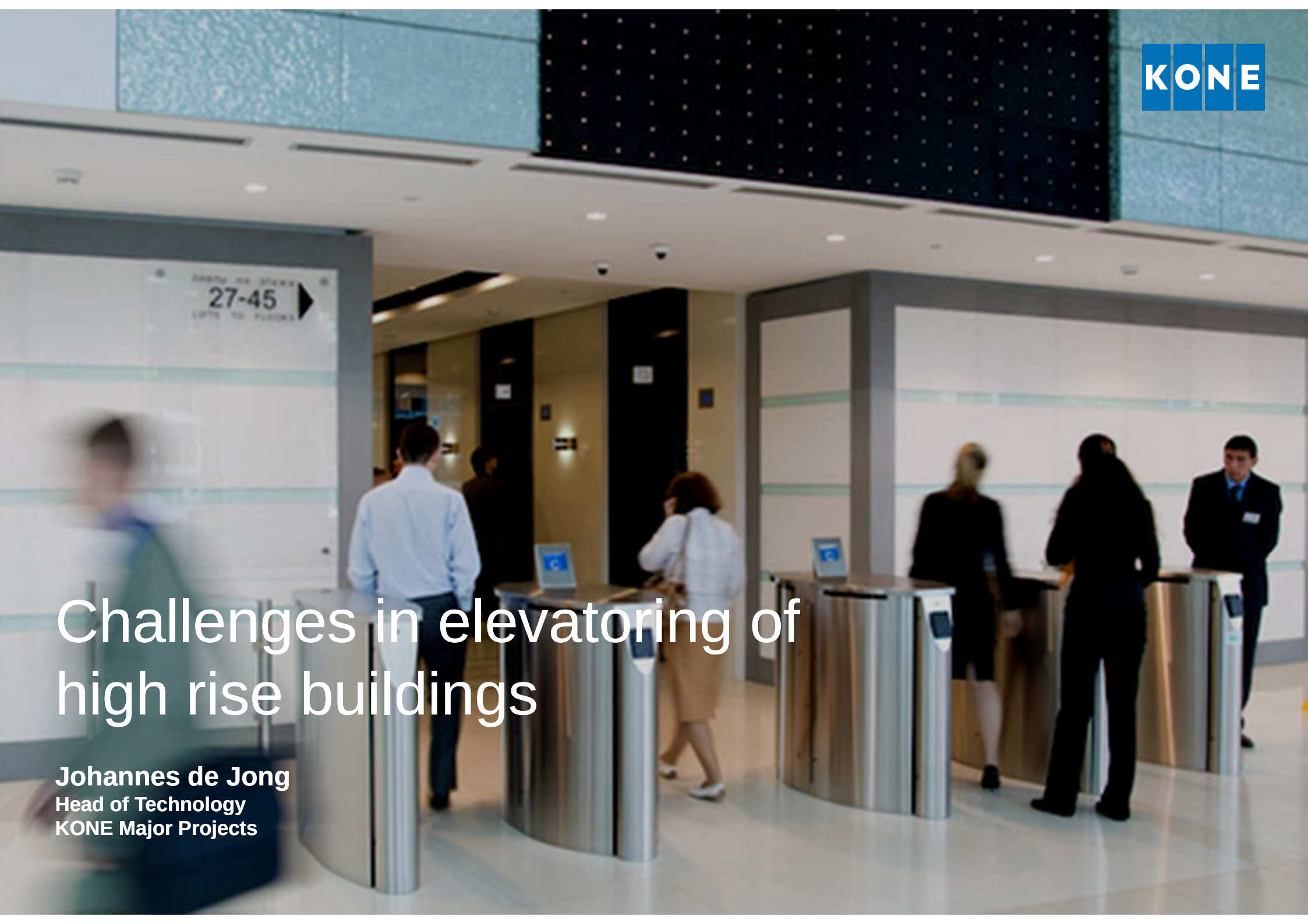


Challenges in elevatoring of high rise buildings

Johannes de Jong
Head of Technology
KONE Major Projects

TRAFFIC

- GENERALITIES
- INFORMATION NEEDED
- PARAMETER SELECTION
- TRAFFIC CALCULATION
- TRAFFIC BOOSTING
- ZONING



Marina Bay Sands, Singapore

Generalities

Understanding high rise buildings



























Generalities

Understanding high rise buildings









Rembrandt
Anatomy lesson
of professor Nicolas Tulp
(1632). L'Aia, Mauritius



AIR-CONDITIONING

VERTICAL TRANSPORTATION

BUILDING MANAGEMENT SYSTEM

STRUCTURAL CORE



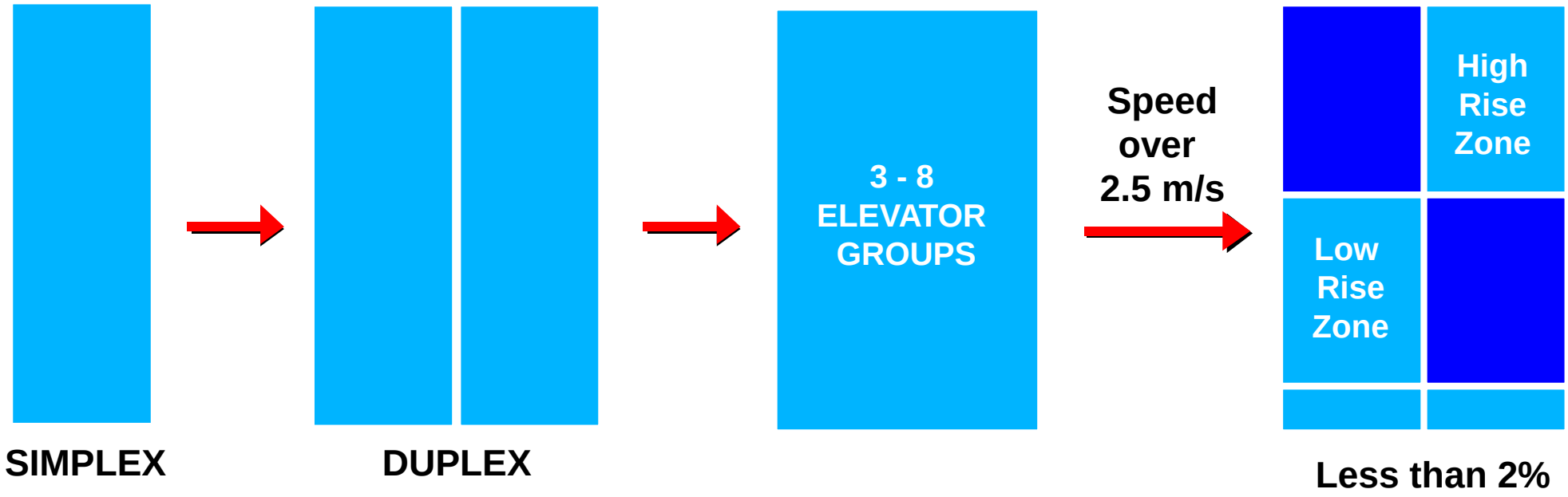
Copyright © 2001 Santiago Calatrava SA/SAMARK AB

Generalities

New construction elevator market

LOW AND MID RISE BUILDINGS

HIGH RISE BUILDINGS



Speed up to 1.6 m/s

70 - 85%

15 - 30%

Generalities

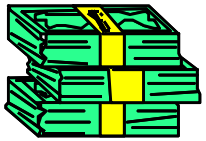
Realities when selecting elevator systems

COMPROMISE BETWEEN:

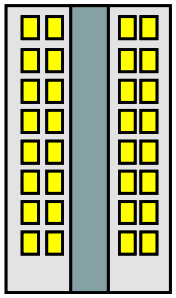
- **Passenger service level**



- **Budget**



- **Core space needed**



TRAFFIC

- GENERALITIES
- INFORMATION NEEDED
- PARAMETER SELECTION
- TRAFFIC CALCULATION
- TRAFFIC BOOSTING
- ZONING



The Shard, London

Information needed

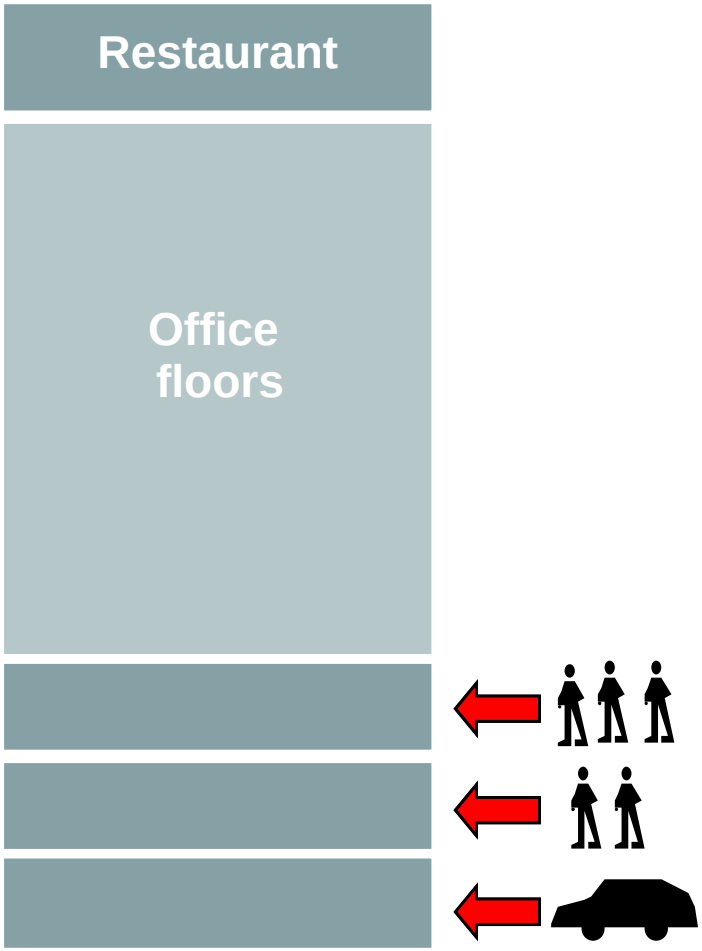
Building & traffic information

BUILDING

- **End use (office, hotel, hospital, etc.)**
- **Number of floors**
- **Floor heights**

TRAFFIC

- **Number of elevator users**
- **Utilisation of floors**
- **Single/multiple tenant office building**
- **Fixed/flexible working hours**



Information needed

Population information

DETERMINING THE POPULATION

- **Net area / floor**
- **Number of rooms**
- **Number of beds**



4 m

3 m

TYPICAL EXAMPLES

- **Population density may vary locally**
- **Offices 10 - 14 (...25) m^2/ person**
- **Hotels 1.5 - 1.9 persons/ room**
- **Hospitals 1.0 - 3.0 visitors and 1.5 – 3.0 employees / bed**
- **Case by case for other building types**

TRAFFIC

- GENERALITIES
- INFORMATION NEEDED
- PARAMETER SELECTION
- TRAFFIC CALCULATION
- TRAFFIC BOOSTING
- ZONING



Etihad Towers, Abu Dhabi

Parameter selection

Main parameters

INTERVAL

AVERAGE TIME BETWEEN ELEVATORS
LEAVING FROM THE LOBBY

HANDLING CAPACITY

NUMBER OF PASSENGERS TRANSPORTED UP
WITH 80 % CAR LOAD IN FIVE MINUTES

NOMINAL TRAVEL TIME

TRAVEL HEIGHT DIVIDED BY THE RATED SPEED
OF THE ELEVATOR

Parameter selection

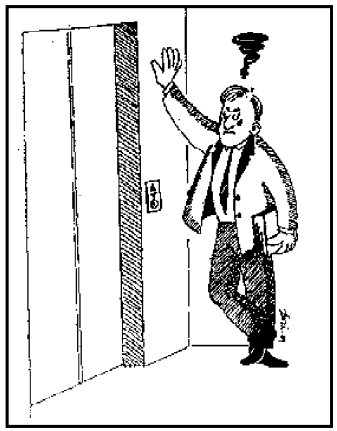
Main parameters, Interval

INTERVAL

AVERAGE TIME BETWEEN ELEVATORS LEAVING FROM THE LOBBY

TOO SHORT < **CORRECT INTERVAL** < **TOO LONG**

Cars don't have enough time to get loaded, expensive



Long waiting times

Commercial Buildings and Hotels

INTERVAL:	
Quality Level	Interval (s) Incoming
Excellent	20 - 25
Good	25 - 32
Satisfactory	32 - 40

Residential Buildings

INTERVAL:	
Quality Level	Interval (s) Incoming
Excellent	20 - 60
Good	60 - 80
Satisfactory	80 - 100

