ANNEXES

Annex I Economic Analysis of Transportation Projects

- Annex I-1 Rehabilitation of Raml Tram (LRT)
- Annex I-2 Montazah – Victoria
  - Light Rail Transit (LRT)
  - Bus Rapid Transit (BRT)
- Annex I-3 Victoria – Awaid
  - Light Rail Transit (LRT)
  - Bus Rapid Transit (BRT)
- Annex I-4 Awaid – Canal Station (Mina El Basal)
  - Light Rail Transit (LRT)
  - Bus Rapid Transit (BRT)
- Annex I-5 Sidi Gaber (15 May) – Nozha
  - Light Rail Transit (LRT)
  - Bus Rapid Transit (BRT)
- Annex I-6 Canal Station – KP21
  - Light Rail Transit (LRT)
  - Bus Rapid Transit (BRT)
- Annex I-7 Rehabilitation of Abo Qir (RRT)
- Annex I-8 Comparison

Annex II Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)

- Annex II-1 Weighted Sum Method (WSM)
- Annex II-2 Multi-Factor Evaluation Process (MFEP)

Annex III Analytic Hierarchy Process (AHP)

Annex IV Comprehensive Evaluation of Transportation Projects (CETP)

obeikandi.com

ANNEX I

Economic Analysis of Transportation Projects

obeikandl.com

Annex I-1

Project 1: Raml Tram Rehabilitation

2 Years Construction Period

Rehabilitation Parameters (LRT)

Input Data

Line Length	Km	11.50
Commercial Speed	Km/hr.	22.50
Headway	min	3.00
Dwell Time	min	4.00
Daily Operating Period	Hours	18.00
Operating Days per Year	Days	350
Vehicle Capacity	Passengers	262
No. of Vehicles in a Train	Vehicle	3
Occupancy Rate	%	70%
No. of Stations	Station	37
No. of Main Roads Crossing the Track	Crossing	30
Ticket Price at Base Year (Flat Tariff); Assumptio	EGP	0.50
Inflation rate	%	8.0%
Tax Rate	%	0.0%
Profit Rate	%	0.0%
Discount Rate	%	15.0%

Rehabilitation Economics over 30 Operating Years

Outputs

Total Capital Costs	EGP (million)	996.59
Salvage Costs	EGP (million)	264.69
Infrastructure Design Costs	EGP (million)	29.90
Initial Investments	EGP (million)	1026.49
Total Costs (PV)	EGP (million)	1008.35
Annual Initial Costs	EGP (million)	156.33
Without Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	395.82
Benefit/Cost Ratio	Ratio	0.39
Net Benefit (PV)	EGP (million)	-612.53
Return on Interest	%	-60.75
With Subsidies		
Total Costs (PV)	EGP (million)	1008.35
Total Benefits with Subsidies (PV)	EGP (million)	1008.35
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.00
Net Benefit (PV)	EGP (million)	0.00
Return on Interest	%	0.00
Payback Period	Years	32

Annual Transport Productivity		
Total Train-Km	Million Train-Km	2.90
Total Vehicle-Km	Million Vehicle-Km	8.69
Total Passengers-Km	Million Pass.-Km	1594.48
Line Capacity	Passengers (million)	138.65

Subsidies over the Operating Period (30 Years)	
Items	EGP (Million)
Revenue without Subsidies	9160
Actual Revenue with Subsidies	23336
Total Subsidies	14176

Subsidies at the First Operating Year (PV)	
Revenue without Subsidies	52.420
Subsidies	81.121

Cost of Passenger-Km at First Operating Year		
Cost of Passenger-Km	EGP (million)	0.129

Ticket Cost & Price at First Operating Year (Flat Tariff)			
Ticket Actual Cost	1.49	EGP	100%
Ticket Price (Social Tariff)	0.58	EGP	39%
Ticket Subsidy	0.90	EGP	61%

Annex I-2: Light Rail Transit

Project 2 - Alternative 1: Light Rail Transit
Montazah - Victoria
2 Year Construction Period

Light Rail Rapid Transit Parameters

Input Data

Line Length	Km	8.40
Commercial Speed	Km/hr	22.50
Headway	min	5.00
Dwell Time	min	4.00
Daily Operating Period	Hours	18.00
Operating Days per Year	Days	350
Vehicle Capacity	Passengers	262
No. of Vehicles in a Train	Vehicle	2
Occupancy Rate	%	70%
No. of Stations	Station	14
No. of Main Roads Crossing the Track	Crossing	12
Ticket Price at Base Year; Assumption	EGP	0.50
Inflation rate	%	8.0%
Tax Rate	%	0.0%
Profit Rate	%	0.0%
Tax & Profit Rates	%	0.0%
Discount Rate	%	15.0%

