

# **Progetto PMCSN**

## **Gestione di un parco divertimenti**

**Francesco Bernardini**

**Matricola: 0338264**

# Introduzione

Il sistema da riprodurre è il parco divertimenti di Gardaland.



- Le persone che accedono al parco possono acquistare il biglietto online o nella biglietteria presente all'entrata.
- Una volta dentro si decide quale delle due attrazioni fare, immettendosi in una delle due code.
- Le attrazioni sono: Jumanji: The Adventure e Fuga da Atlantide.
- Abbiamo 2 fasce orarie, ognuna di 3 ore, la fascia mattutina 10-13 e la fascia pomeridiana 16-19.

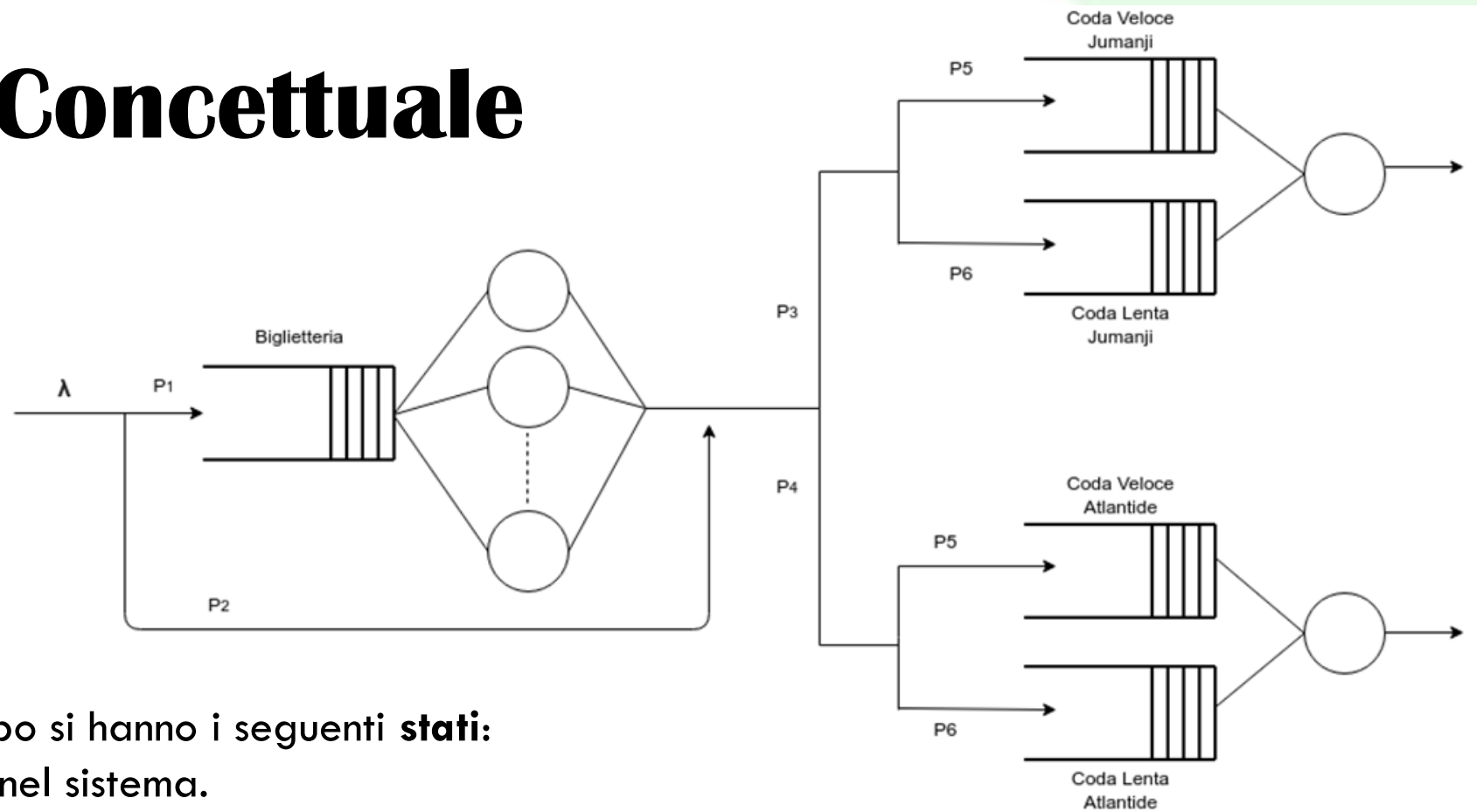
# Obiettivi

L'obiettivo è creare un modello in modo più fedele possibile alla realtà. Minimizzando anche il numero di serventi in biglietteria.