Parameter selection

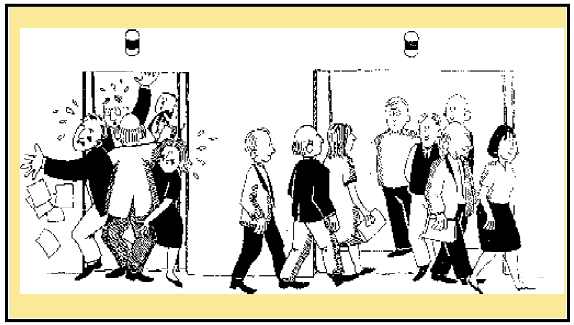
Main parameters, Handling capacity

HANDLING CAPACITY

NUMBER OF PASSENGERS
TRANSPORTED UP WITH
80 % CAR LOAD IN FIVE MINUTES

TOO SMALL < **PROPERLY DIMENSIONED ELEVATOR CROUP** < **TOO BIG**

Cannot absorb traffic peaks, queuing



Too expensive

HANDLING CAPACITY % OF POPULATION IN 5 MIN.:

Type of Building	Working Hours	Transp. Capacity Excellent	Good
Offices:			
- one company	common	20 - 25	16 - 20
- one company	flexible	16 – 20	13 - 16
- diversified	common	16 - 20	13 - 16
- diversified	flexible	15 – 18	12 - 15
Hotels:		16 - 20	12 – 16
Residential:		> 7.5	5 - 7.5
Hospitals:			
- personnel		16 - 20	13 - 16

Parameter selection

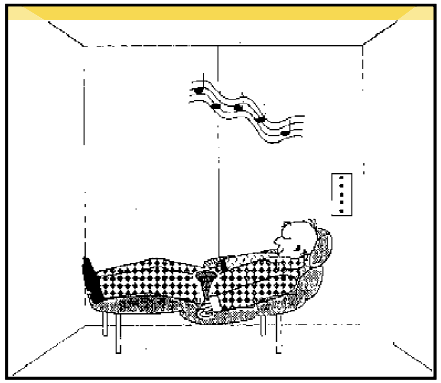
Main parameters, Nominal travel time

NOMINAL TRAVEL TIME

TRAVEL HEIGHT DIVIDED BY
THE RATED SPEED OF THE ELEVATOR

TOO SHORT < **TRAVEL HEIGHT / RATED SPEED** < **TOO LONG**

Unnecessarily high speed (expensive, ride comfort issues)



Speed too slow (long journey times)

Commercial Buildings and Hotels

NOMINAL TRAVEL TIME:	
Quality Level	Travel Time (s)
Excellent	15 - 20
Good	20 - 25
Satisfactory	25 - 32

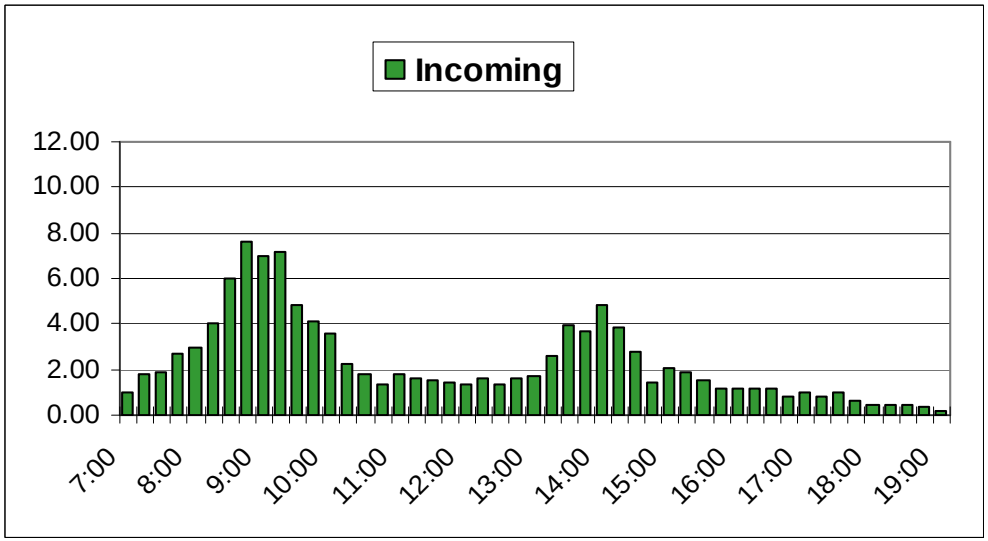
Residential Buildings

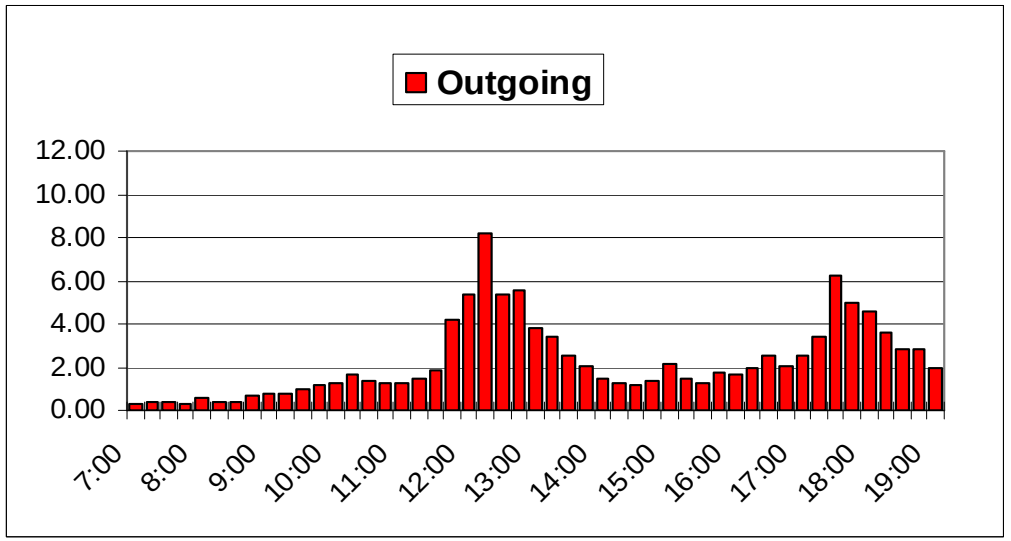
NOMINAL TRAVEL TIME:	
Quality Level	Travel Time (s)
Excellent	20 - 25
Good	25 - 32
Satisfactory	32 - 50