Light Rail Rapid Transit Economics over 30 Operating Years

Outputs

Total Capital Costs	EGP (million)	394.67
Salvage Costs	EGP (million)	143.57
Infrastructure Design Costs	EGP (million)	11.84
Initial Investments	EGP (million)	406.51
Annual Intial Costs	EGP (million)	61.91
Total Costs (PV)	EGP (million)	343.35
Without Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	158.33
Benefit/Cost Ratio	Ratio	0.46
Net Benefit (PV)	EGP (million)	-185.03
Return on Interest	%	-53.89
With Subsidies		
Total Costs (PV)	EGP (million)	343.35
Total Benefits with Subsidies (PV)	EGP (million)	343.35
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.00
Net Benefit (PV)	EGP (million)	0.00
Return on Interest	%	0.00
Payback Period	Years	32.00

Annual Transport Productivity		
Total Train-Km	Million Train-Km	1.270
Total Vehicle-Km	Million Vehicle-Km	2.540
Total Passengers-Km	Million Pass.-Km	465.87
Line Capacity	Passengers (million)	55.46

Subsidies over the Operating Period	
Items	EGP (Million)
Revenue without Subsidies	3664.07
Revenue with Subsidies	7946.11
Total Subsidies	4282.03

Subsidies at the First Operating Year (PV)	
Revenue without Subsidies	20.97
Subsidies	24.50

Cost of Passenger-Km at the First Operating Year		
Cost of Passenger-Km	EGP (million)	0.151

Ticket Cost & Price at First Operating Year (Flat Tariff)			
Ticket Cost	1.26	EGP	100%
Ticket Prise (Social Tariff)	0.58	EGP	46%
Subsidy per Ticket	0.68	EGP	54%

open knowledge

Annex I-2: Bus Rapid Transit

Project 2 - Alternative 2: Bus Rapid Transit

Montazah - Victoria

Bus Rapid Transit Parameters

Input Data		
Line Length	Km	8.40
Commercial Speed	Km/hr	22.50
Headway	min	5.00
Dwell Time	min	4.00
Daily Operating Period	Hours	18.00
Operating days per Year	Days	350.00
Vehicle Capacity	Passengers	100.00
Occupancy Rate	%	70%
Trip Tariff at Base Year (Flat Tariff); Assumption	EGP	0.50
One Bus Procurement Cost	EGP (million)	1.25
Other Infrastrucure*/Main Investment Costs	%	40.0%
Rehabilitation Costs/Investiment Costs	%	40.00%
Inflation Rate	%	8.0%
Tax Rate	%	0.0%
Profit Rate		0.0%
Tax & Profit Rates		0.0%
Discount Rate	%	15.00%

* Other Standing Costs:
(Leasing of Garage, Building, and Procurement of disposable Equipment, Signals, etc.)

Bus Rapid Transit Economics over 10 Operating Years

Outputs		
Investments	EGP (million)	20.33
Total Costs (PV)	EGP (million)	84.65
Annual Intial Costs	EGP (million)	4.05
Without Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	31.87
Benefit/Cost Ratio	Ratio	0.38
Net Benefit (PV)	EGP (million)	-52.77
Return on Interest	%	-62.35
With Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	84.65
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.00
Net Benefit (PV)	EGP (million)	0.00
Return on Interest	%	0.00
NPV	EGP (million)	0.00
Payback Period	Years	9

Annual Transport Productivity		
Total Bus.Km	Million Bus.Km	1.27
Total Passengers.Km	Million Passenger.Km	88.91
Line Capacity	Passengers (million)	10.58

Subsidies over the Operating Period (30 Years)	
Annual Costs	EGP (Million)
Revenue without Subsidies	82.80
Revenue with Subsidies	219.89
Total Subsidies	137.09

Subsidies at the first Operating Year (PV)	
Revenue without Subsidies	4.602
Subsidies	7.619

Cost of Passenger-Km over the Operating Period		
Cost of Passenger-Km	EGP	0.171

Ticket Cost and Price at the First Operating Year (Flat Tariff)			
Ticket Cost	1.43	EGP	100%
Ticket Price	0.54	EGP	38%
Ticket Subsidy	0.89	EGP	62%

obeikandl.com

Annex I-3: Light Rail Transit

Project 3 - Alternative 1: Light Rail Transit
Victoria - Awaid
1 Year Construction Period