Si ha inoltre un QoS:

- Per la fascia oraria con affluenza maggiore, avere un tempo totale di risposta, per un utente che passa in biglietteria e va nella coda lenta di Jumanji, minore dei 46 minuti di attesa media che ha l'attrazione. Mentre per gli utenti che passano per la biglietteria e vanno nella coda lenta di Atlantide un tempo di risposta minore di 20 minuti.

# Modello Concettuale



Ad ogni istante di tempo si hanno i seguenti **stati**:

- Numero di persone nel sistema.
- Numero di persone nelle varie code.
- Numero di persone nei vari servizi.
- Stato di un servente, se occupato o meno.

# Modello Concettuale

Gli **eventi** che si hanno nel sistema sono sostanzialmente di due tipi:

- Arrivi, nel sistema o in un nodo in particolare.
- Partenze, da un nodo o dal sistema.

Sono state fatte anche delle **assunzioni** in questo modello come:

- Coda biglietteria,  $M/M/K$  con capacità infinita, con politica di scheduling FIFO non preemptive.
- Code dei giochi,  $M/M/1$  con capacità infinita, politica di scheduling FIFO e non preemptive.
- Non si può definire una cifra di risparmio delle casse non attivate.
- Percentuali ipotizzate.

# Modello delle specifiche

I tassi medi di arrivo sono stati calcolati nel seguente modo:

- Fascia mattutina 10-13: 7150 arrivi nelle 3 ore e si ottiene  $\lambda = \frac{7150}{180 \cdot 60} = 0,66 \text{ job/s}$ .
- Fascia pomeridiana 16-19: 9000 arrivi nelle 3 ore e si ottiene  $\lambda = \frac{9000}{180 \cdot 60} = 0,83 \text{ job/s}$ .

I servizi dei serventi sono:

- Per la singola cassa in biglietteria si ha  $E(S_i) = 15 \text{ s}$ , cioè  $\mu = 0,067 \text{ s}$ .
- Per l'attrazione Jumanji si ha  $E(S) = 8,3 \text{ s}$ , cioè  $\mu = 0,12 \text{ s}$ .
- Per l'attrazione Atlantide si ha  $E(S) = 3,6 \text{ s}$ , cioè  $\mu = 0,27 \text{ s}$ .

# Modello delle specifiche

Le probabilità sono state tutte ipotizzate dal momento che non si dispone di valori ufficiali.

Ne segnaliamo alcune:

- Probabilità di accesso in biglietteria = 65%.
- Probabilità di accesso nell'attrazione di Jumanji = 60%.
- Probabilità di accesso ad una coda veloce = 10%.

# Modello computazionale

- È stato scelto il linguaggio C per creare il simulatore.

Sono state utilizzate alcune strutture come:

- *station*, utile per inserire diversi valori di ogni nodo.
- *time*, aggrorno i tempi nella simulazione.
- *outputValues*, inserisco i valori di output della simulazione.
- *event\_type*, di ogni evento si tiene conto del suo status e del tempo.
- *multiserver*, contiene informazioni sul multiserver, come il numero di job serviti.



# Modello computazionale

È stata utilizzata la libreria `rngs.h` per funzioni come:

- `PlantSeed(SEED)`, per far partire la simulazione con un determinato seme.
- `Random()`, per la generazione casuale di numeri.
- `GetArrival()`, per quando si ha un arrivo.
- `Exponential()`, usata nei servizi e negli arrivi per renderli esponenziali.
- `SelectStream(stream)`, utile quando si processa il servizio o anche un arrivo nel sistema. Il valore `stream` cambia a seconda di quale nodo sta chiedendo il servizio.

# Verifica

- È stata fatta una simulazione a orizzonte infinito.
- È stata scelta la fascia oraria mattutina.
- Sono stati confrontati i valori ottenuti tra di loro:
  - Controllo se  $E(T_s)$  è uguale ad  $E(T_q) + E(S)$ .
  - Controllo se  $E(N_s)$  è uguale ad  $E(N_q) + \rho$ .
- I valori ottenuti sono stati confrontati anche con dei valori teorici calcolati sempre all'interno della simulazione.