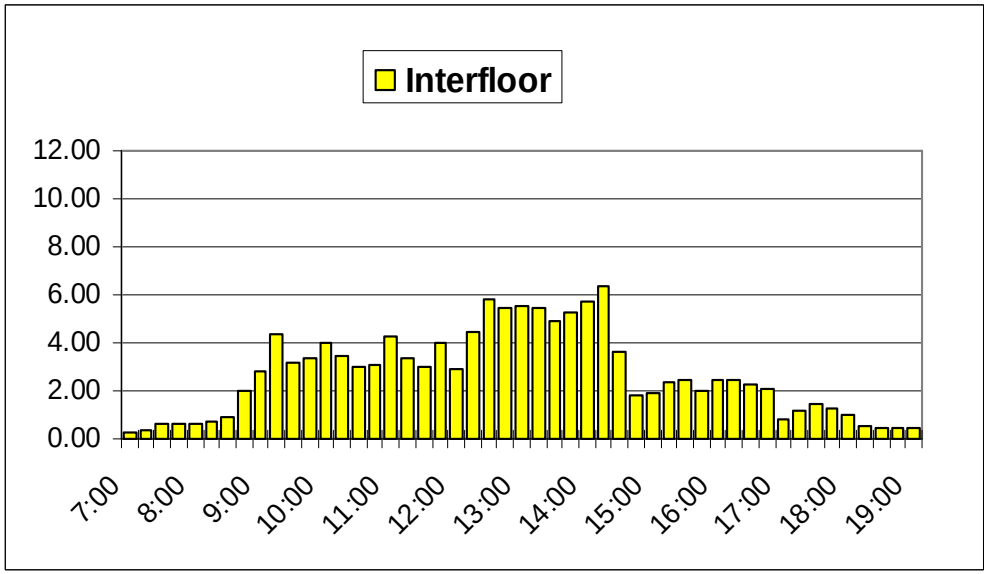
Parameter selection

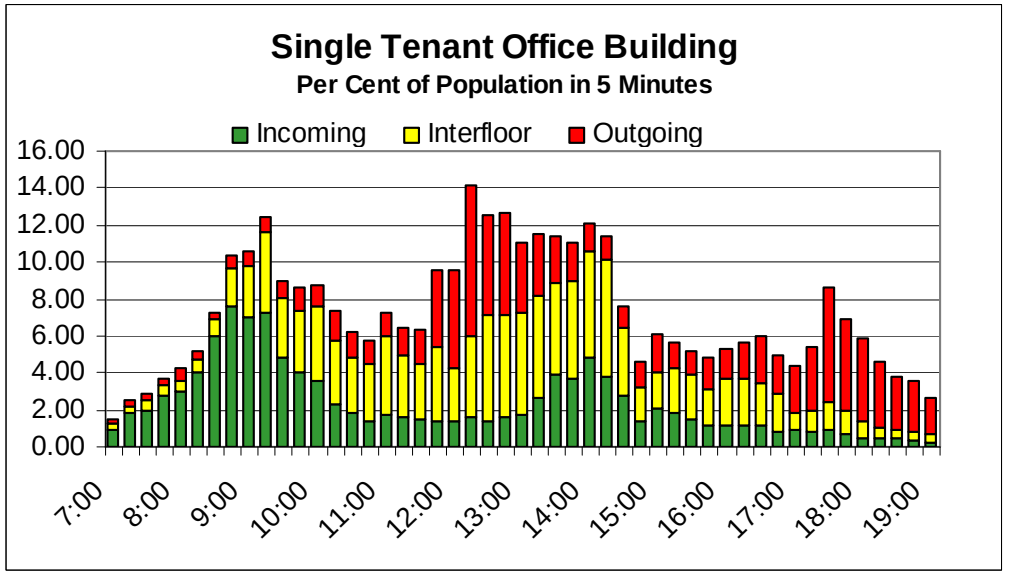
Actual traffic measurements

- Single tenant office with common working hours, EDF in Paris





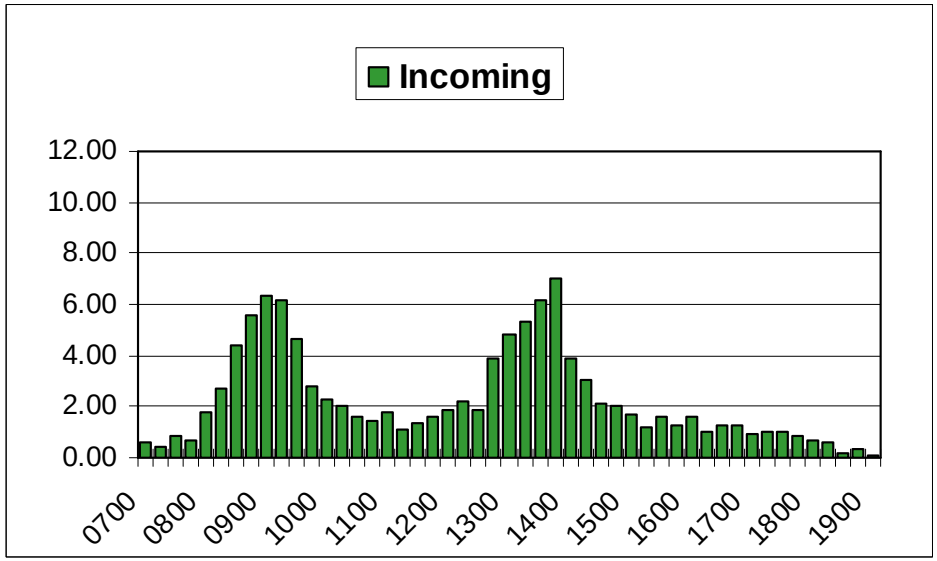


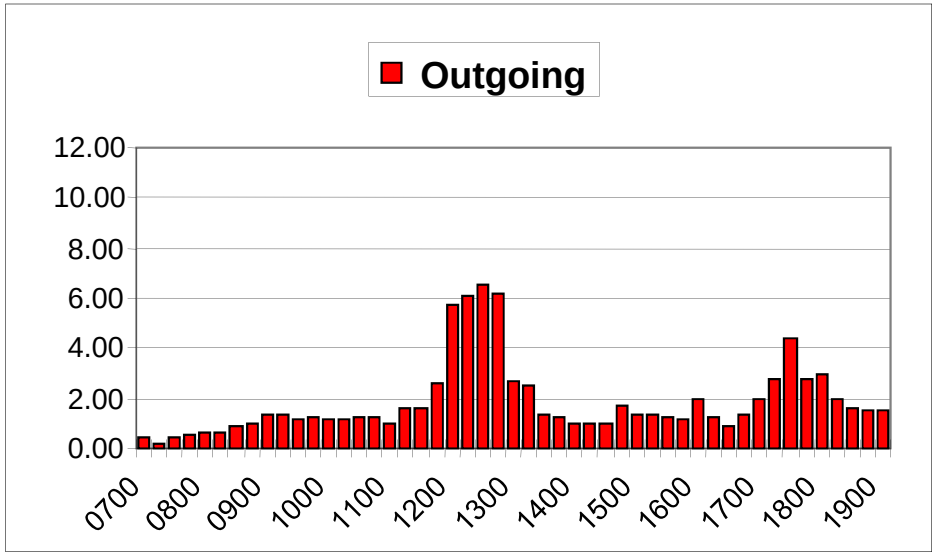


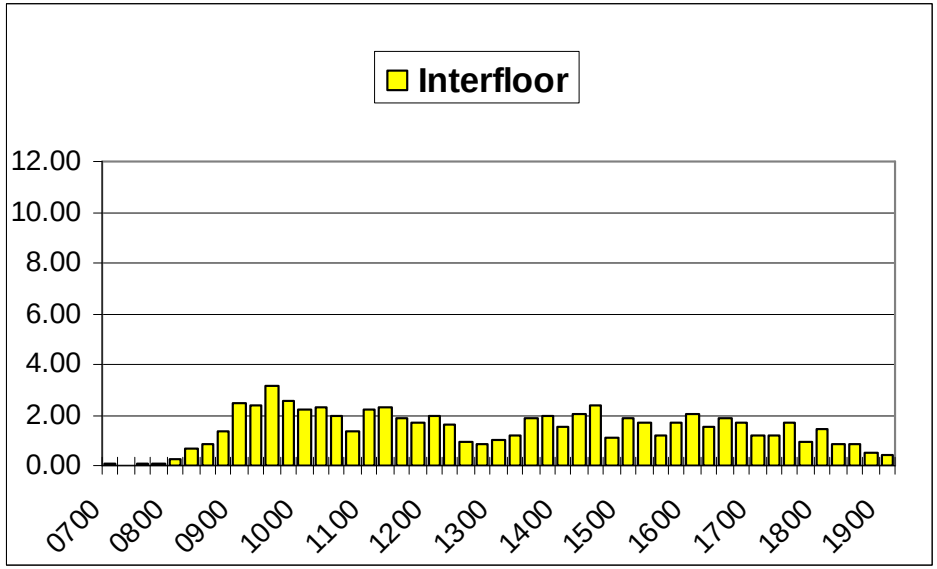
Parameter selection

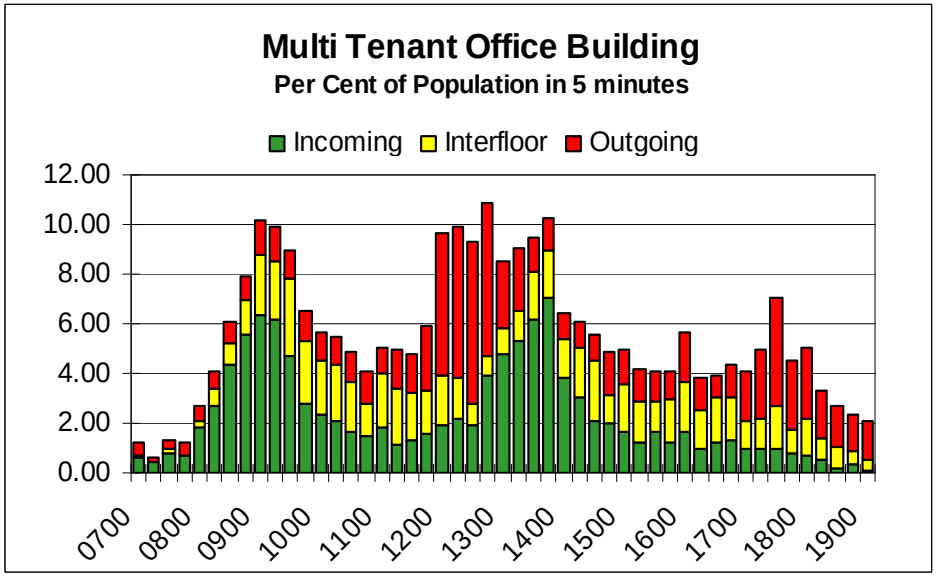
Actual traffic measurements

- Multi tenant office building, Tour Europe in Paris





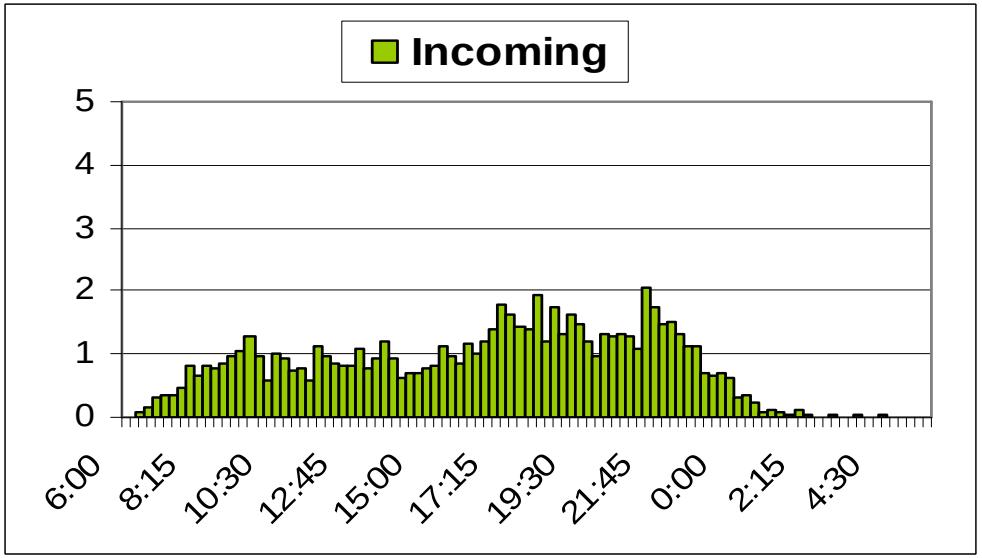


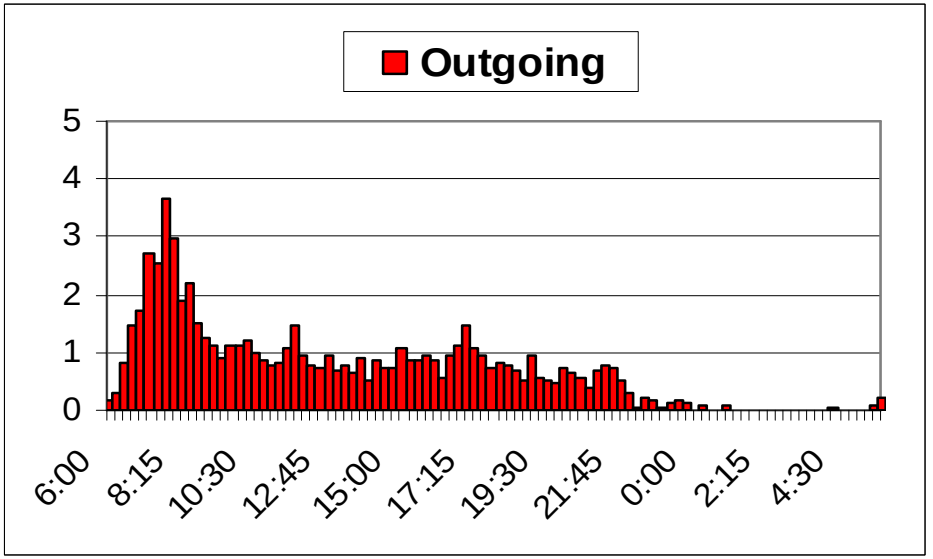


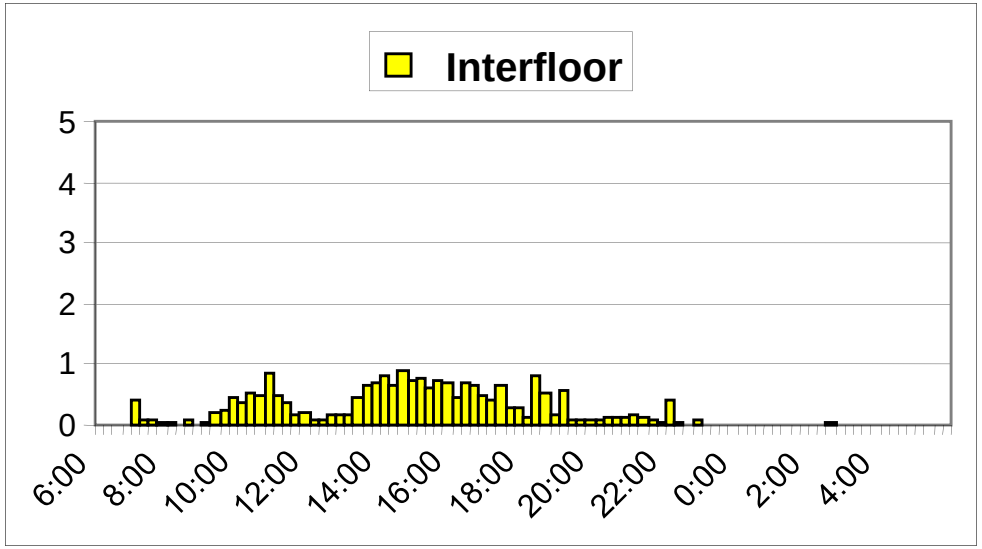
Parameter selection

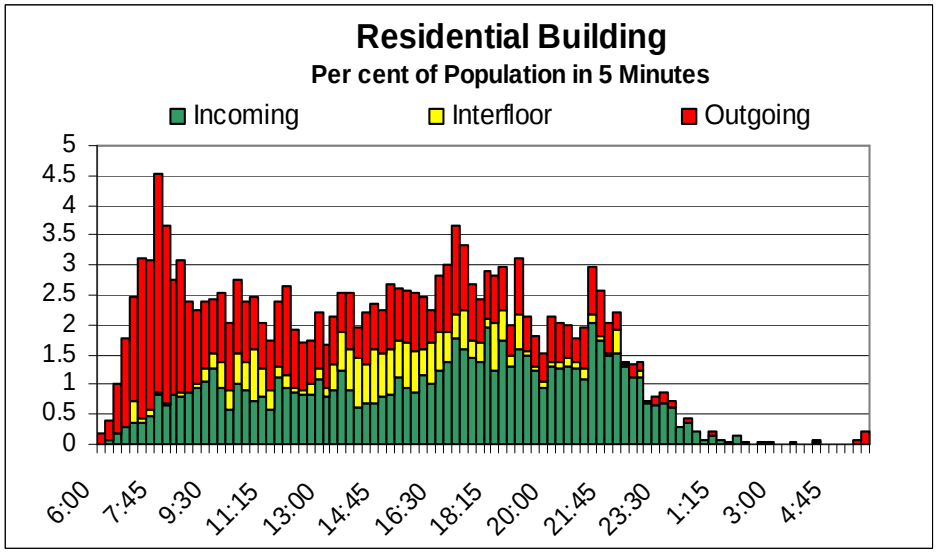
Actual traffic measurements

Residential building, Hong Kong





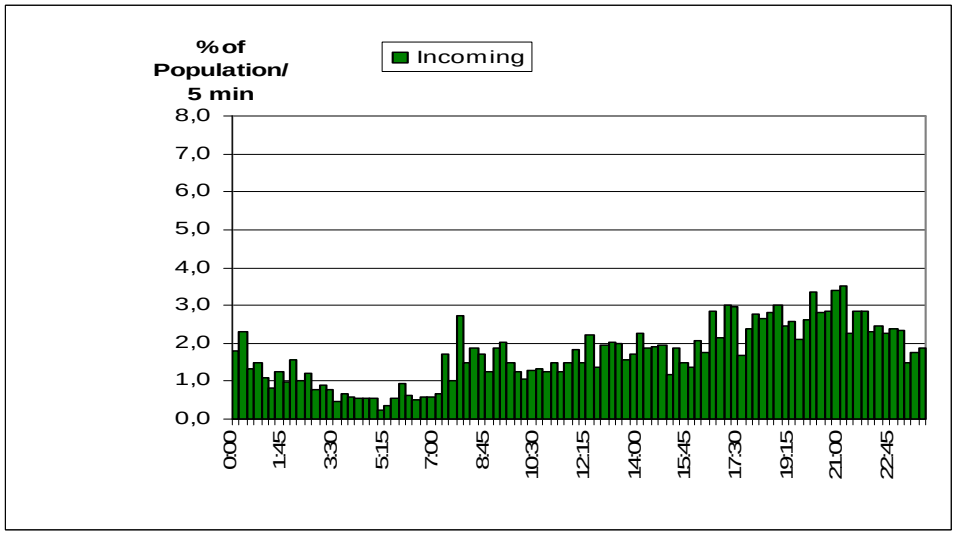


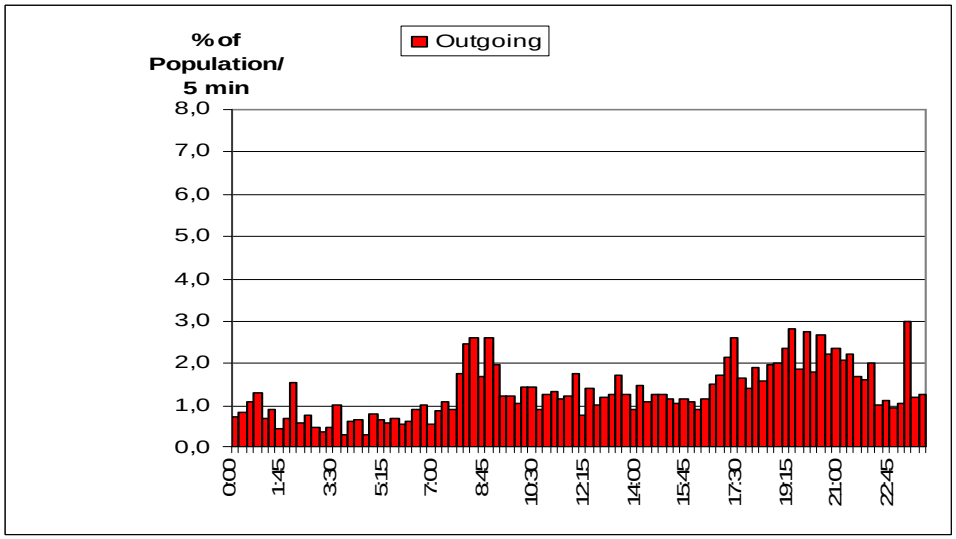


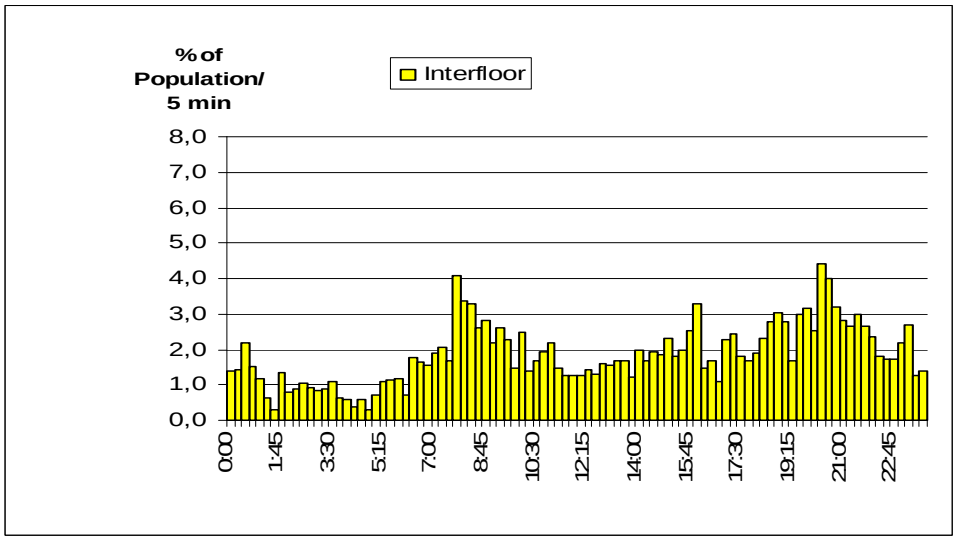
Parameter selection

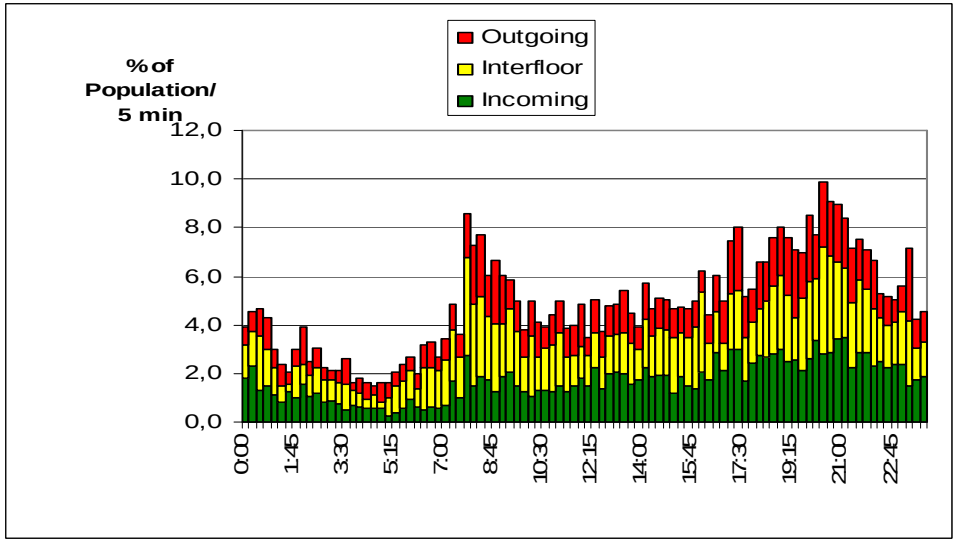
Actual traffic measurements

High Rise Hotel, Cairo









TRAFFIC

- GENERALITIES
- INFORMATION NEEDED
- PARAMETER SELECTION
- TRAFFIC CALCULATION
- TRAFFIC BOOSTING
- ZONING

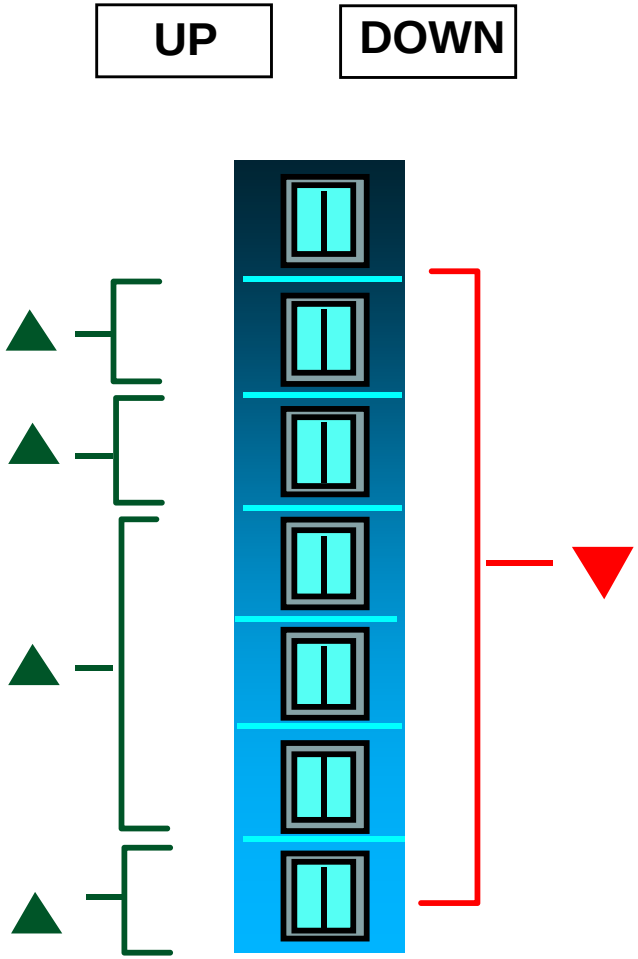


Dubai Towers, Doha

Traffic calculation

Up-peak calculation method

- **Cars are assumed to fill up to 80% of their Capacity**
- **Calculate Round Trip Time (RTT) using probable stops**
- **Interval = RTT/Number of lifts**
- **Handling Capacity = 0.8*300*Car size in persons/Interval**



Traffic calculation

Values for H&S for 6 to 26 persons

Number of floors N, above MT	H and S values for rated capacity (80% capacity shown in parentheses)													
	6 (4,8)		8 (6,4)		10 (8,0)		13 (10,4)		16 (12,8)		21 (16,8)		26 (20,8)	
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S
5	4,6	3,3	4,7	3,8	4,8	4,2	4,9	4,5	4,9	4,7	5,0	4,9	5,0	5,0