Light Rail Rapid Transit Parameters

Input Data

Line Length	Km	4.15
Commercial Speed	Km/hr.	22.50
Headway	min	5.00
Dwell Time	min	4.00
Daily Operating Period	Hours	18.00
Operating Days per Year	Days	350
Vehicle Capacity	Passengers	262
No. of Vehicles in a Train	Vehicle	2
Occupancy Rate	%	70%
No. of Stations	Station	6
No. of Main Roads Crossing the Track	Crossing	4
Ticket Price at Base Year; Assumption	EGP	0.50
Inflation rate	%	8.0%
Tax Rate	%	0.0%
Profit Rate	%	0.0%
Tax & Profit Rates	%	0.0%
Discount Rate	%	15.0%

Light Rail Rapid Transit Economics over 30 Operating Years

Outputs

Total Capital Costs	EGP (million)	242.09
Salvage Costs	EGP (million)	94.03
Infrastructure Design Costs for 30 Years	EGP (million)	7.26
Initial Investments	EGP (million)	249.36
Total Costs (PV)	EGP (million)	234.57
Annual Initial Costs	EGP (million)	37.98
Without Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	182.08
Benefit/Cost Ratio	Ratio	0.78
Net Benefit (PV)	EGP (million)	-52.49
Return on Interest	%	-22.38
With Subsidies		
Total Costs (PV)	EGP (million)	234.57
Total Benefits with Subsidies (PV)	EGP (million)	234.57
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.00
Net Benefit (PV)	EGP (million)	0.00
Return on Interest	%	0.00
Payback Period	Years	31.00

Annual Transport Productivity		
Total Train-Km	Million Train-Km	0.627
Total Vehicle-Km	Million Vehicle-Km	1.255
Total Passengers-Km	Million Pass.-Km	230.16
Line Capacity	Passengers (million)	55.46

Subsidies over the Operating Period	
Items	EGP (Million)
Revenue without Subsidies	3392.66
Revenue with Subsidies	4370.76
Total Subsidies	978.10

Subsidies at the First Operating Year (PV)	
Revenue without Subsidies	24.11
Subsidies	6.95

Cost of Passenger-Km at the First Operating Year		
Cost of Passenger-Km	EGP (million)	0.168

Ticket Cost & Price at First Operating Year (Flat Tariff)			
Ticket Cost	0.70	EGP	100%
Ticket Price (Social Tariff)	0.54	EGP	78%
Subsidy per Ticket	0.16	EGP	22%

obeikandl.com

Annex I-3: Bus Rapid Transit

Project 3 - Alternative 2: Bus Rapid Transit
Victoria - Awaid

Bus Rapid Transit Parameters

Input Data		
Line Length	Km	4.15
Commercial Speed	Km/hr	22.50
Headway	min	5.00
Dwell Time	min	4.00
Daily Operating Period	Hours	18.00
Operating days per Year	Days	350.00
Vehicle Capacity	Passengers	100.00
Occupancy Rate	%	70%
Trip Tariff at Base Year (Flat Tariff); Assumption	EGP	0.50
One Bus Procurement Cost	EGP (million)	1.25
Other Infrastrucure*/Main Investment Costs	%	40%
Rehabilitation Costs/Investiment Costs	%	40%
Inflation Rate	%	8.0%
Tax Rate	%	0.0%
Profit Rate		0.0%
Tax & Profit Rates		0.0%
Discount Rate	%	15.00%

* Other Standing Costs:
(Leasing of Garage, Building, and Procurement of disposable Equipment, Signals, etc.)

Bus Rapid Transit Economics over 10 Operating Years

Outputs		
Investments	EGP (million)	11.60
Total Costs (PV)	EGP (million)	44.41
Annual Intial Costs	EGP (million)	2.31
Without Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	31.87
Benefit/Cost Ratio	Ratio	0.72
Net Benefit (PV)	EGP (million)	-12.54
Return on Interest	%	-28.24
With Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	44.41
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.00
Net Benefit (PV)	EGP (million)	0.00
Return on Interest	%	0.00
NPV	EGP (million)	0.00
Payback Period	Years	10

Annual Transport Productivity		
Total Bus.Km	Million Bus.Km	0.63
Total Passengers.Km	Million Passenger.Km	43.92
Line Capacity	Passengers (million)	10.58

