**4.1.1. Lambda**

Wyniki wskazują, że przy niskich wartościach λ poziom strat był minimalny. W miarę wzro-

stu λ, system zaczął doświadczać większych obciążeń, co prowadziło do wzrostu ilości straconych

ramek. Analiza wyników wskazuje na wyraźną korelację między wzrostem intensywności ruchu a

zwiększonym poziomem strat, szczególnie przy wyższych wartościach λ, która została przedsta-

wiona na wykresie 4.1. Dłuższy czas obsługi ramek prowadził do zwiększenia poziomu strat przy

identycznych wartościach λ. Wynika to z faktu, że czas obsługi w systemie z λobs = 0, 001 jest

średnio dłuższy niż w systemie z λobs = 0, 1, co przekłada się na mniejszą intensywnosć obsługi,

tym samym dłuższy czas przetwarzania ramek i ich usunięcie z buforów wejściowych.

Zależność ta znajduje odzwierciedlenie w modelach teoretycznych, w których zmniejszenie inten-

sywności strumienia obsługi bezpośrednia wpływa na wzrost prawdopodobieństwa strat w systemie

**4.1.2 (CONSTANT)**

Przy niskiej wartości stałej wynoszącej od 0 do 10 poziom strat ramek był największy wynosząc

ponad 90%. Mała wartość constant oznaczała, że ramki były generowane bardzo często, co prowa-

dziło do szybkiego zapełniania się buforów. Wraz ze zwiększaniem się parametru constant, poziom

strat malał, aż osiągnął poziom blisko 0 przy constant równym 1500. Na rysunku 4.3 przedstawiony

został wykres tego zdarzenia.

Mimo zmiany źródła losowości widoczna jest ta sama zależność, w której spadek odstępów

czasu między napływem kolejnych ramek wpływa na wzrost strat w systemie. Wyniki te można

porównać ze strumieniem ramek modelowanym wykładniczo przyjmując wartość constant jako od-

powiadający wartości oczekiwanej rozkładu wykładniczego 1

λ [25]. Przy takiej interpretacji można

zauważyć, że wyniki dla ruchu opisanego wartością stałą są zbieżne względem ruchu opisanego

procesem Poissona.

Należy zwrócić uwagę na istotną różnicę pomiędzy rysunkami 4.3 oraz 4.1 i 4.1.1. Przedstawienie

na rysunkach 4.1 i 4.1.1 bezpośrednio wartości λ powoduje to, że zależność jest odwrócona w

osi odciętych względem 4.3. Aby zatem mówić o odstępie czasowym między ramkami należałoby

znormalizować 4.1 i 4.1.1 np. poprzez umieszczenie na osi x wartości oczekiwanej wyrażanej jako

**4.2 WIELKOŚC RAMKI**

Symulacje wykazują, że rozmiar ramki ma marginalny wpływ na poziom strat w systemie. Małe

ramki są przetwarzane efektywniej, co prowadzi do mniejszych strat, podczas gdy większe ramki

powodują zwiększone obciążenie systemu i wyższe poziomy strat. Różnice te są jednak stosunkowo

niewielkie i w niektórych przebiegach mieszczą się nawet w graniach błędu statystycznego. Biorąc

pod uwagę, że system interpretowany jest jako jednoklasowy można założyć, że na poziom strat

w tym badaniu wpływ ma wyłącznie czas obsługi, który zgodnie z przyjętym sposobem działania

symulatora zależny jest od długości ramki, co omówiono szczegółowo w rozmiarze 3.

**4.3 BUFOR**

Większe bufory pozwalają na przechowywanie większej liczby ramek przed ich przetworzeniem,

co zmniejsza prawdopodobieństwo strat nadchodzących zgłoszeń. Analogicznie mniejsze bufory

szybciej się zapełniają co prowadzi do większych strat ramek, szczególnie przy wyższej intensyw-

ności ruchu.

W ogólnym przypadku poziom strat gwałtownie maleje wraz ze wzrostem wielkości bufora. Już

przy kilkukrotnym zwiększeniu wielkości bufora poziom strat spada kilkukrotnie. Przy zastoso-

waniu dostatecznie dużego bufora poziom strat dąży do zera. Zjawisko to znajduje uzasadnienie

teoretyczne. Zwiększenie kolejki zgłoszeń w systemach takich jak model Erlanga z opóźnieniem

pozwala zmniejszyć poziom strat przy zachowaniu bez zmian pozostałych parametrów systemu.

Bufor, stanowiący w rozumieniu takiego systemu kolejkę zgłoszeń, pozwala przyjmować do sys-

temu kolejne zgłoszenia, które oczekują na obsługę. Przy odpowiednio długiej kolejce względem

intensywności ruchu prawdopodobieństwo strat może zostać zminimalizowane [21].