6	5,4	3,5	5,6	4,1	5,7	4,6	5,8	5,1	5,9	5,4	6,0	5,7	6,0	5,9
7	6,2	3,7	6,5	4,4	6,6	5,0	6,8	5,6	6,8	6,0	6,9	6,5	7,0	6,7
8	7,1	3,8	7,4	4,6	7,5	5,3	7,7	6,0	7,8	6,6	7,9	7,2	7,9	7,5
9	7,9	3,9	8,2	4,8	8,4	5,5	8,6	6,4	8,7	7,0	8,8	7,8	8,9	8,2
10	8,7	4,0	9,1	4,9	9,3	5,7	9,5	6,7	9,7	7,4	9,8	8,3	9,9	8,9
11	9,6	4,0	10,0	5,0	10,2	5,9	10,5	6,9	10,6	7,8	10,8	8,8	10,8	9,5
12	10,4	4,1	10,8	5,1	11,1	6,0	11,4	7,1	11,5	8,1	11,7	9,2	11,8	10,0
13	11,2	4,1	11,7	5,2	12,0	6,1	12,3	7,3	12,5	8,3	12,7	9,6	12,8	10,5
14	12,1	4,2	12,6	5,3	12,9	6,3	13,2	7,5	13,4	8,6	13,6	10,0	13,7	11,0
15	12,9	4,2	13,4	5,4	13,8	6,4	14,1	7,7	14,3	8,8	14,6	10,3	14,7	11,4
16	13,7	4,3	14,3	5,4	14,7	6,5	15,0	7,8	15,3	9,0	15,5	10,6	15,7	11,8
17	14,5	4,3	15,3	5,5	15,6	6,5	16,0	8,0	16,2	9,2	16,5	10,9	16,6	12,2
18	15,4	4,3	16,0	5,5	16,6	6,6	16,9	8,1	17,1	9,3	17,4	11,1	17,6	12,5
19	16,2	4,3	16,9	5,6	17,4	6,7	17,8	8,2	18,1	9,5	18,4	11,3	18,5	12,8
20	17,0	4,4	17,8	5,6	18,2	6,7	18,7	8,3	19,0	9,6	19,3	11,6	19,5	13,1
21	17,9	4,4	18,6	5,6	19,1	6,8	19,6	8,4	19,9	9,8	20,3	11,7	20,5	13,4
22	18,7	4,4	19,5	5,7	20,0	6,8	20,5	8,4	20,9	9,9	21,2	11,9	21,4	13,6
23	19,5	4,4	20,4	5,7	20,9	6,9	21,4	8,5	21,8	10,0	22,1	12,1	22,4	13,9
24	20,3	4,4	21,2	5,7	21,8	6,9	22,4	8,6	22,7	10,1	23,1	12,3	23,3	14,1

Schröder (1955), using statistical theory, determined the highest average reversal floor H as:

$$H = N - \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{i}{N}\right)^{P}$$

Basset Jones (1923), using statistical theory, determined the average number of stops S as:

$$S = N\left(1 - \left(1 - \frac{1}{N}\right)^{P}\right)$$

Where:
S = The average number of stops on the way up
N = The number of floors above the main terminal
P = The number of passengers carried
(80% of rated capacity)