Subsidies over the Operating Period		
Annual Costs	EGP (Million)	EGP (Million)
Revenue without Subsidies	82.796	82.80
Revenue with Subsidies	115.372	115.37
Total Subsidies	198.168	32.58

Subsidies at the first Operating Year (PV)	
Revenue without Subsidies	4.602
Subsidies	1.811

Cost of Passenger-Km over the Operating Period		
Cost of Passenger-Km	EGP	0.181

Ticket Cost and Price at the First Operating Year (Flat Tariff)			
Ticket Cost	0.75	EGP	100%
Ticket Price	0.54	EGP	72%
Ticket Subsidy	0.21	EGP	28%

obeikandl.com

Annex I-4: Light Rail Transit

Project 4 - Alternative 1: Light Rail Transit
Awaid - Canal Station (Mina El-Basal)
3 Years Construction Period

Light Rail Rapid Transit Parameters

Input Data

Line Length	Km	14.60
Commercial Speed	Km/hr.	22.50
Headway	min	5.00
Dwell Time	min	4.00
Daily Operating Period	Hours	18.00
Operating Days per Year	Days	350
Vehicle Capacity	Passengers	262
No. of Vehicles in a Train	Vehicle	2
Occupancy Rate	%	70%
No. of Stations	Station	18
No. of Main Roads Crossing the Track	Crossing	18
Ticket Price at Base Year (Flat Tariff); Assumption	EGP	1.00
Inflation rate	%	8.0%
Tax Rate	%	0.0%
Profit Rate	%	0.0%
Discount Rate	%	15.0%

Light Rail Rapid Transit Economics over 30 Operating Years

Outputs

Total Capital Costs	EGP (million)	575.88
Salvage Costs	EGP (million)	182.42
Infrastructure Design Costs	EGP (million)	17.28
Initial Investments	EGP (million)	593.16
Annual Initial Costs	EGP (million)	90.34
Total Costs (PV)	EGP (million)	467.21
Without Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	275.35
Benefit/Cost Ratio	Ratio	0.59
Net Benefit (PV)	EGP (million)	-191.86
Return on Interest	%	-41.07
With Subsidies		
Total Costs (PV)	EGP (million)	467.21
Total Benefits with Subsidies (PV)	EGP (million)	467.21
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.00
Net Benefit (PV)	EGP (million)	0.00
Return on Interest	%	0.00
Payback Period	Years	33

Annual Transport Productivity		
Total Train-Km	Million Train-Km	2.21
Total Vehicle-Km	Million Vehicle-Km	4.42
Total Passengers-Km	Million Pass.-Km	809.72
Line Capacity	Passengers (million)	55.46

Subsidies over the Operating Period (30 Years)	
Items	EGP (Million)
Revenue without Subsidies	7914
Actual Revenue with Subsidies	13429
Total Subsidies	5515

Subsidies at the First Operating Year (PV)	
Revenue without Subsidies	36.466
Subsidies	25.409

Cost of Passenger-Km at First Operating Year		
Average Cost of Passenger-Km	EGP (million)	0.146

Ticket Cost & Price at First Operating Year (Flat Tariff)			
Ticket Actual Cost	2.14	EGP	100%
Ticket Price (Social Tariff)	1.26	EGP	59%
Ticket Subsidy	0.88	EGP	41%

Annex I-4: Bus Rapid Transit

Project 4 - Alternative 2: Bus Rapid Transit

Awaid - Canal Station (Mina El Basal)

Bus Rapid Transit Parameters

Input Data		
Line Length	Km	14.60
Commercial Speed	Km/hr	22.50
Headway	min	5.00
Dwell Time	min	4.00
Daily Operating Period	Hours	18.00
Operating days per Year	Days	350.00
Vehicle Capacity	Passengers	100.00
Occupancy Rate	%	70%
Trip Tariff at Base Year (Flat Tariff); Assumption	EGP	1.00
One Bus Procurement Cost	EGP (million)	1.25
Other Infrastrucure*/Main Investment Costs	%	40.0%
Rehabilitation Costs/Investiment Costs	%	40.00%
Inflation Rate	%	8.0%
Tax Rate	%	0.0%
Profit Rate		0.0%
Tax & Profit Rates		0.0%
Discount Rate	%	15.00%

* Other Standing Costs:
(Leasing of Garage, Building, and Procurement of disposable Equipment, Signals, etc.)

