



POLSKO-JAPOŃSKA AKADEMIA TECHNIK KOMPUTEROWYCH

Wydział Informatyki

Specjalizacja: Technologie sieci urządzeń
mobilnych oraz chmury obliczeniowej

Szymon Kogut

Numer albumu: 24271

Porównanie modeli scentralizowanych i rozproszonych w wirtualnych sieciach prywatnych

Comparison of centralized and distributed
models in virtual private networks

Rodzaj pracy

Magisterska

Imię i nazwisko promotora

dr Tadeusz Puźniakowski

Warszawa 15 stycznia 2026

Streszczenie: Celem pracy jest weryfikacja różnych modeli i protokołów sieci wirtualnych pod kątem stabilności w restrykcyjnym środowisku oraz łatwości utrzymania w projektach o niskim stopniu złożoności infrastrukturalnej.

Porównaniem objęto następujące protokoły: OpenVPN (topologia centralizowana), Nebula (topologia rozproszona) oraz WireGuard (obie topologie). Przygotowano skrypty automatyzujące proces wdrażania.

W ramach badań przeprowadzono testy wydajnościowe przepustowości, opóźnień i obciążenia zasobów. Zbadano stabilność połączeń w restrykcyjnych warunkach sieciowych oraz oceniono skalowalność poszczególnych rozwiązań przy zwiększaniu liczby węzłów.

W pracy dodatkowo zawarto ocenę łatwości wdrożenia poszczególnych rozwiązań.

Słowa kluczowe: vpn, openvpn, nebula, wireguard



POLSKO-JAPONSKA AKADEMIA TECHNIK KOMPUTEROWYCH

Karta projektu

Autor	Promotor	Recenzent
Szymon Kogut	dr Tadeusz Puźniakowski	-

Temat projektu
Porównanie modeli scentralizowanych i rozproszonych w wirtualnych sieciach prywatnych.

Cel projektu
Ocena różnych modeli i protokołów sieci wirtualnych pod kątem stabilności w restrykcyjnym środowisku oraz łatwości utrzymania w projektach o niskim stopniu złożoności infrastrukturalnej.

Zakres projektu
Analiza architektury scentralizowanej i rozproszonej; Przegląd protokołów OpenVPN, WireGuard i Nebula; Automatyzacja wdrożenia; Konfiguracja OpenVPN i Nebula; Konfiguracja WireGuard w modelu scentralizowanym; Konfiguracja WireGuard w modelu rozproszonym; Badanie wydajności; Badanie stabilności połączenia w restrykcyjnym środowisku sieciowym; Badanie skalowalności;

Wykluczenia
Audyt bezpieczeństwa; Analiza kodu źródłowego protokołów; Komercyjne wdrożenie produkcyjne;

Spis treści

01. Wstęp	2
02. Architektury i protokoły sieci wirtualnych	2
02.1. Modele architektury.....	2
02.2. Problematyka łączności w sieciach IP.....	2
02.3. Charakterystyka badanych protokołów	2
03. Metodyka badań	2
03.1. Narzędzia pomiarowe i metryki	2
03.2. Metodyka oceny złożoności wdrożenia	2
03.3. Scenariusze testowe.....	2
04. Projekt i implementacja	2
04.1. Automatyzacja procesu wdrażania	2
04.2. Konfiguracja OpenVPN	2
04.3. Konfiguracja WireGuard w modelu rozproszonym	2
04.4. Konfiguracja WireGuard w modelu scentralizowanym	2
04.5. Problemy napotkane podczas implementacji	2
05. Analiza wyników.....	2
05.1. Badanie wydajności sieciowej.....	2
05.2. Analiza obciążenia zasobów systemowych.....	2
05.3. Odporność na trudne warunki sieciowe.....	2
05.4. Analiza skalowalności.....	2
05.5. Ocena złożoności konfiguracji i utrzymania	2
06. Podsumowanie	2
06.1. Synteza wyników.....	2
06.2. Wnioski końcowe.....	2
07. Słownik pojęć	3
08. Architektury i protokoły sieci wirtualnych	4
09. Metodologia badań	5
10. Wyniki pomiarów.....	6
11. Interpretacja wyników.....	7
12. Wnioski	8
13. Bibliografia	9
14. Załączniki	10

Spis rysunków

- 01. Wstęp**
- 02. Architektury i protokoły sieci wirtualnych**
 - 02.1. Modele architektury**
 - 02.2. Problematyka łączności w sieciach IP**
 - 02.3. Charakterystyka badanych protokołów**
- 03. Metodyka badań**
 - 03.1. Narzędzia pomiarowe i metryki**
 - 03.2. Metodyka oceny złożoności wdrożenia**
 - 03.3. Scenariusze testowe**
- 04. Projekt i implementacja**
 - 04.1. Automatyzacja procesu wdrażania**
 - 04.2. Konfiguracja OpenVPN**
 - 04.3. Konfiguracja WireGuard w modelu rozproszonym**
 - 04.4. Konfiguracja WireGuard w modelu scentralizowanym**
 - 04.5. Problemy napotkane podczas implementacji**
- 05. Analiza wyników**
 - 05.1. Badanie wydajności sieciowej**
 - 05.2. Analiza obciążenia zasobów systemowych**
 - 05.3. Odporność na trudne warunki sieciowe**
 - 05.4. Analiza skalowalności**
 - 05.5. Ocena złożoności konfiguracji i utrzymania**
- 06. Podsumowanie**
 - 06.1. Synteza wyników**
 - 06.2. Wnioski końcowe**

07. Słownik pojęć

1. **Lorem** - *Ipsum*

```
open fun testFunction() {  
    isEnabled = "chęścić"  
}
```

08. Architektury i protokoły sieci wirtualnych

09. Metodologia badań

10. Wyniki pomiarów

11. Interpretacja wyników

12. Wnioski

13. Bibliografia

Podane adresy URL zostały sprawdzone dnia 1 grudnia 2024.

14. Załączniki

Wszystkie załączniki znajdują się na załączonym do pracy dysku optycznym.

1. Lorem ipsum dolor sit amet
2. Lorem ipsum dolor sit amet
3. Lorem ipsum dolor sit amet