

1. a) Jaka usługa jest wykonywana przez tablet graficzny (urządzenie zewnętrzne komputera używane przez grafików)?
 - b) Określ przynajmniej 2 miary jakości tych usług.
 - c) Podaj przynajmniej 2 czynniki wpływające na miary jakości wykonywania tych usług.
 - d) Czym jest obciążenie dla tego urządzenia?
 - e) Określ przynajmniej 2 sposoby ilościowego opisu tego obciążenia.
 - f) Jakie zasoby zużywa to urządzenie?
- A. Tablet graficzny umożliwia precyzyjne rysowanie cyfrowe na komputerze.
 - B. **Precyzja nacisku pióra** - umożliwia kontrolowanie grubości kreski poprzez siłę nacisku.
Odwzorowanie kolorów - im więcej zakresów kolorów będzie obsługiwał wyświetlacz na tablecie, tym dokładniejsze odwzorowanie będzie miała grafika tworzona na tablecie.
 - C. **Technologia nacisku** - Różne tablety wykorzystują różne technologie nacisku, takie jak technologia elektromagnetyczna czy elektro rezystywna, co wpływa na czułość i precyzję.
Technologia wyświetlacza - W zależności od zastosowania różnych technologii wyświetlaczy, barwy wyświetlane mogą się różnić. Matryce OLED lepiej odwzorowują czerni niż matryce LCD.
 - D. Przetwarzanie danych wejściowych (nacisku na ekran, prędkości rysowania).
 - E. **Prędkość odpowiedzi:** Czas reakcji tabletu na ruch rysika może być mierzony w milisekundach i jest istotny dla płynności rysowania.
Ilość danych przesyłanych do komputera: Mierzenie ilości danych, które tablet przesyła do komputera w jednostce czasu, może być użyteczne do oceny obciążenia.
 - F. Procesor, Zasilanie
1. a) Jaka usługa jest wykonywana przez mysz komputerową?
 - b) Określ przynajmniej 2 miary jakości tych usług.
 - c) Podaj przynajmniej 2 czynniki wpływające na miary jakości wykonywania tych usług.
 - d) Czym jest obciążenie dla tego urządzenia?
 - e) Określ przynajmniej 2 sposoby ilościowego opisu tego obciążenia.
 - f) Jakie zasoby zużywa to urządzenie?
- A. Sterowanie wskaźnikiem na ekranie: Mysz pozwala użytkownikowi poruszać kursor na ekranie w celu wyboru i interakcji z elementami interfejsu użytkownika.
 - B. **Żywotność przycisków:** Określa, minimalną liczbę kliknięć klawiszy myszki, w których zakresie urządzenie powinno funkcjonować prawidłowo.
Czułość: Mierzy zdolność myszy do reagowania na różne prędkości ruchu, co wpływa na płynność i komfort użytkowania.

- C. **Rodzaj zastosowanej technologii przycisków.** Przyciski mechaniczne mają dłuższą żywotność niż przyciski membranowe.
Technologia zastosowanego sensora. Sensory na myszce mogą być laserowe lub optyczne, co może różnić się oferowaną czułością myszy.
- D. Przetwarzanie danych wejściowych takich jak kliknięcia, czy przesuwanie myszką.
- E. **Prędkość odpowiedzi** - Czas reakcji myszy.
Ilość danych przesyłanych do komputera: Mierzenie ilości danych, które mysz przesyła do komputera w jednostce czasu, może być użyteczne do oceny obciążenia.
- F. Zasilanie, Procesor

2. Czy miary FVER i EP zużycia energii są od siebie niezależne (tzn. czy można jedną przeliczyć na drugą)? Uzasadnij odpowiedź.

Odp. Miara FVER określa jaką część energii użytej energii jest zmienna, tym samym zależna od tego czy system wykonuje pożyteczną pracę, czy nie. Definicja nie określa ściśle czym jest użyteczna praca.

Miara EP określa stosunek zużycia energii do obciążenia systemu komputerowego. Jeśli ogólne zużycie energii jest proporcjonalne do wykorzystania komputera, mówi się, że maszyna jest energo-proporcjonalna.