# Verifica

## Valori Biglietteria

Interarrival		2.43 +/-	0.03
Wait		24.06 +/-	2.58
Delay		10.11 +/-	2.44
Service		2.01 +/-	0.06
Num Node		9.87 +/-	1.05
Num Queue		4.15 +/-	1.00
Utilization		0.82 +/-	0.02

## Valori Coda Veloce Atlantide

Interarrival		37.17 +/-	1.68
Wait		4.06 +/-	0.21
Delay		0.34 +/-	0.08
Service		3.72 +/-	0.17
Num Node		0.11 +/-	0.01
Num Queue		0.01 +/-	0.00
Utilization		0.10 +/-	0.01

## Valori teorici Biglietteria

Wait		25.112497
Num Node		10.773261

## Valori teorici Coda Veloce Atlantide

Wait		3.978076
Num Node		0.105021

# Validazione

È stato variato il tasso d'arrivo delle due diverse configurazioni per valutare l'andamento del simulatore.

Fascia mattutina:  
(con 7 serventi in  
biglietteria)

Lambda	Biglietteria	Coda Veloce Jumanji	Coda Lenta Jumanji	Coda Veloce Atlantide	Coda Lenta Atlantide
0.66 job/s	24.06 s $\pm$ 2.58 s	13.08 s $\pm$ 0.81 s	1847.1 s $\pm$ 74.25 s ( $\approx$ 30.79 min $\pm$ 1.24 min)	4.06 s $\pm$ 0.21 s	21.2 s $\pm$ 2.63 s
0,83 job/s	62.93 s $\pm$ 6.76 s	14.33 s $\pm$ 0.83 s	2200.58 s $\pm$ 96.82 s ( $\approx$ 36.68 min $\pm$ 1.61 min)	4.06 s $\pm$ 0.24 s	35.77 s $\pm$ 4.82 s
0,55 job/s	16.69 s $\pm$ 0.94 s	12.28 s $\pm$ 0.63 s	1436 s $\pm$ 64.17 s ( $\approx$ 24 min $\pm$ 1.07 min)	3.67 s $\pm$ 0.18 s	11.98 s $\pm$ 1 s

Fascia pomeridiana:  
(con 9 serventi in  
biglietteria)

Lambda	Biglietteria	Coda Veloce Jumanji	Coda Lenta Jumanji	Coda Veloce Atlantide	Coda Lenta Atlantide
0.83 job/s	18.68 s $\pm$ 1.79 s	14.99 s $\pm$ 0.93 s	2395.38 s $\pm$ 86.35 s ( $\approx$ 39.92 min $\pm$ 1.44 min)	3.93 s $\pm$ 0.19 s	60.17 s $\pm$ 7.86 s
0,66 job/s	13.25 s $\pm$ 0.68 s	13.71 s $\pm$ 0.9 s	1841.04 s $\pm$ 86.34 s ( $\approx$ 30.79 min $\pm$ 1.24 min)	4.12 s $\pm$ 0.23 s	21.18 s $\pm$ 2.66 s
0,94 job/s	31.07 s $\pm$ 3.16 s	17.11 s $\pm$ 1.31 s	2561.01 s $\pm$ 103.68 s ( $\approx$ 42.69 min $\pm$ 1.73 min)	4.07 s $\pm$ 0.22 s	91.84 s $\pm$ 10.97 s