W niektórych przypadkach jak na rysunku 4.7 zauważalny jest obszar, w którym poziom strat

jest zbliżony niezależnie od zmian wielkości bufora. Analogiczna sytuacja widoczna jest na ry-

sunkach 4.9 oraz 4.10. Sugeruje to, że w pewnym zakresie rozmiar bufora nie wpływu na poziom

strat przy danej intensywności ruchu. W przypadkach takich jak na rysunku 4.8 poziom strat ma-

leje proporcjonalnie do wzrostu rozmiaru bufora. Odchylenie widoczne jest jedynie na końcu tej

zależności.

Symulacje wykazują, że wielkość bufora ma istotny wpływ na poziom strat ramek zwłaszcza

w kontekście różnych czasów obsługi ramek. Dłuższy czas obsługi pozwala na skuteczniejsze wy-

korzystanie mniejszych buforów, podczas gdy krótszy czas obsługi wymaga znacznie większych

buforów, aby osiągnąć podobne poziomy strat.

**4.4 RUCH ROZGŁOSZENIOWY**

Wzrost procentu ruchu rozgłoszeniowego ma istotny wpływ na poziom strat w systemie. Wraz

ze wzrostem udziału ruchu rozgłoszeniowego, poziom strat ramek znacząco wzrasta. Ruch roz-

głoszeniowy musi zostać przekazany na każdy z interfejsów z wyłączeniem interfejsu źródłowego,

co przekłada się na znaczące obciążenie całego systemu. Minimalizacja ruchu rozgłoszeniowego

jest kluczowa dla utrzymania niskiego poziomu strat i wydajności przełącznika. Charakterystyka

wzrostu jest porównywalna dla różnych poziomów intensywności ruchu. Warto odnotować, że dla

większej intensywności poziom strat wzrasta szybciej, co wynika z samej ilości napływających

zgłoszeń.

Niski poziom ruchu rozgłoszeniowego pozwala na efektywne przetwarzanie ramek z minimal-

nymi stratami, podczas gdy wysoki poziom ruchu rozgłoszeniowego prowadzi do znaczącego ob-

ciążenia systemu. Wyniki te potwierdzają dobrze znane praktyki sieciowe, w których dąży się do

ograniczania rozmiaru domen rozgłoszeniowych jak również samej ilości rozsyłanych ramek roz-

głoszeniowych [17]. Zmniejszenie ilości ruchu rozgłoszeniowego w sieci lokalnej pozwala znacząco

poprawić wydajność przełącznika zarówno w formie modelu matematycznego jak i w rzeczywistych

urządzeniach

**4.5. ROZMIAR CAM**

Wyniki symulacji wskazują ścisły związek między rozmiarem tablicy CAM a poziomem strat

w systemie. Większy rozmiar tablicy CAM przekłada się na mniejsze straty ramek w systemie,

zaś większa tablica CAM zmniejsza poziom strat. Zależność ta jest bezpośrednim następstwem

sposobu działania przełącznika warstwy drugiej. Zmniejszenie rozmiaru tablicy CAM ogranicza

maksymalną liczbę adresów jakie może zapamiętać przełącznik, a ruch z niezapisanych adresów

przesyłany jest rozgłoszeniowo [17]. Tym samym rozmiar tablicy CAM wpływa na ilość ruchu

rozgłoszeniowego i pośrednio na wzrost strat w systemie. Można przyjąć założenie, że poziom

strat dla danych rozmiarów tablicy CAM odpowiadał będzie ogólnej ilości ruchu rozgłoszenioweg.

**4.6 MAC FLOODING**

Wielkość tablicy CAM ma istotny wpływ na poziom strat ramek. Im większy rozmiar tablicy

CAM, tym mniejsze straty ramek dla tego samego czasu życia. Małe tablice CAM wykazują wyższe

straty ramek przy każdej wartości TTL, podczas gdy duże tablice CAM mają znacznie niższe straty

ramek, szczególnie przy niższych wartościach TTL. Krótszy czas życia powoduje większe straty,

szczególnie w mniejszych tablicach CAM. Zwiększenie TTL do 250 zmniejsza straty, ale ten efekt

jest bardziej widoczny w większych tablicach CAM.

Analizowany przypadek pozwala stwierdzić, że wartość TTL musi zostać zoptymalizowana pod

kątem minimalizacji strat w realiach ataku na tablicę CAM. Zbyt mała wartość TTL powoduje,

że do tablicy regularnie napływają nowe, fałszywe wpisy z losowych adresów; z kolei zbyt duża

wartość TTL sprawia, że fałszywe wpisy utrzymują się w tablicy przez długi okres czasu nawet jeśli

nie napływą ramki, które je zawierają. Parametr ten należy zatem wypośrodkować na podstawie

dalszych doświadczeń.