2. Czy na podstawie MTBF można wyznaczyć średnie roczne prawdopodobieństwo awarii? Jeżeli tak, to jak to zrobić?

Odp. Tak. MTBF, to średni czas między uszkodzeniami.

MTBF (Mean Time Between Failures) to miara, która określa średni czas, jaki upływa między awariami lub niepowodzeniami urządzenia lub systemu. Jest to przydatna miara w dziedzinie niezawodności i dostępności systemów. Można na jej podstawie oszacować średnie roczne prawdopodobieństwo awarii:

Zależność między AFR i MTBF (w godzinach) jest następująca:

$$AFR = 1 - \exp(-8766/MTBF)$$

Równanie to zakłada, że urządzenie lub komponent jest włączony przez pełne 8766 godzin w roku i daje szacunkowy ułamek oryginalnej próbki urządzeń lub komponentów, które ulegną awarii w ciągu jednego roku lub, równoważnie, 1 - AFR jest ułamkiem urządzeń lub komponentów, które nie wykażą żadnych awarii w ciągu roku. Jest on oparty na wykładniczym rozkładzie awarii (patrz wskaźnik awaryjności dla pełnego wyprowadzenia).

Uwaga: Niektórzy producenci liczą rok jako 8760 godzin.

Współczynnik ten można przybliżyć, zakładając mały AFR:

$$AFR = \frac{8766}{MTBF}$$

Na przykład, powszechną specyfikacją dla dysków PATA i SATA może być MTBF wynoszący 300 000 godzin, co daje przybliżony teoretyczny roczny wskaźnik awaryjności wynoszący 2,92%, tj. 2,92% szansy, że dany dysk ulegnie awarii w ciągu roku użytkowania.

3. Jakie miary szybkości, które nie są miarami szybkości sprzętu, można zastosować do usług systemu operacyjnego dotyczących zarządzania pamięcią? Podaj przynajmniej dwie miary.

1. Stopień fragmentacji:

- *Definicja:* Stopień fragmentacji odnosi się do stopnia rozbicia pamięci na małe fragmenty, co może utrudniać alokację dużych bloków pamięci.
- *Znaczenie:* Niski stopień fragmentacji oznacza, że system operacyjny skutecznie zarządza pamięcią, umożliwiając efektywne alokowanie i zwalnianie bloków pamięci. Wysoki stopień fragmentacji może prowadzić do utraty dostępnej pamięci lub konieczności częstego przemieszczania bloków pamięci.

2. Czas dostępu do pamięci:

- *Definicja:* Czas potrzebny na dostęp do konkretnej lokalizacji w pamięci.
- *Znaczenie:* Mierzy efektywność zarządzania pamięcią poprzez ocenę, jak szybko system operacyjny potrafi obsłużyć żądania dostępu do danych w pamięci. Długi czas dostępu może świadczyć o problemach z efektywnością zarządzania pamięcią.

3. Co się stanie z miarą PUE jeżeli ulepszemy energetycznie sprzęt komputerowy nie zmieniając pozostałych technologii stosowanych w centrum komputerowym? Czy miara PUE jest typu HB (higher better), czy LB (lower better)? Czy w opisanej sytuacji PUE zmienia się zgodnie z oczekiwaniami?

Miara PUE (Power Usage Effectiveness) jest typu LB (lower better), co oznacza, że im niższa wartość PUE, tym bardziej efektywne jest centrum danych pod względem zużycia energii. PUE wyraża stosunek całkowitej ilości energii zużywanej przez centrum danych do ilości energii zużywanej przez same urządzenia IT (tj. serwery, urządzenia pamięci masowej, itp.). Idealnie, PUE wynosiłoby 1, co oznaczałoby, że cała zużywana energia jest wykorzystywana tylko przez urządzenia IT, bez strat na potrzeby chłodzenia, oświetlenia i innych elementów infrastruktury.