Bus Rapid Transit Economics over 10 Operating Years

Outputs		
Investments	EGP (million)	33.06
Total Costs (PV)	EGP (million)	135.22
Annual Intial Costs	EGP (million)	6.59
Without Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	53.12
Benefit/Cost Ratio	Ratio	0.39
Net Benefit (PV)	EGP (million)	-82.10
Return on Interest	%	-60.72
With Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	135.22
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.00
Net Benefit (PV)	EGP (million)	0.00
Return on Interest	%	0.00
NPV	EGP (million)	0.00
Payback Period	Years	10

Annual Transport Productivity		
Total Bus.Km	Million Bus.Km	2.21
Total Passengers.Km	Million Passenger.Km	154.53
Line Capacity	Passengers (million)	10.58

Subsidies over the Operating Period		
Annual Costs	EGP (Million)	EGP (Million)
Revenue without Subsidies	165.592	165.59
Revenue with Subsidies	421.540	421.54
Total Subsidies	587.131	255.95

Subsidies at the first Operating Year (PV)	
Revenue without Subsidies	9.203
Subsidies	14.225

Cost of Passenger-Km over the Operating Period		
Cost of Passenger-Km	EGP	0.188

Ticket Cost and Price at the First Operating Year (Flat Tariff)			
Ticket Cost	2.75	EGP	100%
Ticket Price	1.08	EGP	39%
Ticket Subsidy	1.67	EGP	61%

obeikandl.com

Annex I-5: Light Rail Transit

Project 5; Alternative 1: Light Rail Transit
Sidi Gaber (15 of May) - El Nozha
1 Year Construction Period

Light Rail Rapid Transit Parameters

Input Data

Line Length	Km	3.40
Commercial Speed	Km/hr.	22.50
Headway	min	5.00
Dwell Time	min	4.00
Daily Operating Period	Hours	18.00
Operating Days per Year	Days	350
Vehicle Capacity	Passengers	262
No. of Vehicles in a Train	Vehicle	2
Occupancy Rate	%	70%
No. of Stations	Station	4
No. of Main Roads Crossing the Track	Crossing	4
Ticket Price at Base Year; Assumption	EGP	0.50
Inflation rate	%	8.0%
Tax Rate	%	0.0%
Profit Rate	%	0.0%
Tax & Profit Rates	%	0.0%
Discount Rate	%	15.0%

Light Rail Rapid Transit Economics over 30 Operating Years

Outputs

Total Capital Costs	EGP (million)	165.23
Salvage Costs	EGP (million)	50.25
Infrastructure Design Costs for 30 Years	EGP (million)	4.96
Initial Investments	EGP (million)	170.19
Total Costs (PV)	EGP (million)	179.42
Annual Initial Costs	EGP (million)	25.92
Without Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	182.08
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.01
Net Benefit (PV)	EGP (million)	2.65
Return on Interest	%	1.48
With Subsidies		
Total Costs (PV)	EGP (million)	179.42
Total Benefits with Subsidies (PV)	EGP (million)	179.42
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.00
Net Benefit (PV)	EGP (million)	0.00
Return on Interest	%	0.00
Payback Period	Years	31.00

Annual Transport Productivity

Total Train-Km	Million Train-Km	0.514
Total Vehicle-Km	Million Vehicle-Km	1.028
Total Passengers-Km	Million Pass.-Km	188.56
Line Capacity	Passengers (million)	55.46

Subsidies over the Operating Period

Items	EGP (Million)
Revenue without Subsidies	3392.66
Revenue with Subsidies	3343.24
Total Subsidies	-49.42

Subsidies at the First Operating Year (PV)

Revenue without Subsidies	24.11
Subsidies	-0.35

Cost of Passenger-Km at the First Operating Year

Cost of Passenger-Km	EGP (million)	0.157

Ticket Cost & Price at First Operating Year (Flat Tariff)

Ticket Cost	0.53	EGP	100%
Ticket Price (Social Tariff)	0.54	EGP	101%
Subsidy per Ticket	-0.01	EGP	-1%

obeikandl.com

Annex I-5: Bus Rapid Transit

Project 5; Alternative 2: Bus Rapid Transit
Sidi Gaber (15 of May) - El Nozha

Bus Rapid Transit Parameters

Input Data		
Line Length	Km	3.40
Commercial Speed	Km/hr	22.50
Headway	min	5.00
Dwell Time	min	4.00
Daily Operating Period	Hours	18.00
Operating days per Year	Days	350.00
Vehicle Capacity	Passengers	100.00
Occupancy Rate	%	70%
Trip Tariff at Base Year (Flat Tariff); Assumption	EGP	0.50
One Bus Procurement Cost	EGP (million)	1.25
Other Infrastrucure*/Main Investment Costs	%	40.0%
Rehabilitation Costs/Investiment Costs	%	40.00%
Inflation Rate	%	8.0%
Tax Rate	%	0.0%
Profit Rate		0.0%
Tax & Profit Rates		0.0%
Discount Rate	%	15.00%

* Other Standing Costs:
(Leasing of Garage, Building, and Procurement of disposable Equipment, Signals, etc.)