# Progettazione degli esperimenti

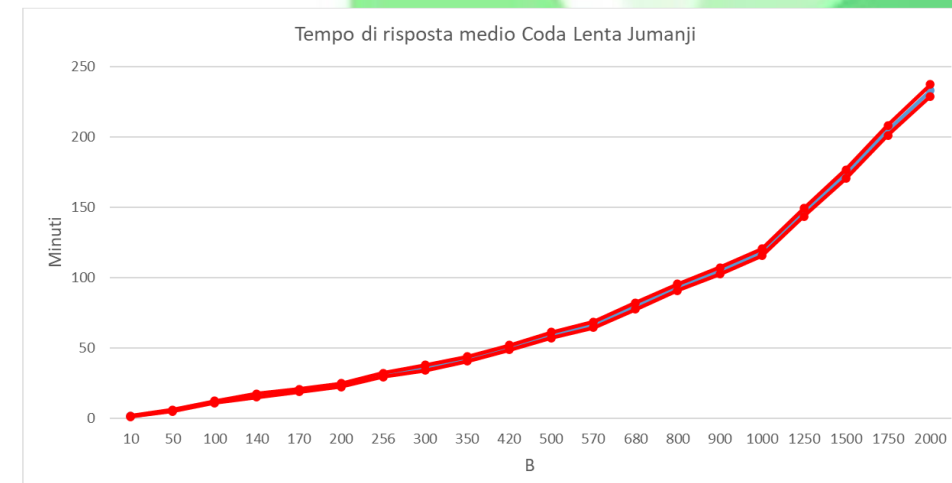
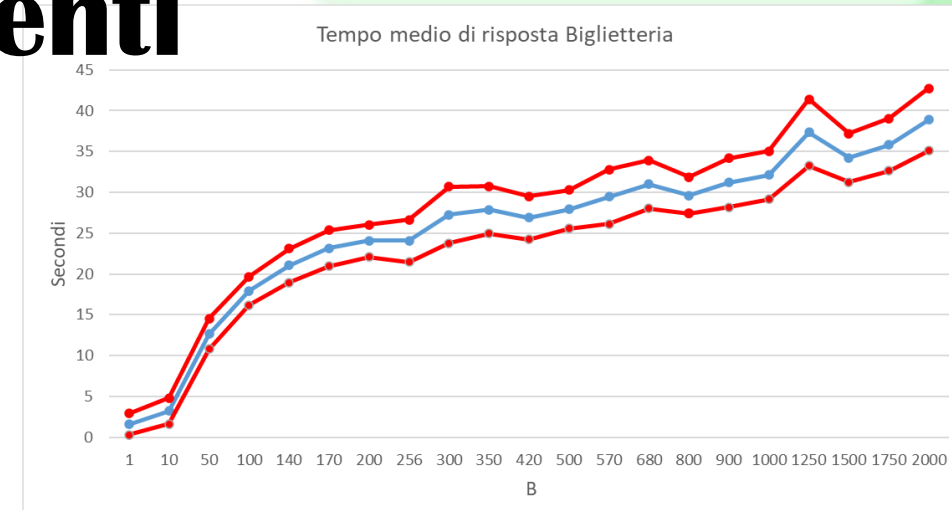
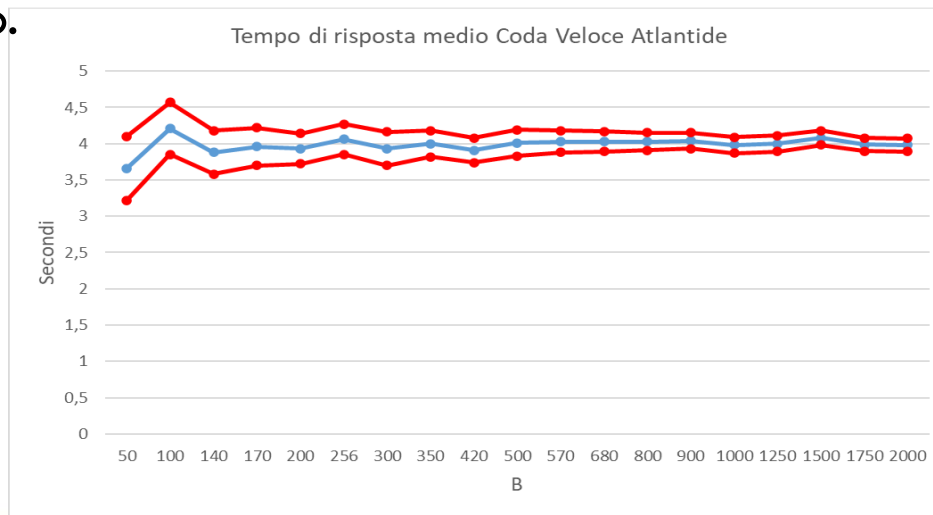
I serventi sono stati ricavati con la formula  $\frac{\lambda}{m \cdot \mu} < 1$ , e si ottiene:

- Fascia oraria affollata:  $\frac{0,54}{m \cdot 0,067}$ ,  $m > 8,06$  di conseguenza  $m = 9$ .
- Fascia oraria media:  $\frac{0,43}{m \cdot 0,067}$ ,  $m > 6,42$  di conseguenza  $m = 7$ .