$$PUE = \frac{\text{Total Facility Power}}{\text{IT Equipment Power}} = \frac{\text{IT Equipment Power} + y}{\text{IT Equipment Power}} = \frac{\text{IT Equipment Power}(1 + \frac{y}{\text{IT Equipment Power}})}{\text{IT Equipment Power}}$$

$$= 1 + \frac{y}{\text{IT Equipment Power}}$$

Jeśli ulepszysz energetycznie sprzęt komputerowy bez zmiany innych technologii w centrum danych, można spodziewać się, że PUE ma szansę poprawić się. W przypadku, gdy

efektywność energetyczna urządzeń IT rośnie, ogólna ilość energii zużywanej przez centrum danych może pozostać względnie stała lub nawet spaść, co prowadzi do niższej wartości PUE. To zazwyczaj interpretuje się jako poprawę efektywności energetycznej centrum danych. Jednakże, aby uzyskać rzeczywistą poprawę, ważne jest, aby równocześnie monitorować i dostosować inne elementy infrastruktury, takie jak systemy chłodzenia, aby utrzymać optymalną efektywność energetyczną na poziomie całego centrum danych.

4. Pewien serwer www przetwarza żądania stron www w średnim czasie 60ms. Obecnie żądania stron www przychodzą co 120ms.

a) Ilorotnie może jeszcze wzrosnąć prędkość przybywania żądań, aby serwer wciąż nadążał z obsługą zgłoszeń?

b) Zakładając, że serwer jest dobrze reprezentowany przez model kolejkowy M|M|1, jaki jest obecnie średni czas oczekiwania na odpowiedź?

c) Jakie jest w związku z tym spowolnienie przetwarzania? Poniższa tabela zawiera dystrybucję czasów odpowiedzi. Do systemu obecnie przybywa 20tyś. zapytań dziennie.

czas t[s]	0.000	0.005	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035	0.040	0.045	0.050
prawdop.	0.000	0.041	0.080	0.118	0.154	0.188	0.221	0.253	0.283	0.313	0.341

d) Określić maksymalny czas czekania na odpowiedź obserwowany przez 5000 najszybciej obsłużonych zapytań (można podać przedział).

a) **Dwukrotnie**

$1/0.060 = 16.667$ żądań na sekundę obsługuje

$1/0.120 = 8.333$ żądań na sekundę przybywa

b)

Parametry (dane wejściowe):^a

λ – średnia prędkość przybywania [zgłoszenia/s]

μ – średnia prędkość wykonywania [zgłoszenia/s]

$\rho = \lambda/\mu$ – intensywność ruchu/zgłoszeń

$p_n = (1 - \rho)\rho^n$ – prawdopodobieństwo, że w systemie jest $\geq n$ zadań

$E(n) = \rho/(1 - \rho)$ – średnia liczba zadań w systemie

$F(r) = 1 - e^{-r\mu(1-\rho)} = 1 - e^{-r(\mu-\lambda)}$ – dystrybuanta czasu odpowiedzi r
(tzn. prawdopodobieństwo, że czas odpowiedzi jest $\leq r$)

$E(r) = \frac{1}{\mu} \frac{1}{1-\rho} = \frac{1}{\mu-\lambda}$ – wartość oczekiwana czasu odpowiedzi
(tzn. średni czas odpowiedzi)

$F(w) = 1 - \rho e^{-w(\mu-\lambda)}$ – dystrybuanta czasu oczekiwania na obsługę w
(oczekiwania w kolejce na wykonanie)

$E(w) = \frac{\rho}{\mu-\lambda}$ – wartość oczekiwana czasu oczekiwania (w kolejce)

^aUmawiamy się, że zadania=zgłoszenia=żądania wykonania usługi

$$\lambda = \frac{1[s]}{120[ms]} = \frac{1[s]}{0.120[s]} = 8\frac{1}{3} \text{ s}$$

$$\mu = \frac{1[s]}{60[ms]} = \frac{1[s]}{0.060[s]} = 16\frac{2}{3} \text{ s}$$

$$E(r) = \frac{1}{\mu} * \frac{1}{1-\rho} = \frac{1}{\mu-\lambda} = \frac{1}{8\frac{1}{3}} = \frac{3}{25} = 0.12 \text{ s}$$

c)

$$\text{Spowolnienie} = \frac{\text{czas odpowiedzi}}{\text{czas odpowiedzi w nieobciążonym systemie}}$$

$$\frac{0.12[s]}{0.06[s]} = 2$$

d)

czas t[s]	0.000	0.005	0.010	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035	0.040	0.045	0.050
prawdop.	0.000	0.041	0.080	0.118	0.154	0.188	0.221	0.253	0.283	0.313	0.341

20 000 żądań dziennie

maksymalny czas dla 5000 żądań?