Bus Rapid Transit Economics over 10 Operating Years

Outputs		
Investments	EGP (million)	10.06
Total Costs (PV)	EGP (million)	37.79
Annual Intial Costs	EGP (million)	2.00
Without Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	26.56
Benefit/Cost Ratio	Ratio	0.70
Net Benefit (PV)	EGP (million)	-11.23
Return on Interest	%	-29.72
With Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	37.79
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.00
Net Benefit (PV)	EGP (million)	0.00
Return on Interest	%	0.00
NPV	EGP (million)	0.00
Payback Period	Years	11

Annual Transport Productivity		
Total Bus.Km	Million Bus.Km	0.51
Total Passengers.Km	Million Passenger.Km	35.99
Line Capacity	Passengers (million)	10.58

Subsidies over the Operating Period		
Annual Costs	EGP (Million)	EGP (Million)
Revenue without Subsidies	82.796	82.80
Revenue with Subsidies	117.804	117.80
Total Subsidies	200.600	35.01

Subsidies at the first Operating Year (PV)	
Revenue without Subsidies	4.602
Subsidies	1.946

Cost of Passenger-Km over the Operating Period		
Cost of Passenger-Km	EGP	0.226

Ticket Cost and Price at the First Operating Year (Flat Tariff)			
Ticket Cost	0.77	EGP	100%
Ticket Price	0.54	EGP	70%
Ticket Subsidy	0.23	EGP	30%

obeikandl.com

Annex I-6: Light Rail Transit

Project 6 - Alternative 1: Light Rail Transit
Canal Station (Mina El-Bassal) - KP 21
3 Years Construction Period

Light Rail Rapid Transit Parameters

Input Data

Line Length	Km	19.50
Commercial Speed	Km/hr.	30.00
Headway	min	5.00
Dwell Time	min	4.00
Daily Operating Period	Hours	18.00
Operating Days per Year	Days	350
Vehicle Capacity	Passengers	262
No. of Vehicles in a Train	Vehicle	2
Occupancy Rate	%	70%
No. of Stations	Station	25
No. of Main Roads Crossing the Track	Crossing	0
Ticket Price at Base Year (Flat Tariff); Assumption	EGP	1.00
Inflation rate	%	8.0%
Tax Rate	%	0.0%
Profit Rate	%	0.0%
Discount Rate	%	15.0%

Light Rail Rapid Transit Economics over 30 Operating Years

Outputs

Total Capital Costs	EGP (million)	1579.69
Salvage Costs	EGP (million)	885.31
Infrastructure Design Costs	EGP (million)	47.39
Initial Investments	EGP (million)	1627.08
Annual Initial Costs	EGP (million)	247.80
Total Costs (PV)	EGP (million)	726.75
Without Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	275.35
Benefit/Cost Ratio	Ratio	0.38
Net Benefit (PV)	EGP (million)	-451.40
Return on Interest	%	-62.11
With Subsidies		
Total Costs (PV)	EGP (million)	726.75
Total Benefits with Subsidies (PV)	EGP (million)	726.75
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.00
Net Benefit (PV)	EGP (million)	0.00
Return on Interest	%	0.00
Payback Period	Years	33

Annual Transport Productivity		
Total Train-Km	Million Train-Km	2.95
Total Vehicle-Km	Million Vehicle-Km	5.90
Total Passengers-Km	Million Pass.-Km	1081.47
Line Capacity	Passengers (million)	55.46

Subsidies over the Operating Period (30 Years)	
Items	EGP (Million)
Revenue without Subsidies	7914
Actual Revenue with Subsidies	20889
Total Subsidies	12975

Subsidies at the First Operating Year (PV)	
Revenue without Subsidies	36.466
Subsidies	59.781

Cost of Passenger-Km at First Operating Year		
Average Cost of Passenger-Km	EGP (million)	0.171