# Progettazione degli esperimenti

## Simulazione a orizzonte infinito

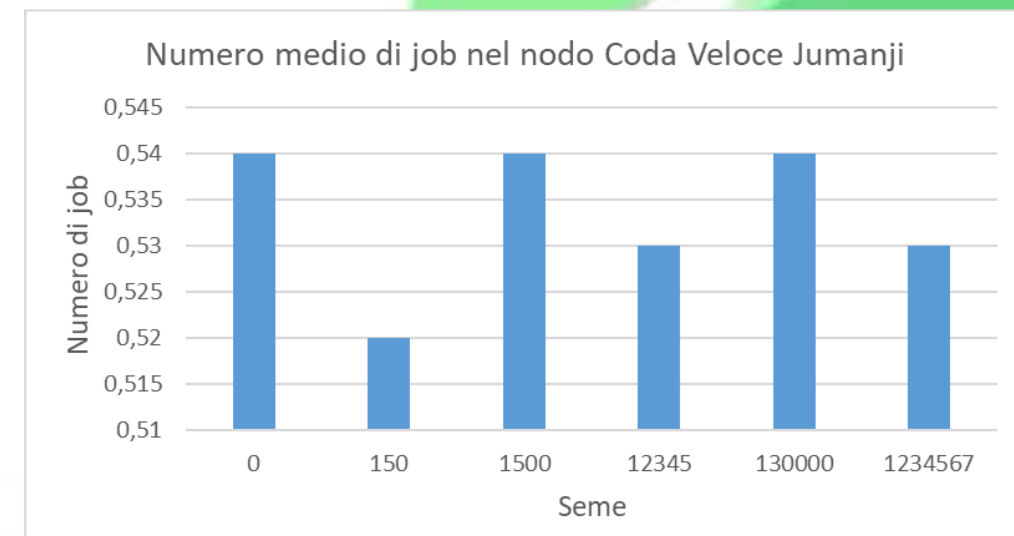
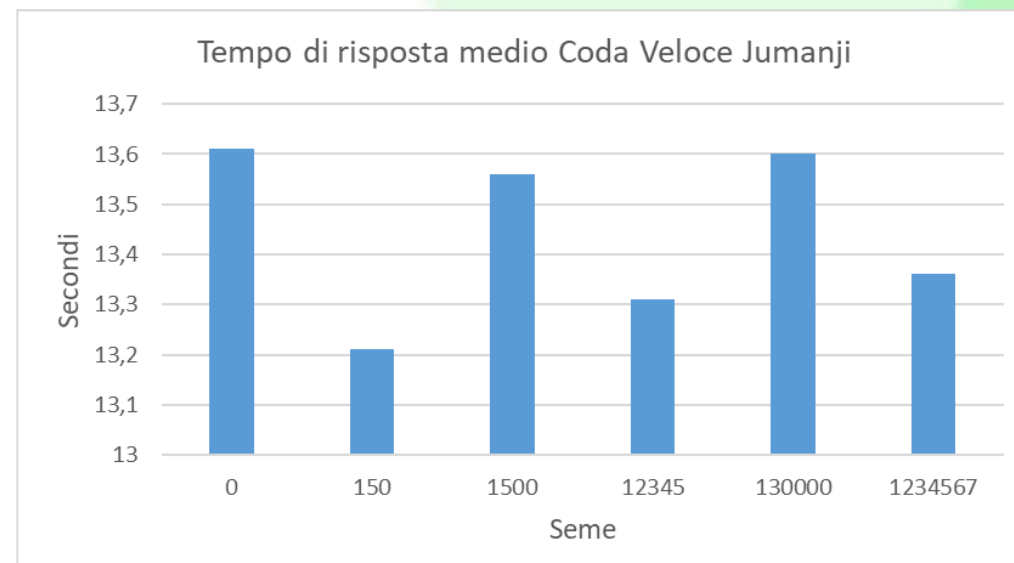
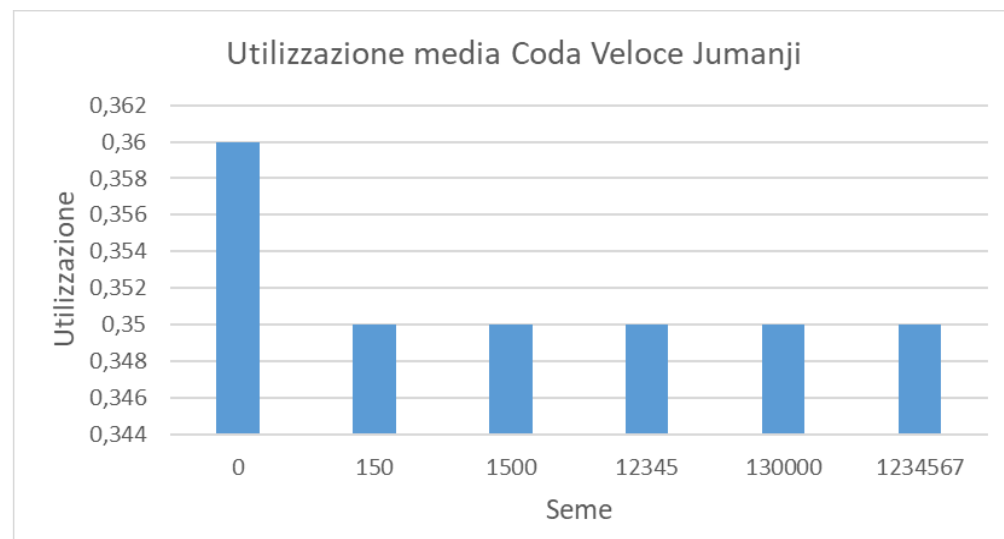
- È stato utilizzato il metodo delle Batch Means.
- I valori (B,K) scelti sono: B=256 e K=64.
- Alla fine di un'esecuzione vengono calcolati i vari valori medi di ogni nodo e si fa l'intervallo di confidenza.
- Il livello di confidenza scelto è pari a 0,95 ed è stato utilizzato l'algoritmo di Welford per calcolare i tempi medi e gli intervalli.
- I grafici mostrano il variare del tempo di risposta al variare del valore B, con K fisso.