Traffic calculation

Example case

Number of floors N, above MT	H and S values for rated capacity (80% capacity shown in parentheses)													
	6 (4,8)		8 (6,4)		10 (8,0)		13 (10,4)		16 (12,8)		21 (16,8)		26 (20,8)	
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S
5	4,6	3,3	4,7	3,8	4,8	4,2	4,9	4,5	4,9	4,7	5,0	4,9	5,0	5,0
6	5,4	3,5	5,6	4,1	5,7	4,6	5,8	5,1	5,9	5,4	6,0	5,7	6,0	5,9
7	6,2	3,7	6,5	4,4	6,6	5,0	6,8	5,6	6,8	6,0	6,9	6,5	7,0	6,7
8	7,1	3,8	7,4	4,6	7,5	5,3	7,7	6,0	7,8	6,6	7,9	7,2	7,9	7,5
9	7,9	3,9	8,2	4,8	8,4	5,5	8,6	6,4	8,7	7,0	8,8	7,8	8,9	8,2
10	8,7	4,0	9,1	4,9	9,3	5,7	9,5	6,7	9,7	7,4	9,8	8,3	9,9	8,9
11	9,6	4,0	10,0	5,0	10,2	5,9	10,5	6,9	10,6	7,8	10,8	8,8	10,8	9,5
12	10,4	4,1	10,8	5,1	11,1	6,0	11,4	7,1	11,5	8,1	11,7	9,2	11,8	10,0
13	11,2	4,1	11,7	5,2	12,0	6,1	12,3	7,3	12,5	8,3	12,7	9,6	12,8	10,5
14	12,1	4,2	12,6	5,3	12,9	6,3	13,2	7,5	13,4	8,6	13,6	10,0	13,7	11,0
15	12,9	4,2	13,4	5,4	13,8	6,4	14,1	7,7	14,3	8,8	14,6	10,3	14,7	11,4
16	13,7	4,3	14,3	5,4	14,7	6,5	15,0	7,8	15,3	9,0	15,5	10,6	15,7	11,8
17	14,5	4,3	15,3	5,5	15,6	6,5	16,0	8,0	16,2	9,2	16,5	10,9	16,6	12,2
18	15,4	4,3	16,0	5,5	16,6	6,6	16,9	8,1	17,1	9,3	17,4	11,1	17,6	12,5
19	16,2	4,3	16,9	5,6	17,4	6,7	17,8	8,2	18,1	9,5	18,4	11,3	18,5	12,8
20	17,0	4,4	17,8	5,6	18,2	6,7	18,7	8,3	19,0	9,6	19,3	11,6	19,5	13,1
21	17,9	4,4	18,6	5,6	19,1	6,8	19,6	8,4	19,9	9,8	20,3	11,7	20,5	13,4
22	18,7	4,4	19,5	5,7	20,0	6,8	20,5	8,4	20,9	9,9	21,2	11,9	21,4	13,6
23	19,5	4,4	20,4	5,7	20,9	6,9	21,4	8,5	21,8	10,0	22,1	12,1	22,4	13,9
24	20,3	4,4	21,2	5,7	21,8	6,9	22,4	8,6	22,7	10,1	23,1	12,3	23,3	14,1

Case:

High Rise Zone
Serving floors 17-32
100 Persons /floor
(1600 Persons)

Fl-Fl = 4 m
Lobby (level 0) = 8m
Travel 132 m

Speed 6 m/s
Use 21 person cars (16.8 actual passengers)

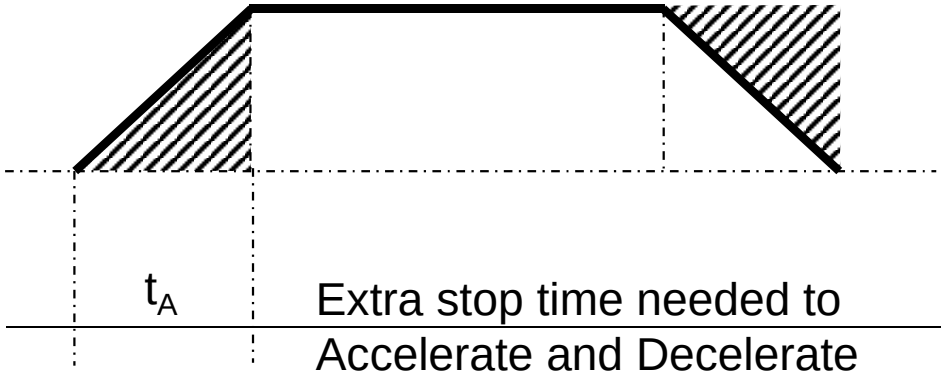
We need a 12% 5HC and a 30 seconds interval

We go practically to the top and make 10.6 stops upwards and one stop going down.

Traffic calculation

Example case

Time needed to cover Up and down travel ≈ (2 x 132) / 6 = 44 sec.



Time needed to Accelerate / Decelerate ≈ Speed + 0.5 sec = 6.5 sec

Time needed for door operation ≈ 4.0 sec

Time needed For each stop ≈ 6.5 + 4 = 10.5 sec.

Total time needed for stops ≈ 11.6 x 10.5 = 122 sec.

Passenger transfer time ≈ 16.8 x 2 = 34 sec.

Round Trip Time ≈ 44 + 122 + 34 = 200 sec.

Traffic calculation

Example case

In 5 minutes 1 lift can move: ≈ 300 / 200 x 16.8 = 25 passengers

We need to move 12% of the 1600 people population in 5 minutes = 192 persons

To do this we need 192 / 25 = 7.7 = 8 elevators

We also need an interval of 30 seconds

As the Round Trip Time = 200 seconds, we need 200 / 30 = 6.7 = 7 elevators

---

The handling capacity will require most elevators = 8 elevators

---

Result:
We need 8 elevators with a speed of 6 m/s and a capacity of 21 persons.

KONE Quick Traffic

KONE Planulator

TRAFFIC

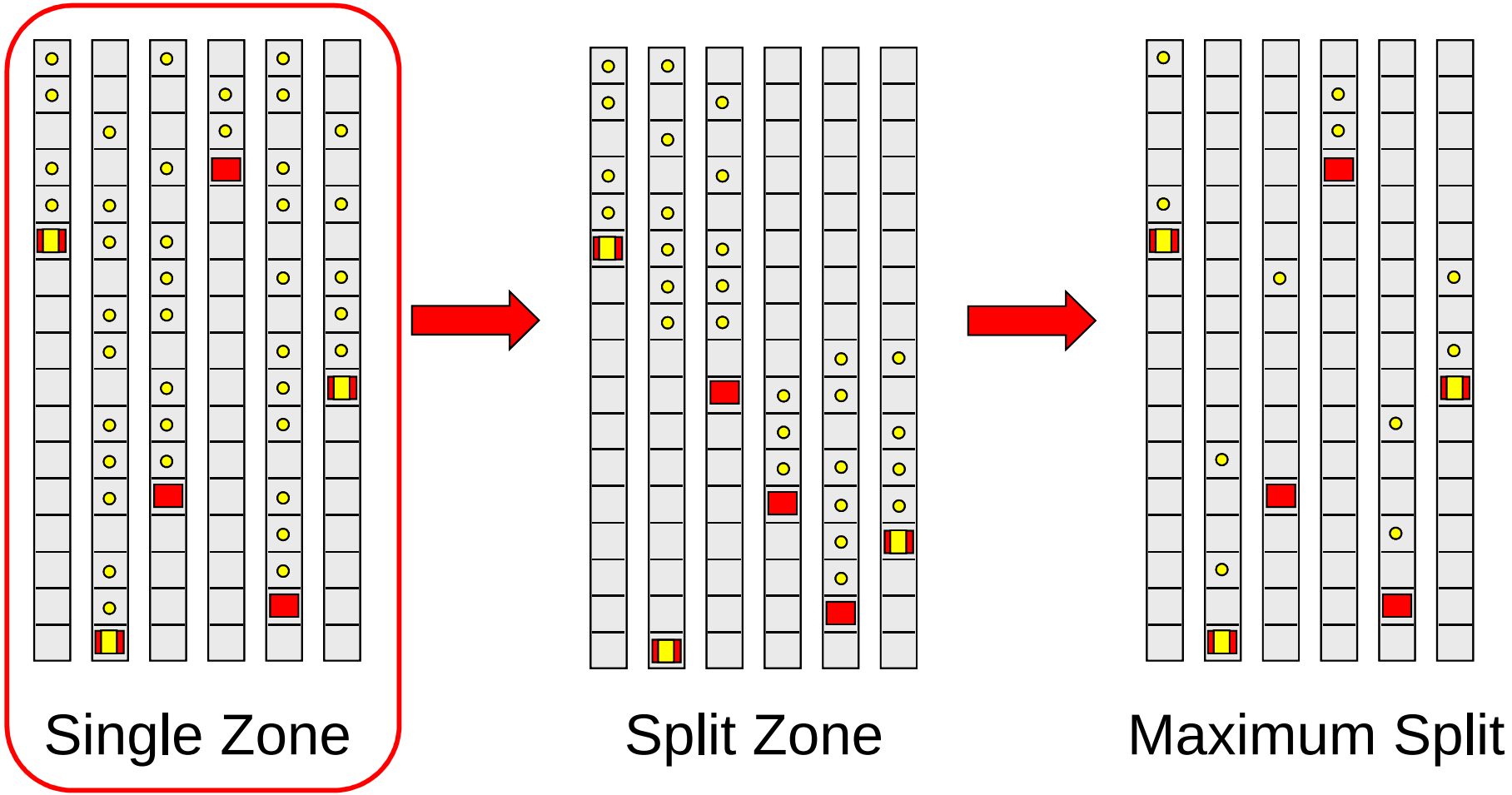
- GENERALITIES
- INFORMATION NEEDED
- PARAMETER SELECTION
- TRAFFIC CALCULATION
- TRAFFIC BOOSTING
- ZONING