Ticket Cost & Price at First Operating Year (Flat Tariff)			
Ticket Actual Cost	3.32	EGP	100%
Ticket Price (Social Tariff)	1.26	EGP	38%
Ticket Subsidy	2.07	EGP	62%

obeikandl.com

Annex I-6: Bus Rapid Transit

Project 6 - Alternative 2: Bus Rapid Transit
Canal Station (Mina El-Bassal) - KP 21

Bus Rapid Transit Parameters

Input Data		
Line Length	Km	19.50
Commercial Speed	Km/hr	22.50
Headway	min	5.00
Dwell Time	min	4.00
Daily Operating Period	Hours	18.00
Operating days per Year	Days	350.00
Vehicle Capacity	Passengers	100.00
Occupancy Rate	%	70%
Trip Tariff at Base Year (Flat Tariff); Assumption	EGP	1.00
One Bus Procurement Cost	EGP (million)	1.25
Other Infrastrucure*/Main Investment Costs	%	40.0%
Rehabilitation Costs/Investiment Costs	%	40.00%
Inflation Rate	%	8.0%
Tax Rate	%	0.0%
Profit Rate		0.0%
Tax & Profit Rates		0.0%
Discount Rate	%	15.00%

* Other Standing Costs:
(Leasing of Garage, Building, and Procurement of disposable Equipment, Signals, etc.)

Bus Rapid Transit Economics over 10 Operating Years

Outputs		
Investments	EGP (million)	43.12
Total Costs (PV)	EGP (million)	178.22
Annual Intial Costs	EGP (million)	8.59
Without Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	53.12
Benefit/Cost Ratio	Ratio	0.30
Net Benefit (PV)	EGP (million)	-125.10
Return on Interest	%	-70.19
With Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	178.22
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.00
Net Benefit (PV)	EGP (million)	0.00
Return on Interest	%	0.00
NPV	EGP (million)	0.00
Payback Period	Years	10

Annual Transport Productivity		
Total Bus.Km	Million Bus.Km	2.95
Total Passengers.Km	Million Passenger.Km	206.39
Line Capacity	Passengers (million)	10.58

Subsidies over the Operating Period		
Annual Costs	EGP (Million)	EGP (Million)
Revenue without Subsidies	165.592	165.59
Revenue with Subsidies	555.581	555.58
Total Subsidies	721.172	389.99

Subsidies at the first Operating Year (PV)	
Revenue without Subsidies	9.203
Subsidies	21.675

Cost of Passenger-Km over the Operating Period		
Cost of Passenger-Km	EGP	0.186

Ticket Cost and Price at the First Operating Year (Flat Tariff)			
Ticket Cost	3.62	EGP	100%
Ticket Price	1.08	EGP	30%
Ticket Subsidy	2.54	EGP	70%

obeikandl.com

Annex I-7

Project 7 - Abou Kir Rail Rehabilitation

Abou Kir -Maser Station

3 Years Construction Period

Rehabilitation Parameters (RRT)

Input Data		
Line Length	Km	21.51
Commercial Speed	Km/hr.	35.00
Headway	min	4.00
Dwell Time	min	4.00
Daily Operating Period	Hours	18.00
Operating Days per Year	Days	350
Vehicle Capacity	Passengers	277
No. of Vehicles in a Train	Vehicle	9
Occupancy Rate	%	70%
No. of Stations	Station	18
No. of Main Roads Crossing the Track	Crossing	0
Ticket Price at Base Year (Flat Tariff); Assumption	EGP	1.50
Inflation rate	%	8.0%
Tax Rate	%	0.0%
Profit Rate	%	0.0%
Discount Rate	%	15.0%

Rehabilitation Economics over 30 Operating Years

Outputs		
Total Capital Costs	EGP (million)	8130.00
Salvage Costs	EGP (million)	5691.00
Initial Investments	EGP (million)	8130.00
Annual Initial Costs	EGP (million)	1238.20
Total Costs (PV)	EGP (million)	3688.23
Without Subsidies		
Total Benefits (PV)	EGP (million)	2456.28
Benefit/Cost Ratio	Ratio	0.67
Net Benefit (PV)	EGP (million)	-1231.95
Return on Interest	%	-33.40
With Subsidies		
Total Costs (PV)	EGP (million)	3688.23
Total Benefits with Subsidies (PV)	EGP (million)	3688.23
Benefit/Cost Ratio	Ratio	1.00
Net Benefit (PV)	EGP (million)	0.00
Return on Interest	%	0.00
Payback Period	Years	33