(0, 0.035)

4. Pewien serwer www przetwarza żądania stron www w średnim czasie 40ms. Obecnie żądania stron www przychodzą co 60ms.

a) Ilorotnie może jeszcze wzrosnąć prędkość przybywania żądań, aby serwer wciąż nadążał z obsługą zgłoszeń?

b) Zakładając, że serwer jest dobrze reprezentowany przez model kolejkowy M|M|1, jaki jest obecnie średni czas oczekiwania na odpowiedź?

c) Jakie jest w związku z tym spowolnienie przetwarzania? Poniższa tabela zawiera dystrybuantę czasów odpowiedzi. Do systemu obecnie przybywa 20tyś. zapytań dziennie.

czas t[s]	0.000	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.060	0.070	0.080	0.090	0.100
prawdop.	0.000	0.080	0.154	0.221	0.283	0.341	0.393	0.442	0.487	0.528	0.565

d) Określić maksymalny czas czekania na odpowiedź obserwowany przez 9000 najszybciej obsłużonych zapytań (można podać przedział).

a) **1.5 raza** $L = \frac{1}{60} * 40 = \frac{2}{3}$

1/0.04 = 25 żądań na sekundę obsługuje

1/0.06 = 16.67 żądań na sekundę przybywa

$$25/16.67 \approx 1.5$$

W tym przypadku serwer obsługuje żądania co 40ms, co daje prędkość 1/0.04 = 25 żądań na sekundę. Obecnie przychodzą one co 60ms, co daje prędkość 1/0.06 = 16.67 żądań na sekundę. Zatem prędkość obsługi jest wystarczająco szybka i ilość zgłoszeń może jeszcze wzrosnąć **1.5 krotnie**.

b)

$$\lambda = \frac{1[s]}{60[ms]} = \frac{1[s]}{0.060[s]} = 16\frac{2}{3}s$$

$$\mu = \frac{1[s]}{40[ms]} = \frac{1[s]}{0.040[s]} = 25s$$

$$E(r) = \frac{1}{\mu} * \frac{1}{1-\rho} = \frac{1}{\mu-\lambda} = \frac{1}{8\frac{1}{3}} = \frac{3}{25} = 0.12s$$

c)

$$\text{Spowolnienie} = \frac{\text{czas odpowiedzi}}{\text{czas odpowiedzi w nieobciążonym systemie}}$$

$$\frac{0.12[s]}{0.04[s]} = 3$$

d)

czas t[s]	0.000	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	0.060	0.070	0.080	0.090	0.100
prawdop.	0.000	0.080	0.154	0.221	0.283	0.341	0.393	0.442	0.487	0.528	0.565

20000 żądań

maksymalny czas dla 9000

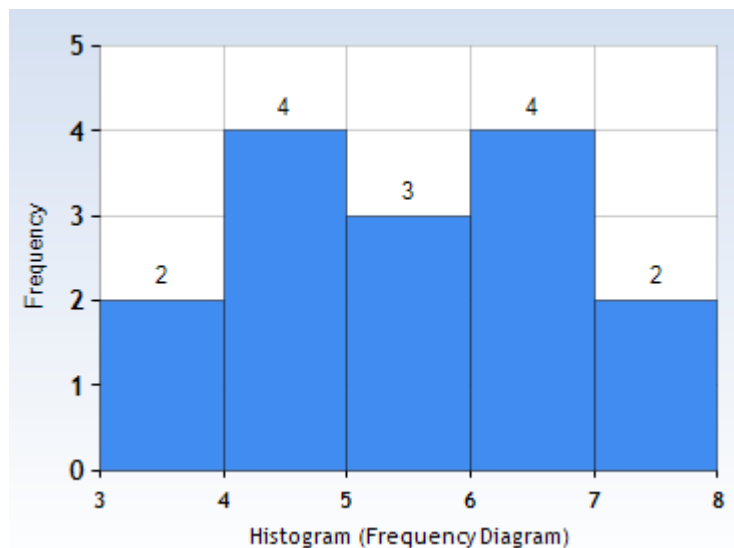
$$\frac{9000}{20000} = 0.45$$

(0, 0.080)