Tour AXA, Paris

Traffic boosting
Principles of boosting

REDUCING THE NUMBER OF STOPS



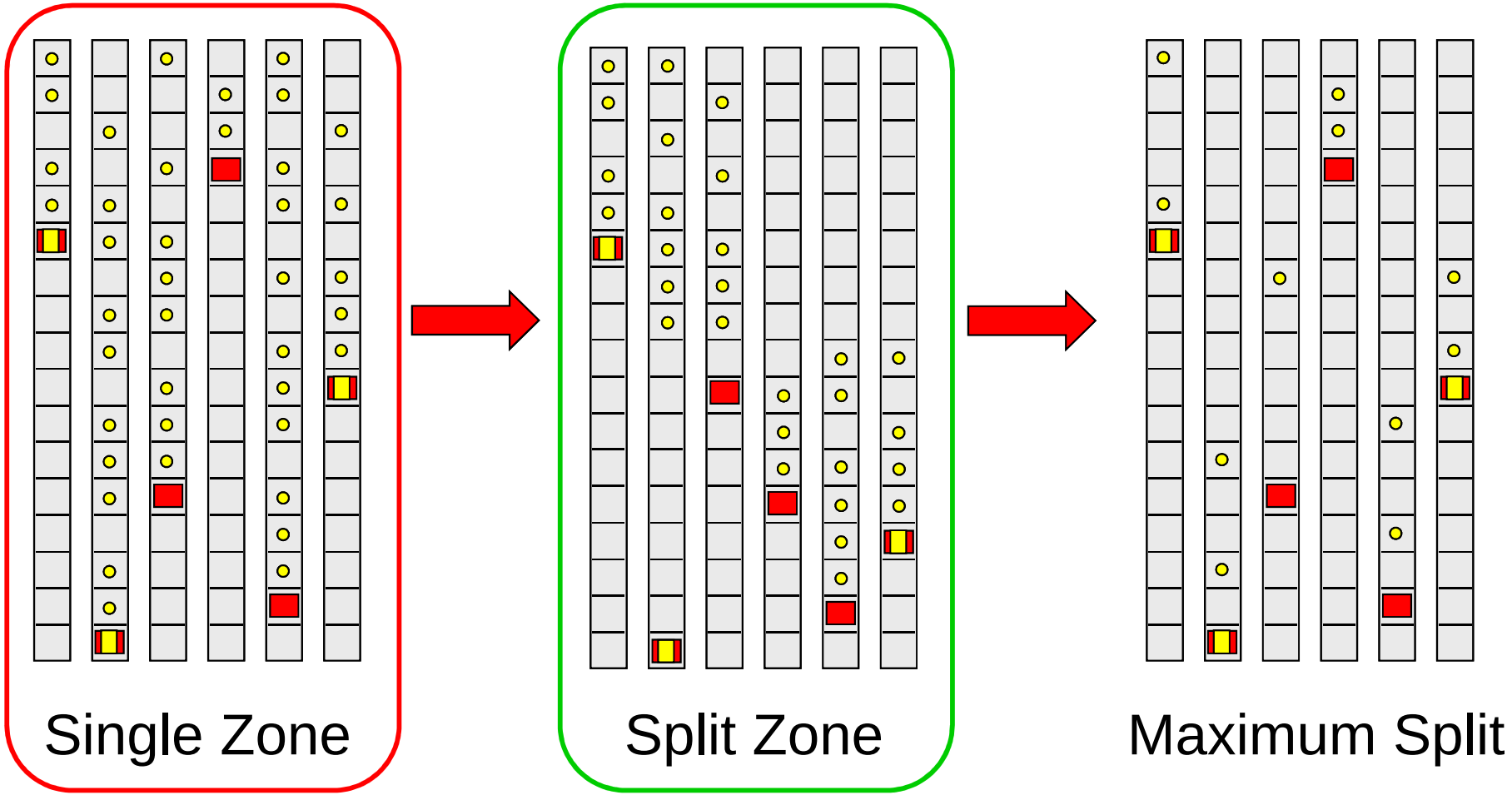
Traffic boosting

Principles of boosting

Number of floors N, above MT	H and S values for rated capacity (80% capacity shown in parentheses)													
	6 (4,8)		8 (6,4)		10 (8,0)		13 (10,4)		16 (12,8)		21 (16,8)		26 (20,8)	
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S
5	4,6	3,3	4,7	3,8	4,8	4,2	4,9	4,5	4,9	4,7	5,0	4,9	5,0	5,0
6	5,4	3,5	5,6	4,1	5,7	4,6	5,8	5,1	5,9	5,4	6,0	5,7	6,0	5,9
7	6,2	3,7	6,5	4,4	6,6	5,0	6,8	5,6	6,8	6,0	6,9	6,5	7,0	6,7
8	7,1	3,8	7,4	4,6	7,5	5,3	7,7	6,0	7,8	6,6	7,9	7,2	7,9	7,5
9	7,9	3,9	8,2	4,8	8,4	5,5	8,6	6,4	8,7	7,0	8,8	7,8	8,9	8,2
10	8,7	4,0	9,1	4,9	9,3	5,7	9,5	6,7	9,7	7,4	9,8	8,3	9,9	8,9
11	9,6	4,0	10,0	5,0	10,2	5,9	10,5	6,9	10,6	7,8	10,8	8,8	10,8	9,5
12	10,4	4,1	10,8	5,1	11,1	6,0	11,4	7,1	11,5	8,1	11,7	9,2	11,8	10,0
13	11,2	4,1	11,7	5,2	12,0	6,1	12,3	7,3	12,5	8,3	12,7	9,6	12,8	10,5
14	12,1	4,2	12,6	5,3	12,9	6,3	13,2	7,5	13,4	8,6	13,6	10,0	13,7	11,0
15	12,9	4,2	13,4	5,4	13,8	6,4	14,1	7,7	14,3	8,8	14,6	10,3	14,7	11,4
16	13,7	4,3	14,3	5,4	14,7	6,5	15,0	7,8	15,3	9,0	15,5	10,6	15,7	11,8
17	14,5	4,3	15,3	5,5	15,6	6,5	16,0	8,0	16,2	9,2	16,5	10,9	16,6	12,2
18	15,4	4,3	16,0	5,5	16,6	6,6	16,9	8,1	17,1	9,3	17,4	11,1	17,6	12,5
19	16,2	4,3	16,9	5,6	17,4	6,7	17,8	8,2	18,1	9,5	18,4	11,3	18,5	12,8
20	17,0	4,4	17,8	5,6	18,2	6,7	18,7	8,3	19,0	9,6	19,3	11,6	19,5	13,1
21	17,9	4,4	18,6	5,6	19,1	6,8	19,6	8,4	19,9	9,8	20,3	11,7	20,5	13,4
22	18,7	4,4	19,5	5,7	20,0	6,8	20,5	8,4	20,9	9,9	21,2	11,9	21,4	13,6
23	19,5	4,4	20,4	5,7	20,9	6,9	21,4	8,5	21,8	10,0	22,1	12,1	22,4	13,9
24	20,3	4,4	21,2	5,7	21,8	6,9	22,4	8,6	22,7	10,1	23,1	12,3	23,3	14,1

Traffic boosting
Principles of boosting

REDUCING THE NUMBER OF STOPS



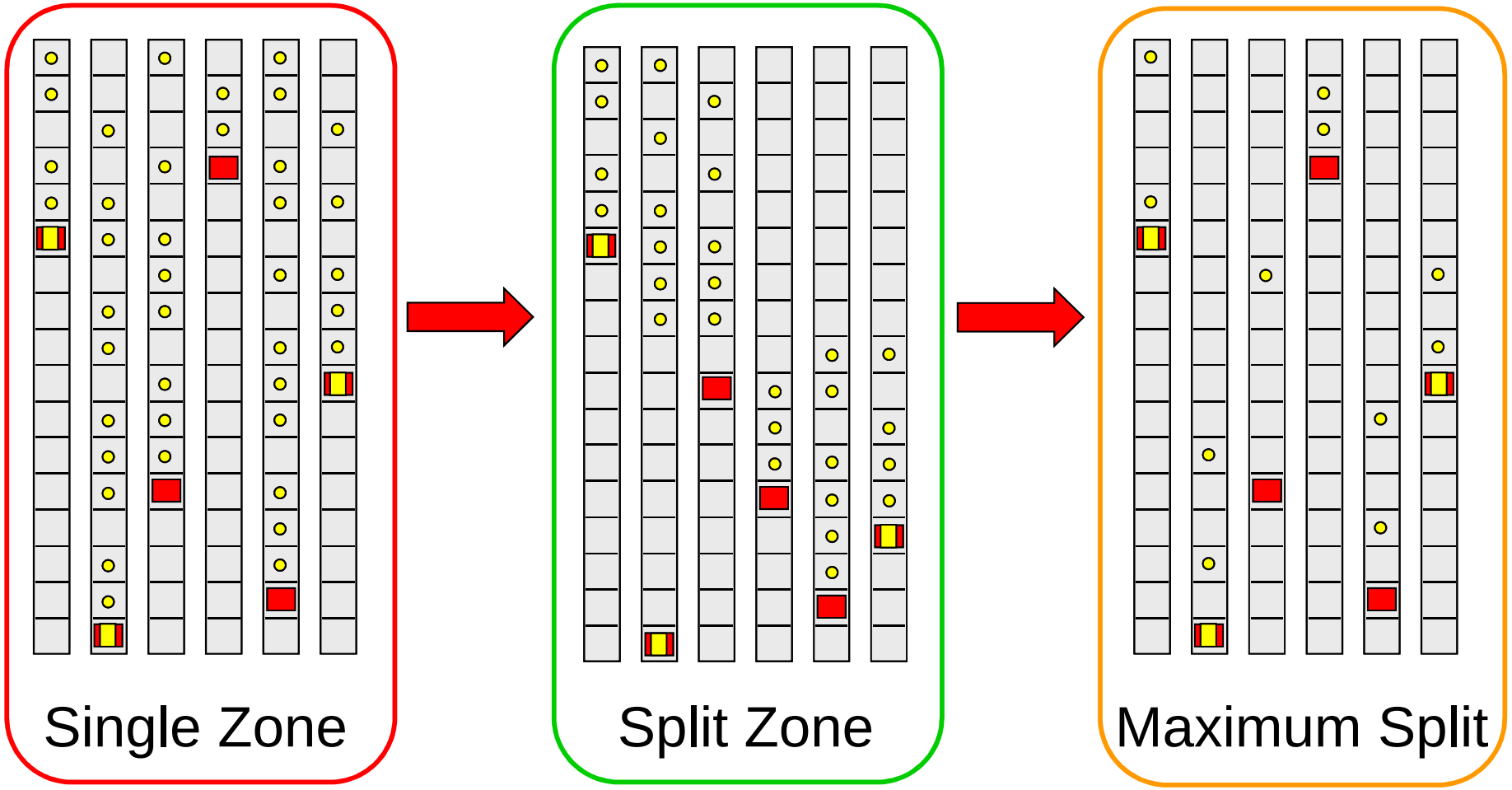
Traffic boosting

Principles of boosting

Number of floors N, above MT	H and S values for rated capacity (80% capacity shown in parentheses)													
	6 (4,8)		8 (6,4)		10 (8,0)		13 (10,4)		16 (12,8)		21 (16,8)		26 (20,8)	
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S
5	4,6	3,3	4,7	3,8	4,8	4,2	4,9	4,5	4,9	4,7	5,0	4,9	5,0	5,0
6	5,4	3,5	5,6	4,1	5,7	4,6	5,8	5,1	5,9	5,4	6,0	5,7	6,0	5,9
7	6,2	3,7	6,5	4,4	6,6	5,0	6,8	5,6	6,8	6,0	6,9	6,5	7,0	6,7
8	7,1	3,8	7,4	4,6	7,5	5,3	7,7	6,0	7,8	6,6	7,9	7,2	7,9	7,5
9	7,9	3,9	8,2	4,8	8,4	5,5	8,6	6,4	8,7	7,0	8,8	7,8	8,9	8,2
10	8,7	4,0	9,1	4,9	9,3	5,7	9,5	6,7	9,7	7,4	9,8	8,3	9,9	8,9
11	9,6	4,0	10,0	5,0	10,2	5,9	10,5	6,9	10,6	7,8	10,8	8,8	10,8	9,5
12	10,4	4,1	10,8	5,1	11,1	6,0	11,4	7,1	11,5	8,1	11,7	9,2	11,8	10,0
13	11,2	4,1	11,7	5,2	12,0	6,1	12,3	7,3	12,5	8,3	12,7	9,6	12,8	10,5
14	12,1	4,2	12,6	5,3	12,9	6,3	13,2	7,5	13,4	8,6	13,6	10,0	13,7	11,0
15	12,9	4,2	13,4	5,4	13,8	6,4	14,1	7,7	14,3	8,8	14,6	10,3	14,7	11,4
16	13,7	4,3	14,3	5,4	14,7	6,5	15,0	7,8	15,3	9,0	15,5	10,6	15,7	11,8
17	14,5	4,3	15,3	5,5	15,6	6,5	16,0	8,0	16,2	9,2	16,5	10,9	16,6	12,2
18	15,4	4,3	16,0	5,5	16,6	6,6	16,9	8,1	17,1	9,3	17,4	11,1	17,6	12,5
19	16,2	4,3	16,9	5,6	17,4	6,7	17,8	8,2	18,1	9,5	18,4	11,3	18,5	12,8
20	17,0	4,4	17,8	5,6	18,2	6,7	18,7	8,3	19,0	9,6	19,3	11,6	19,5	13,1
21	17,9	4,4	18,6	5,6	19,1	6,8	19,6	8,4	19,9	9,8	20,3	11,7	20,5	13,4
22	18,7	4,4	19,5	5,7	20,0	6,8	20,5	8,4	20,9	9,9	21,2	11,9	21,4	13,6
23	19,5	4,4	20,4	5,7	20,9	6,9	21,4	8,5	21,8	10,0	22,1	12,1	22,4	13,9
24	20,3	4,4	21,2	5,7	21,8	6,9	22,4	8,6	22,7	10,1	23,1	12,3	23,3	14,1

