**Lý thuyết hàng đợi**

Input bắt buộc: **X/Y/Z**

X: **Quá trình xuất hiện**

Y: **Quá trình phục vụ**

Z: **Số lượng phục vụ (có thể là ∞)**

**Hàng đợi M/M/1:** Một dòng phục vụ đơn**, phân bố t/gian xuất hiện Poisson,** phân bố thời gian phục vụ phân tán lũy thừa.

**Ký hiệu:**

Tốc độ xuất hiện

Tốc độ phục vụ -> thời gian phục vụ

L: số khách trung bình trong hệ thống

Lq: số khách trung bình trong hàng đợi

W: thời gian trong hệ thống

Wq: thời gian trong hàng đợi

**Hàng đợi M/M/1**:

Tốc độ sử dụng:  (Chú ý: : Tốt, : Giảm dần hiệu quả, Giảm nhanh hiệu quả)

Xác suất không có khách hàng trong hệ thống:

Xác suất có n khách hàng trong hệ thống:

Số khách trong hệ thống:

Số khách trong hàng đợi:

Thời gian chờ trong hệ thống:

Thời gian chờ trong hàng đợi:

**Ví dụ: BRT**

Mô hình hàng đợi giao thông ở HN có dạng M/M/1

Giả sử đường HN có thể phục vụ được 180 xe/h, tức là trong 1h có 180 xe có thể đi qua đường.

Giả sử có các ngày có 120 xe/h; 150 xe/h; 165 xe/h

Ta có:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | L | Lq | W (phút) | Wq (phút) |
| 120 | 180 | 0.67 | 2 | 1.33 | 1 | 0.67 |
| 150 | 180 | 0.83 | 5 | 4.167 | 2 | 1.67 |
| 165 | 180 | 0.917 | 11 | 10.083 | 4 | 3.67 |

Thực hiện chia đường theo BRT, ta có hai hàng đợi độc lập M/M/1 khác nhau.

Giả sử làn không có BRT rộng = 90% làn đường cũ, tức là số xe có thể phục vụ bằng 90% số xe khi chưa có BRT.

Ở HN, trung bình 10 phút có 1 xe bus đi qua, tức là có 6 xe bus/h.

* Các tham số sẽ chia ra với hai làn như sau:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | L1 | Lq1 | W1 (phút) | Wq1 (phút) |
| 114 | 162 | 0.7 | 2.375 | 1.67 | 1.25 | 0.88 |
| 144 | 162 | 0.89 | 8 | 7.11 | 3.33 | 2.96 |
| 159 | 162 | 0.98 | 53 | 52.02 | 20 | 19.63 |

(Làn không BRT)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | L2 | Lq2 | W2 (phút) | Wq2 (phút) |
| 6 | 18 | 0.33 | 0.5 | 0.167 | 5 | 1.67 |

(Làn BRT)

Nhận thấy so với cách phân làn HN không có BRT, đường HN có BRT không giảm quá nhiều về mức độ hiệu quả với các trường hợp có kết quả tốt. Tuy nhiên, trong trường hợp mô hình hàng đợi giảm nhanh hiệu quả, làn không có BRT có thời gian chờ tăng cao để giữ mức độ ổn định cho làn BRT.