5. Dla pewnego systemu bazodanowego zarejestrowano następujące czasy odpowiedzi dla pewnego ciągu transakcji

6, 4, 3, 5, 6, 5, 6, 5, 7, 6, 4, 3, 4, 7, 4

Narysować histogram, wyznaczyć średnią, medianę, modę, 1-szy i 3-kwartył, SIQR (średni zakres między kwartylami), wyznaczyć kwantyle 0.15 i 0.9. Jakie właściwości (chodzi o kształt) ma rozkład czasów odpowiedzi? Jaka jest dostępność systemu gdy time-out wynosi 2? Zakładając, że odchylenie standardowe $s=1.3$, zapisać poprawnie średnią z odpowiednią liczbą cyfr znaczących.



Uporządkowany: 3, 3, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 7, 7

średnia: 5.0 (75/15)

mediana: 5

moda: 6, 4

α -kwantyl znajduje się na pozycji $1 + (n - 1)\alpha$

1 kwartył: $0.25\text{kwantyl} = 1 + (15-1) * 0.25 = 4.5$, czyli 4 lub 5 pozycja -> 4

3 kwartyli: $0.75\text{kwantyl} = 1 + (15-1) \cdot 0.75 = 11.5$, czyli 11 lub 12 pozycja -> **6**

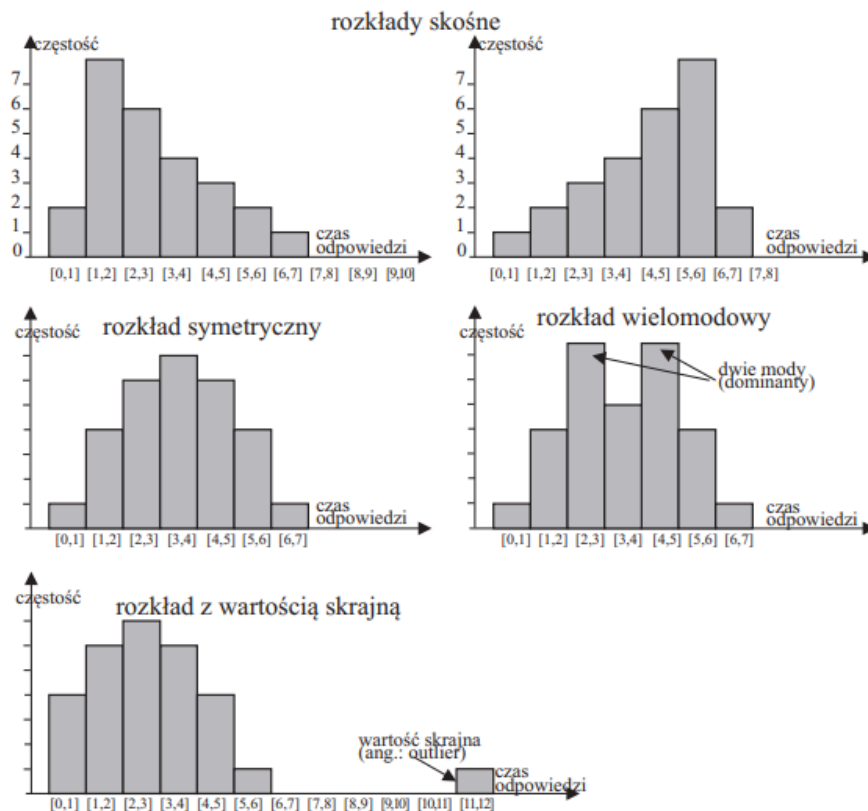
$$SIQR = \frac{Q_3 - Q_1}{2} = \frac{x_{0.75} - x_{0.25}}{2}.$$

$$SIQR: \frac{6-4}{2} = 1$$

kwantyl 0.15: $1 + (15-1) \cdot 0.15 = 3.1$ -> **4**

kwantyl 0.9: $1 + (15-1) \cdot 0.9 = 13.6$ -> **7**

- Przykładowe **kształty** rozkładów na histogramach



Rozkład wielomodowy.