Traffic boosting
Principles of boosting

REDUCING THE NUMBER OF STOPS



Traffic boosting

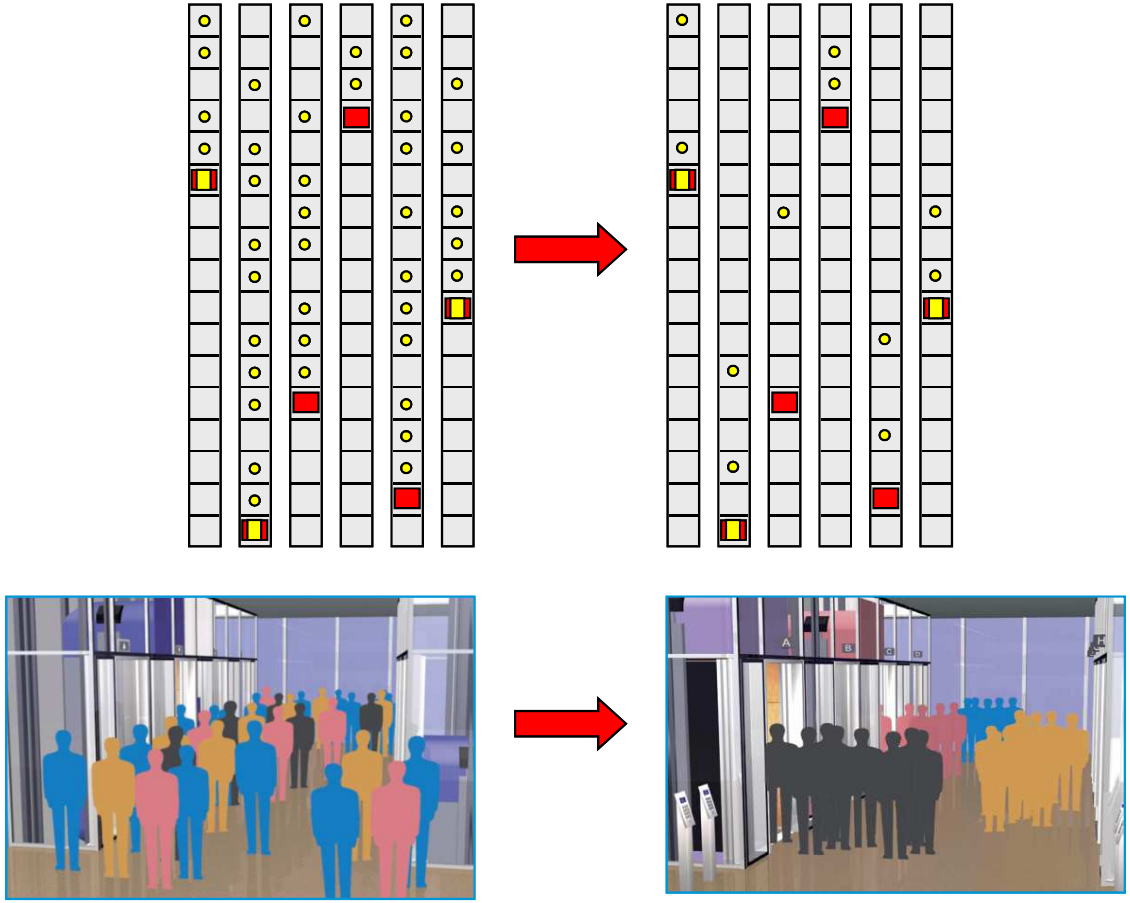
Principles of boosting

Number of floors N, above MT	H and S values for rated capacity (80% capacity shown in parentheses)													
	6 (4,8)		8 (6,4)		10 (8,0)		13 (10,4)		16 (12,8)		21 (16,8)		26 (20,8)	
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S
5	4,6	3,3	4,7	3,8	4,8	4,2	4,9	4,5	4,9	4,7	5,0	4,9	5,0	5,0
6	5,4	3,5	5,6	4,1	5,7	4,6	5,8	5,1	5,9	5,4	6,0	5,7	6,0	5,9
7	6,2	3,7	6,5	4,4	6,6	5,0	6,8	5,6	6,8	6,0	6,9	6,5	7,0	6,7
8	7,1	3,8	7,4	4,6	7,5	5,3	7,7	6,0	7,8	6,6	7,9	7,2	7,9	7,5
9	7,9	3,9	8,2	4,8	8,4	5,5	8,6	6,4	8,7	7,0	8,8	7,8	8,9	8,2
10	8,7	4,0	9,1	4,9	9,3	5,7	9,5	6,7	9,7	7,4	9,8	8,3	9,9	8,9
11	9,6	4,0	10,0	5,0	10,2	5,9	10,5	6,9	10,6	7,8	10,8	8,8	10,8	9,5
12	10,4	4,1	10,8	5,1	11,1	6,0	11,4	7,1	11,5	8,1	11,7	9,2	11,8	10,0
13	11,2	4,1	11,7	5,2	12,0	6,1	12,3	7,3	12,5	8,3	12,7	9,6	12,8	10,5
14	12,1	4,2	12,6	5,3	12,9	6,3	13,2	7,5	13,4	8,6	13,6	10,0	13,7	11,0
15	12,9	4,2	13,4	5,4	13,8	6,4	14,1	7,7	14,3	8,8	14,6	10,3	14,7	11,4
16	13,7	4,3	14,3	5,4	14,7	6,5	15,0	7,8	15,3	9,0	15,5	10,6	15,7	11,8
17	14,5	4,3	15,3	5,5	15,6	6,5	16,0	8,0	16,2	9,2	16,5	10,9	16,6	12,2
18	15,4	4,3	16,0	5,5	16,6	6,6	16,9	8,1	17,1	9,3	17,4	11,1	17,6	12,5
19	16,2	4,3	16,9	5,6	17,4	6,7	17,8	8,2	18,1	9,5	18,4	11,3	18,5	12,8
20	17,0	4,4	17,8	5,6	18,2	6,7	18,7	8,3	19,0	9,6	19,3	11,6	19,5	13,1
21	17,9	4,4	18,6	5,6	19,1	6,8	19,6	8,4	19,9	9,8	20,3	11,7	20,5	13,4
22	18,7	4,4	19,5	5,7	20,0	6,8	20,5	8,4	20,9	9,9	21,2	11,9	21,4	13,6
23	19,5	4,4	20,4	5,7	20,9	6,9	21,4	8,5	21,8	10,0	22,1	12,1	22,4	13,9
24	20,3	4,4	21,2	5,7	21,8	6,9	22,4	8,6	22,7	10,1	23,1	12,3	23,3	14,1

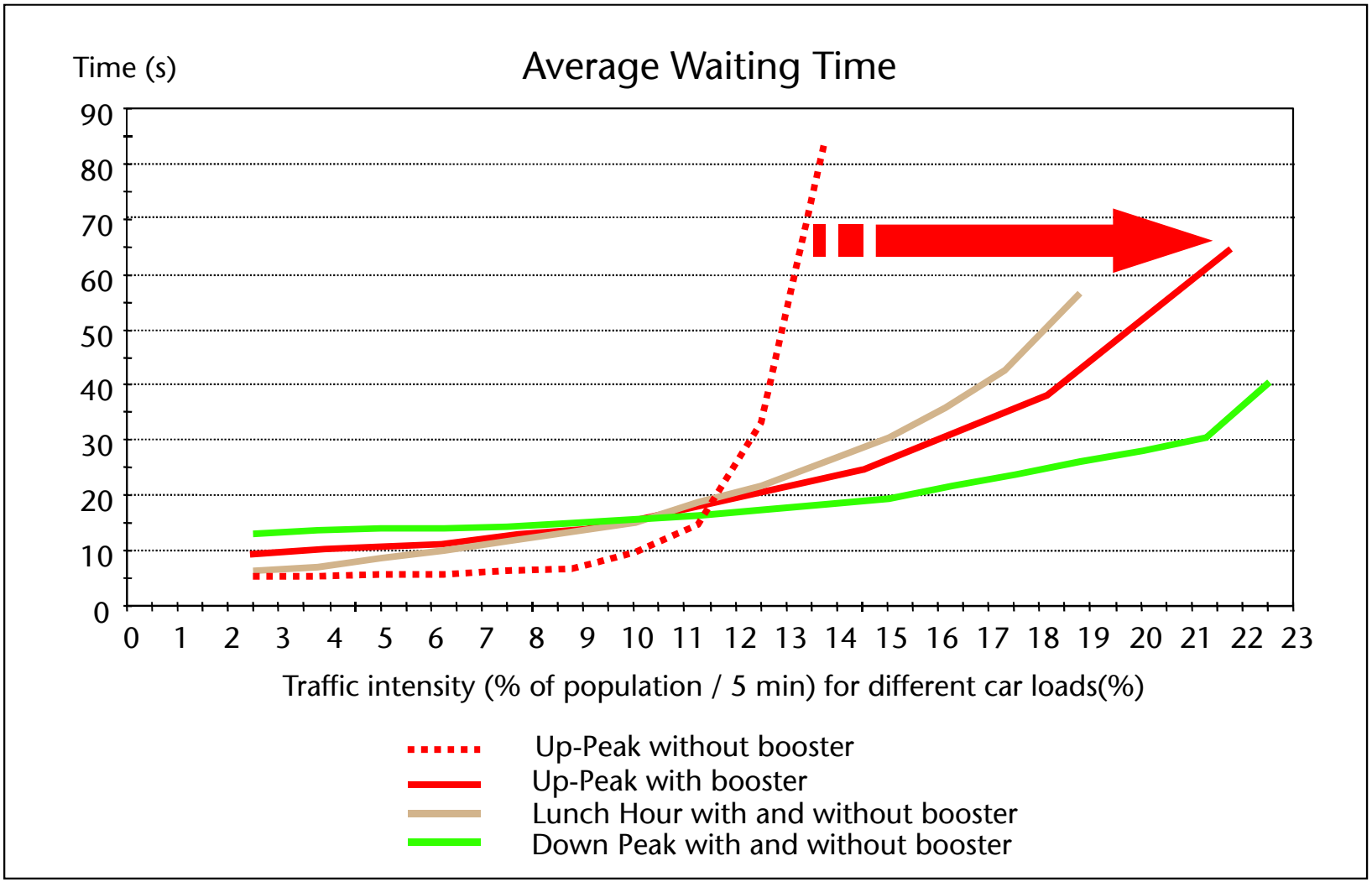
Traffic boosting

KONE Polaris

People with the same destination are generally assigned to the same car



Traffic boosting
Boosted Performance



If boosted too far, lunch hour traffic becomes dominant.

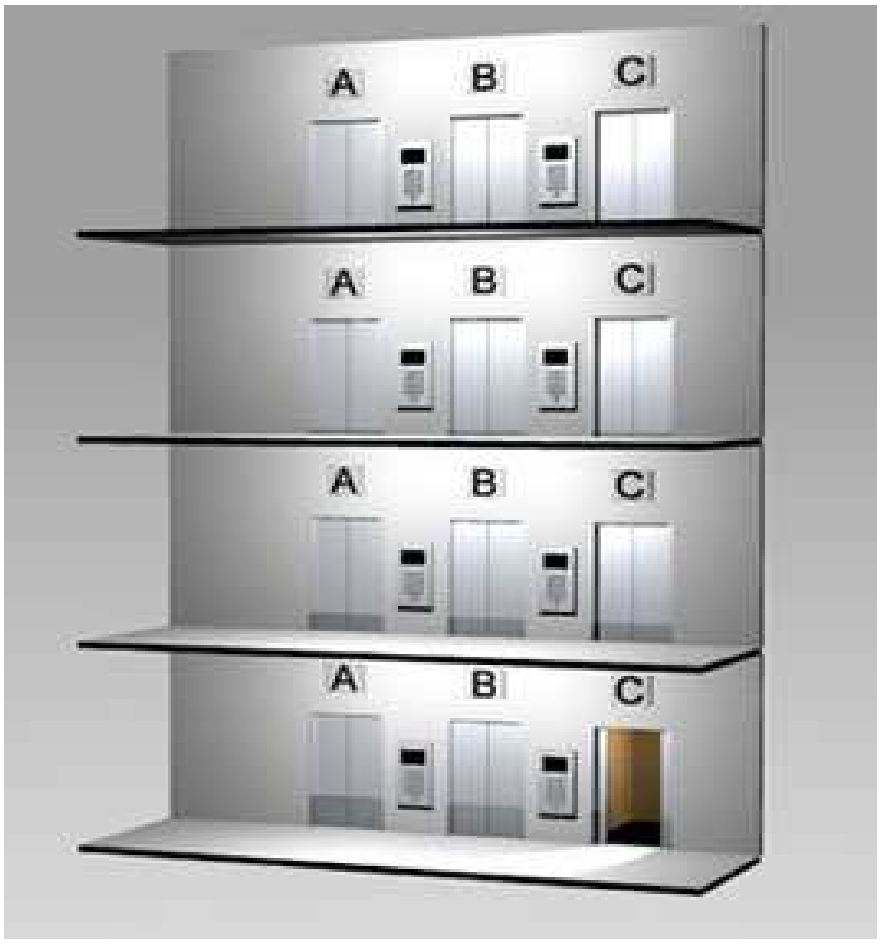
In that case up-peak traffic analysis is not enough.

A lunch hour simulation is also required.