# Progettazione degli esperimenti

## Simulazione a orizzonte finito

- Qui viene simulato un tempo di 3 ore, cioè la durata di una fascia oraria.
- La funzione PlantSeed(SEED) è chiamata una volta sola prima di far partire le varie repliche, così da non avere sovrapposizioni.
- Nei grafici è mostrato, al variare del seme, come varieranno i tempi medi di risposta, il numero di job nel nodo e l'utilizzazione. Inoltre è stato fissato il numero di job a 1000.



# Esecuzione simulazione

## Analisi QoS

L'obiettivo era avere, nella fascia con più affluenza, un tempo di risposta totale per chi passa in biglietteria e va in coda lenta sotto i 46 minuti, per chi accede a Jumanji, e sotto i 20 minuti, per chi accede ad Atlantide.

- Per Jumanji, si riesce ad avere un tempo di risposta in biglietteria di 18,68 secondi e un tempo di risposta nella coda lenta di 39,92 minuti. Sommando questi due tempi di risposta medi otteniamo un totale di 40,23 minuti.
- Per Atlantide, abbiamo sempre un tempo di risposta in biglietteria di 18,8 secondi e un tempo di risposta nella coda lenta di 60,17 secondi. In totale si ha un tempo di risposta 78,97 secondi, un valore molto più basso rispetto ai 20 minuti che si hanno nella realtà.



# Esecuzione simulazione

## Analisi collo di bottiglia

- Il collo di bottiglia di questo sistema è la coda lenta di Jumanji.
- Un problema purtroppo inevitabile visto come è strutturata l'attrazione.
- L'unica cosa che è possibile fare, allo stato attuale, è ottimizzare gli altri nodi (come la biglietteria) in modo da avere complessivamente dei tempi di risposta migliori.

# Conclusioni

- L'analisi effettuata ha cercato di ricreare il più possibile il sistema reale.
- La coda lenta di Jumanji: The Adventure è un problema ai fini dell'accesso all'attrazione, il divario che ha questa coda con quella veloce è smisurato. La soluzione ideale per ridurre questo problema sarebbe modificare la capacità di persone che accedono contemporaneamente in servizio, così da ottenere un  $E(S)$  più basso e ridurre le attese.
- Per l'attrazione Fuga da Atlantide, i valori che sono stati ricavati dalle simulazioni sono migliori rispetto ai valori reali. Questa differenza sarà data dal fatto che nella realtà non si utilizza la capienza massima di persone che possono partecipare al gioco ma solamente un numero ristretto.

**Grazie per l'attenzione !**