Jaka jest dostępność gdy time-out wynosi 2

Zauważmy, że długi czas odpowiedzi może zostać potraktowany jako awaria, stąd długi czas odpowiedzi przekłada się na niedostępność. a

Wszystkie odpowiedzi są większe niż 2 sekundy, więc:

- czas do wystąpienia awarii (uptime → istotny element SLA, MTBF, MTTF = Mean Time Before/To Failure),
- czasem powrotu do poprawnego działania (recovery time, MTTR = Mean Time To Repair),
- iloraz czasu przez który system jest dostępny dla żądań klientów, do całego czasu posiadania systemu:

$$A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR},$$

A = 0 - nigdy nie jest dostępny

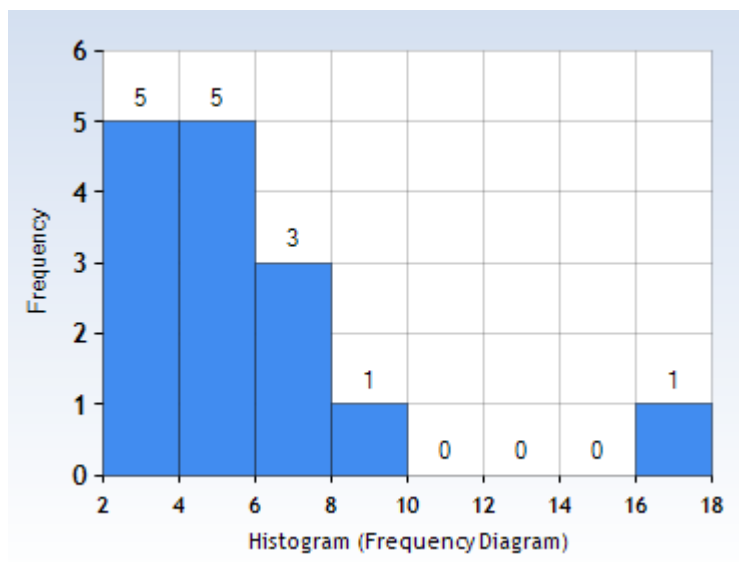
Określenie dostępności systemu dla timeoutu 2 zależy od tego, ile czasów odpowiedzi jest mniejszych lub równych 2. Oblicz stosunek liczby takich transakcji do ogólnej liczby transakcji.

Średnia 5.0 ± 1.3 chyba

5. Dla pewnego systemu bazodanowego zarejestrowano następujące czasy odpowiedzi dla pewnego ciągu transakcji

6, 2, 4, 3, 5, 3, 4, 8, 4, 5, 3, 6, 17, 7, 3

Narysować histogram, wyznaczyć średnią, medianę, modę, 1-szy i 3-kwartył, SIQR (średni zakres między kwartylami), wyznaczyć kwantyle 0.15 i 0.9. Jakie właściwości (chodzi o kształt) ma rozkład czasów odpowiedzi? Jaka jest dostępność systemu gdy time-out wynosi 2? Zakładając, że odchylenie standardowe $s=3.6$, zapisać poprawnie średnią z odpowiednią liczbą cyfr znaczących.



Uporządkowany: 2, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 7, 8, 17

średnia: 5.333

mediana: 4

moda: 3

1 kwartył: $0.25\text{kwantyl} = 1 + (15-1) * 0.25 = 4.5$, czyli 4 lub 5 pozycja -> **3**

3 kwartył: $0.75\text{kwantyl} = 1 + (15-1) * 0.75 = 11.5$, czyli 11 lub 12 pozycja -> **6**

SIQR: $(6-3)/2=1.5$

kwantyl 0.15: $1+(15-1)*0.15=3.1$ -> **3**

kwantyl 0.9: $1+(15-1)*0.9=13.6$ -> **8**

Rozkład z wartością skrajną.

Dostępność systemu dla time-out = 2 wynosi: **1/15**, czyli **0.066 (6.667%)**

Średnia dokładna to 5.3