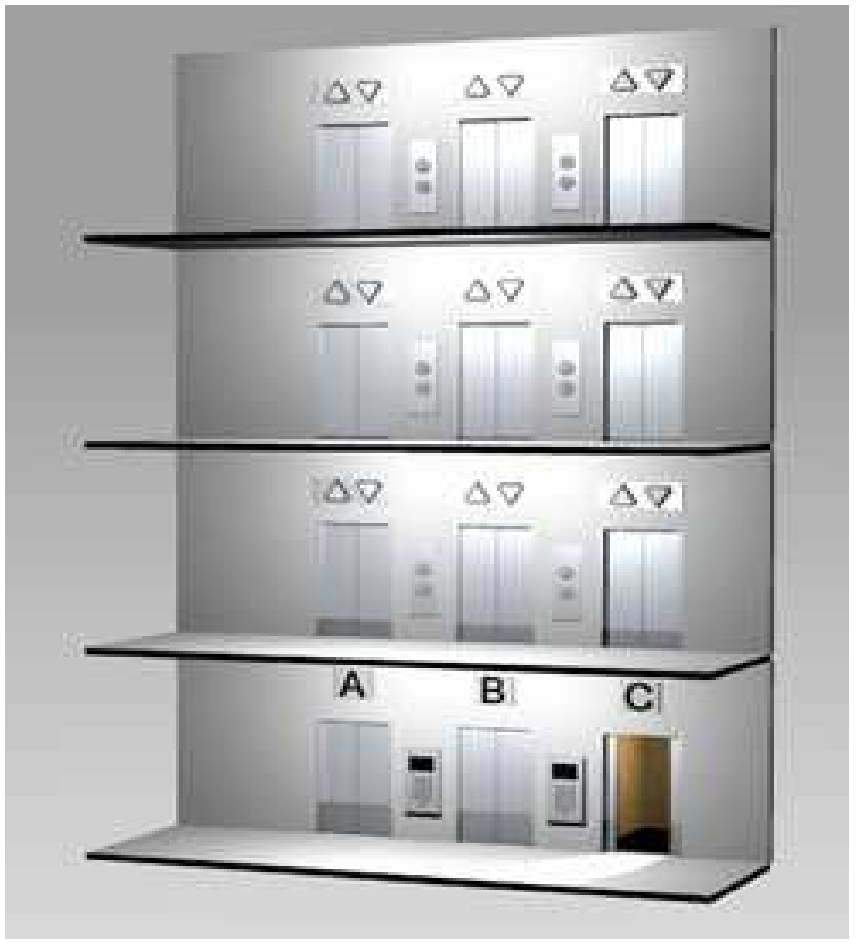
MINIMUM 12-13% 5HC

Traffic boosting
KONE Polaris Selection

Conventional DCS

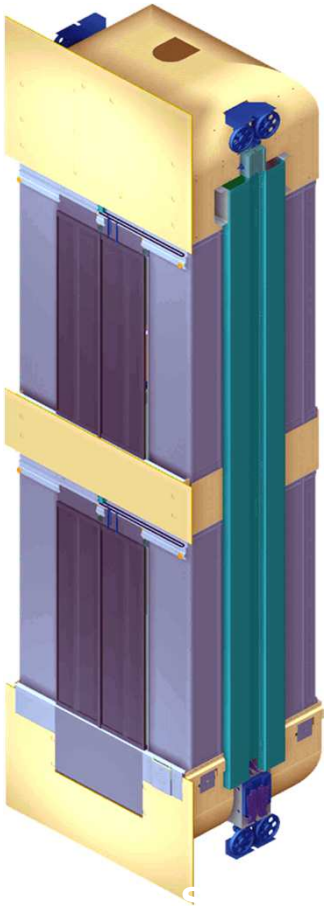


Hybrid DCS

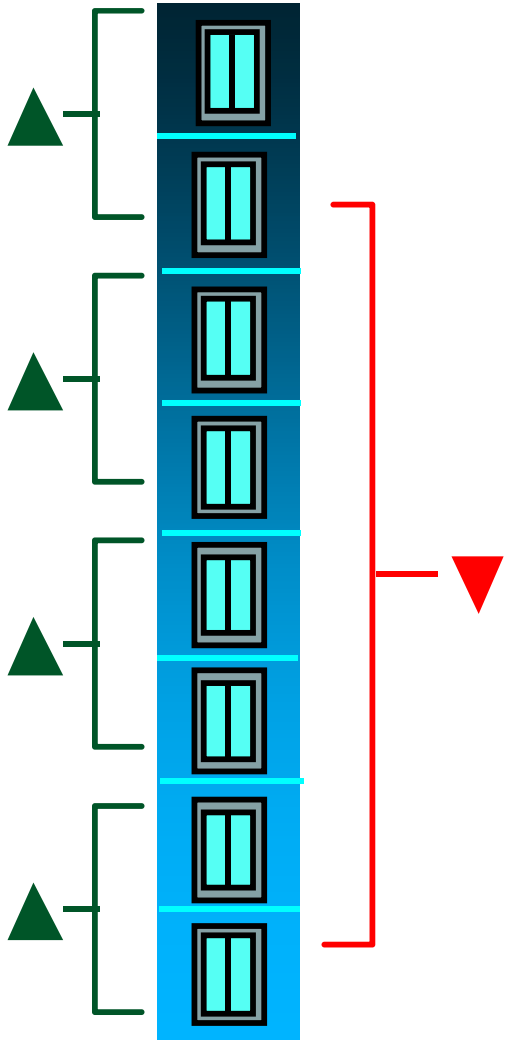


Traffic boosting

Space sharing, Double deck



- **Stops at every other floor for incoming traffic**
- **Decreases passenger journey times by reducing the number of stops**
- **First introduced in 1931 In the New York Subway Terminal Building**



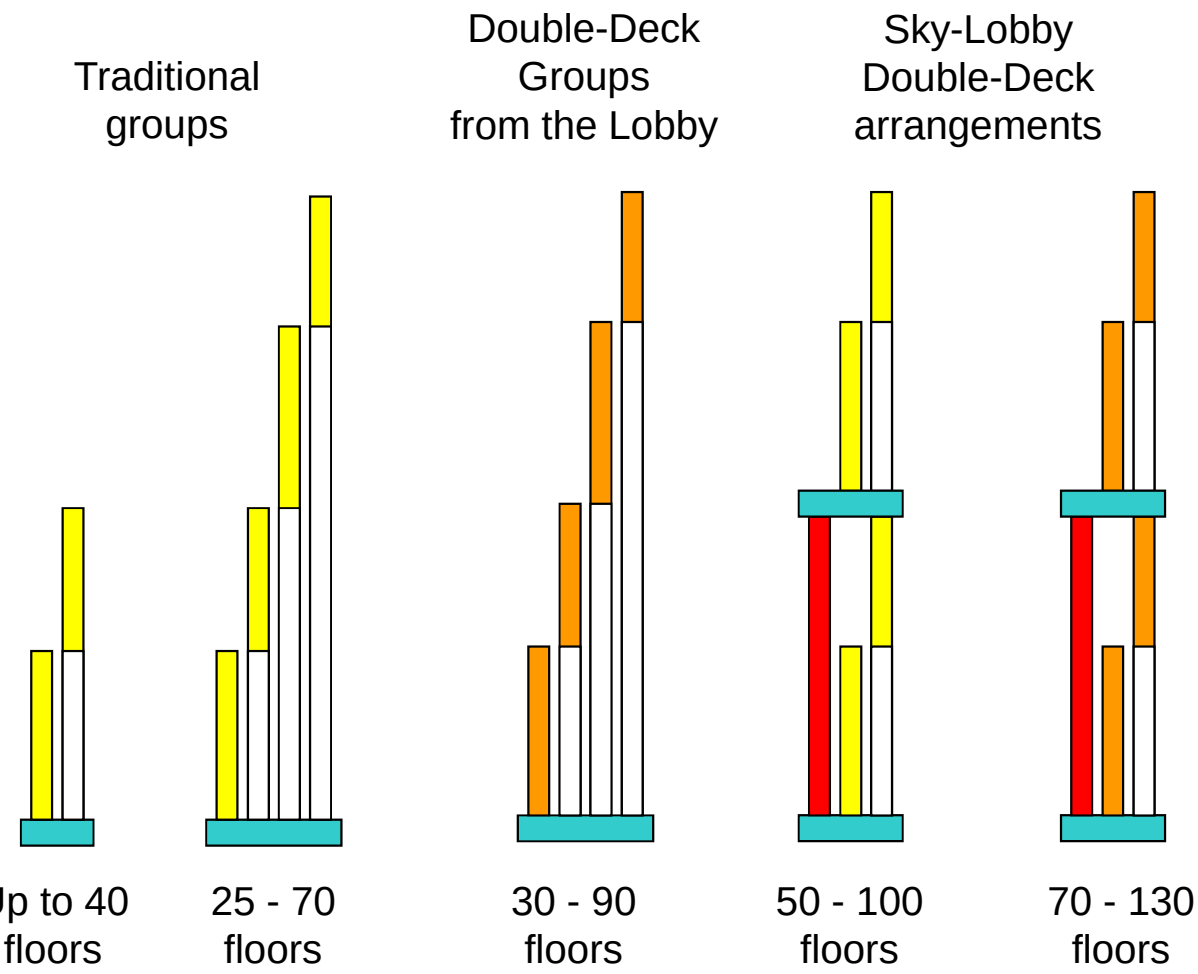
TRAFFIC

- GENERALITIES
- INFORMATION NEEDED
- PARAMETER SELECTION
- TRAFFIC CALCULATION
- TRAFFIC BOOSTING
- ZONING



Trump Tower, Chicago

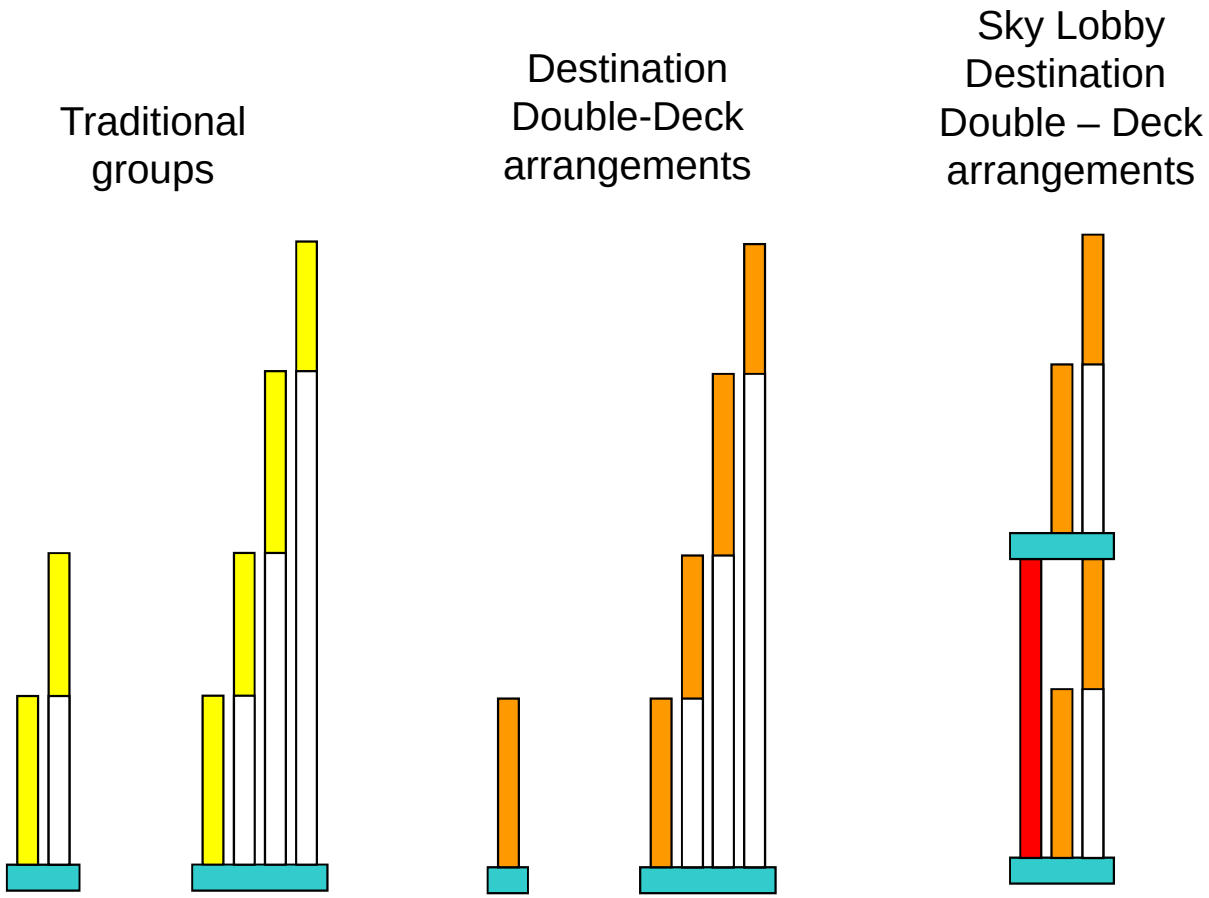
Zoning
Principles behind zoning



CONVENTIONAL CONTROL

- Single-Deck local group
- Double-Deck shuttle group
- Double-Deck local group
- Express zone
- Lobby

Zoning
Principles behind zoning



DESTINATION CONTROL

- Single-Deck local group
- Double-Deck shuttle group
- Double-Deck local group
- Express zone
- Lobby


27-45
Thank You!