tps_min	Ticks/s	Najniższa częstotliwość taktu 5-sekundowej próbki w oknie pomiarowym
ram_gb	GiB	Zajęta pamięć robocza procesu Java (RSS)
cpu_server_pct	%	Średnie obciążenie czterech rdzeni serwera
cpu_bots_pct	%	Średnie obciążenie trzech rdzeni generatora obciążenia
steal_pct	%	CPU steal na wszystkich ośmiu rdzeniach
bots_verzug_p99_ms	ms	Najwyższe opóźnienie p99 timerów w generatorze obciążenia

Pole	Jednostka	Znaczenie
getrennt	Bots	Boty nieoczekiwanie rozłączone do tego stopnia
proben		Liczba 5-sekundowych próbek w oknie pomiarowym
zeit_unix	s	Moment próbki jako czas Unix
erste_ueberlast	Bots	Pierwszy stopień, którego średnie p95-MSPT leży powyżej granicy 50 ms
kapazitaet	Bots	Z góry ustalona wydajność; w zestawieniu najmniejsza wartość z trzech przebiegów
tps_bei_kapazitaet	Ticks/s	Średnia częstotliwość taktu w stopniu wydajności
kapazitaet_tps	Bots	Najwyższy stopień, do którego wszystkie stopnie w średniej z okna pomiarowego utrzymywały co najmniej 19,5 TPS; w zestawieniu najmniejsza wartość
kapazitaet_tps_190	Bots	Jak kapazitaet_tps, z 19,0 TPS jako granicą
kapazitaet_tps_198	Bots	Jak kapazitaet_tps, z 19,8 TPS jako granicą
p95_bei_50_ms	ms	p95-MSPT w stopniu z 50 botami
p99_bei_50_ms	ms	p99-MSPT w stopniu z 50 botami
tps_bei_50	Ticks/s	Częstotliwość taktu w stopniu z 50 botami
stufen_gemessen		Liczba zmierzonych stopni przebiegu
ungueltig_grund		Powód w przypadku nieważnych przebiegów, w przeciwnym razie puste
im_programmvergleich		Kombinacja należy do porównania programów
im_jvm_vergleich		Kombinacja należy do porównania profili JVM
laeufe_gueltig		Ważne przebiegi kombinacji
laeufe_ungueltig		Nieważne przebiegi kombinacji
kapazitaet_median	Bots	Mediana wydajności z przebiegów
kapazitaet_max	Bots	Największa wartość wydajności z przebiegów
kapazitaet_tps_median	Bots	Mediana kapazitaet_tps
kapazitaet_tps_max	Bots	Największa wartość kapazitaet_tps
tps_bei_kapazitaet_min	Ticks/s	Najniższa częstotliwość taktu przy wydajności z przebiegów
p95_bei_50_min_ms	ms	Najmniejsza wartość p95 przy 50 botach
p95_bei_50_max_ms	ms	Największa wartość p95 przy 50 botach

Pole	Jednostka	Znaczenie
p99_bei_50_min_ms	ms	Najmniejsza wartość p99 przy 50 botach
p99_bei_50_max_ms	ms	Największa wartość p99 przy 50 botach
ram_bei_50_gb	GiB	Średni RSS przy 50 botach
cpu_bei_50_pct	%	Średnie obciążenie rdzeni serwera przy 50 botach
vergleich		Porównanie programów lub porównanie JVM
kennzahl		Porównywany wskaźnik
regel		Czy wskaźnik został ustalony z góry, czy dodany po fakcie
a		Pierwsza kombinacja
a_min		Najmniejsza wartość pierwszej kombinacji
a_max		Największa wartość pierwszej kombinacji
b		Druga kombinacja
b_min		Najmniejsza wartość drugiej kombinacji
b_max		Największa wartość drugiej kombinacji
unterschied_belegt		Zakresy powtórzeń nie nakładają się
besser		Kombinacja z korzystniejszą wartością, tylko przy udokumentowanej różnicy
aikar_min	ms	Najmniejsza wartość p99 z flagami Aikar w stopniu
aikar_max	ms	Największa wartość p99 z flagami Aikar w stopniu
g1_min	ms	Najmniejsza wartość p99 ze standardowym G1 w stopniu
g1_max	ms	Największa wartość p99 ze standardowym G1 w stopniu
aikar_niedriger		Wszystkie trzy wartości Aikar leżą poniżej wszystkich trzech wartości G1
g1_niedriger		Wszystkie trzy wartości G1 leżą poniżej wszystkich trzech wartości Aikar

8 Źródła

[1] PaperMC (2026): Aikar's flags.
https://docs.papermc.io/paper/aikars-flags/
Pobrano dnia 21.11.2026

[2] Minecraft Wiki (2026): Commands/tick.
https://minecraft.wiki/w/Commands/tick
Pobrano dnia 21.11.2026

[3] OpenJDK: JEP 490: ZGC: Remove the Non-Generational Mode.
https://openjdk.org/jeps/490
Pobrano dnia 21.11.2026

[4] Lithium-Projekt auf Modrinth (2026): Lithium.
https://modrinth.com/mod/lithium
Pobrano dnia 21.11.2026

[5] PurpurMC: Purpur Documentation.
https://purpurmc.org/docs/purpur/
Pobrano dnia 21.11.2026

9 Ujawnienie

Własny interes

Nexthosting samo sprzedaje serwery gier, w tym serwery dla Minecraft, i dlatego ma interes gospodarczy w tym temacie. Żaden z testowanych programów nie pochodzi od Nexthosting. Pomiar przeprowadzono na testowej VM zamówionej przez Nexthosting. Badanie nie ocenia ofert dostawców hostingu. Za to badanie odpowiada Nexthosting, kontakt: support@nexthosting.net.

Autorstwo

Erik Friedl, Nexthosting. Wydawcą jest Nexthosting.

Licencja

CC BY 4.0: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl

10 Jak zacytować to badanie

APA

Friedl, E. & Nexthosting. (2026). Test wytrzymałości serwera: ile botów protokołu obsługują Vanilla, Paper, Purpur i Fabric z Lithium? (Wersja 1.0.0) [Raport]. Nexthosting. https://nexthosting.net/pl/badania/server-haertetest-minecraft

BibTeX

```
@techreport{nexthosting2026serverhaertetestminecraft,
  author     = {Erik Friedl and {Nexthosting}},
  title      = {Test wytrzymałości serwera: ile botów protokołu obsługują Vanilla, Paper, Purpur i Fabric z
Lithium?},
  institution= {Nexthosting},
  type       = {Badanie},
  year       = {2026},
  version    = {1.0.0},
  url        = {https://nexthosting.net/pl/badania/server-haertetest-minecraft},
  urldate    = {2026-11-22},
  language   = {polish}
}
```

11 Zmiany i korekty

Wersja	Data	Rodzaj	Zmiana
1.0.0	22.11.2026	Wersja	Pierwsza wersja.