Annual Transport Productivity		
Total Train-Km	Million Train-Km	4.07
Total Vehicle-Km	Million Vehicle-Km	36.60
Total Passengers-Km	Million Pass.-Km	7095.83
Line Capacity	Passengers (million)	329.82

Subsidies over the Operating Period (30 Years)	
Items	EGP (Million)
Revenue without Subsidies	70601
Actual Revenue with Subsidies	106011
Total Subsidies	35410

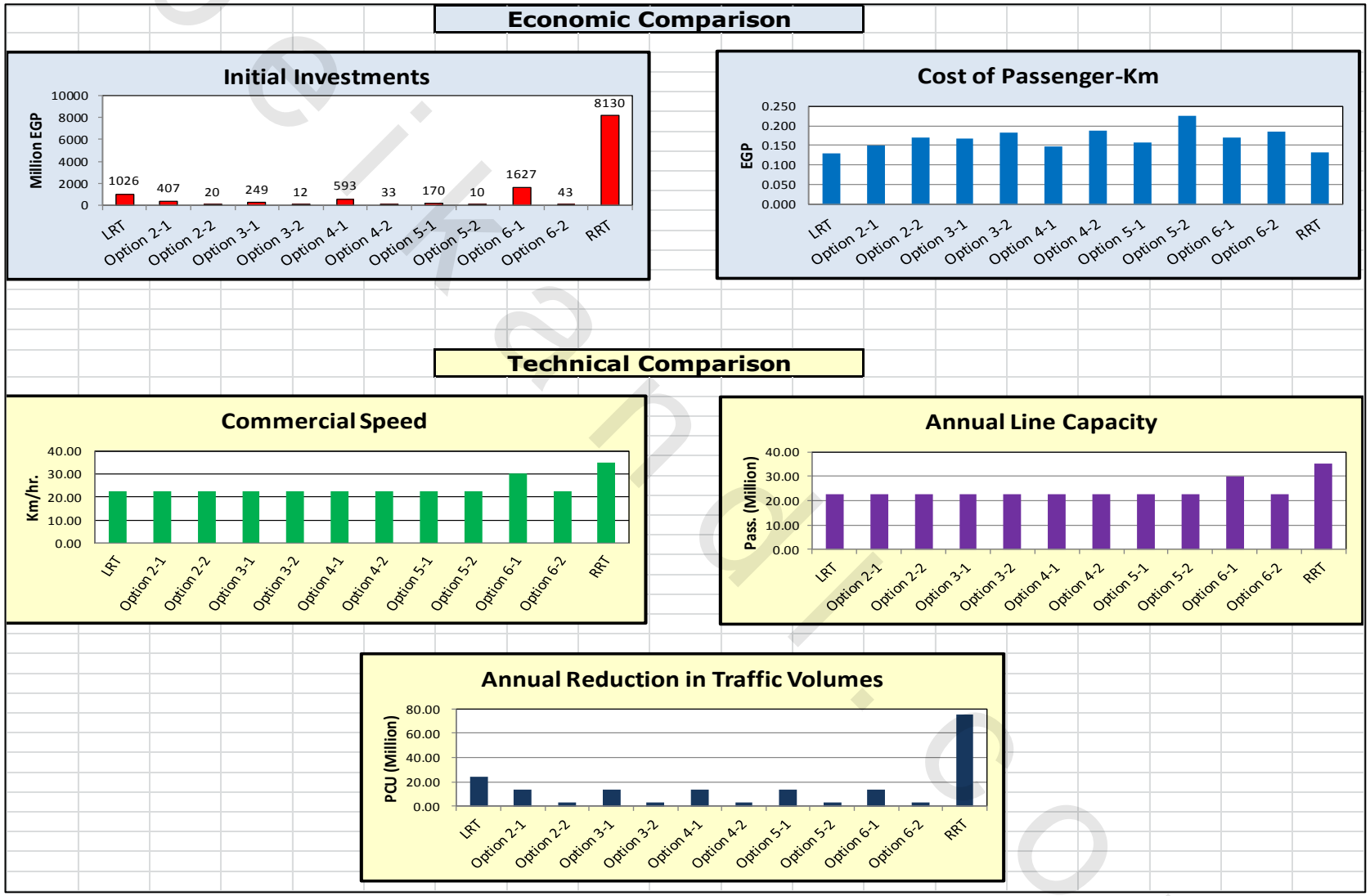
Subsidies at the First Operating Year (PV)	
Revenue without Subsidies	325.297
Subsidies	163.153

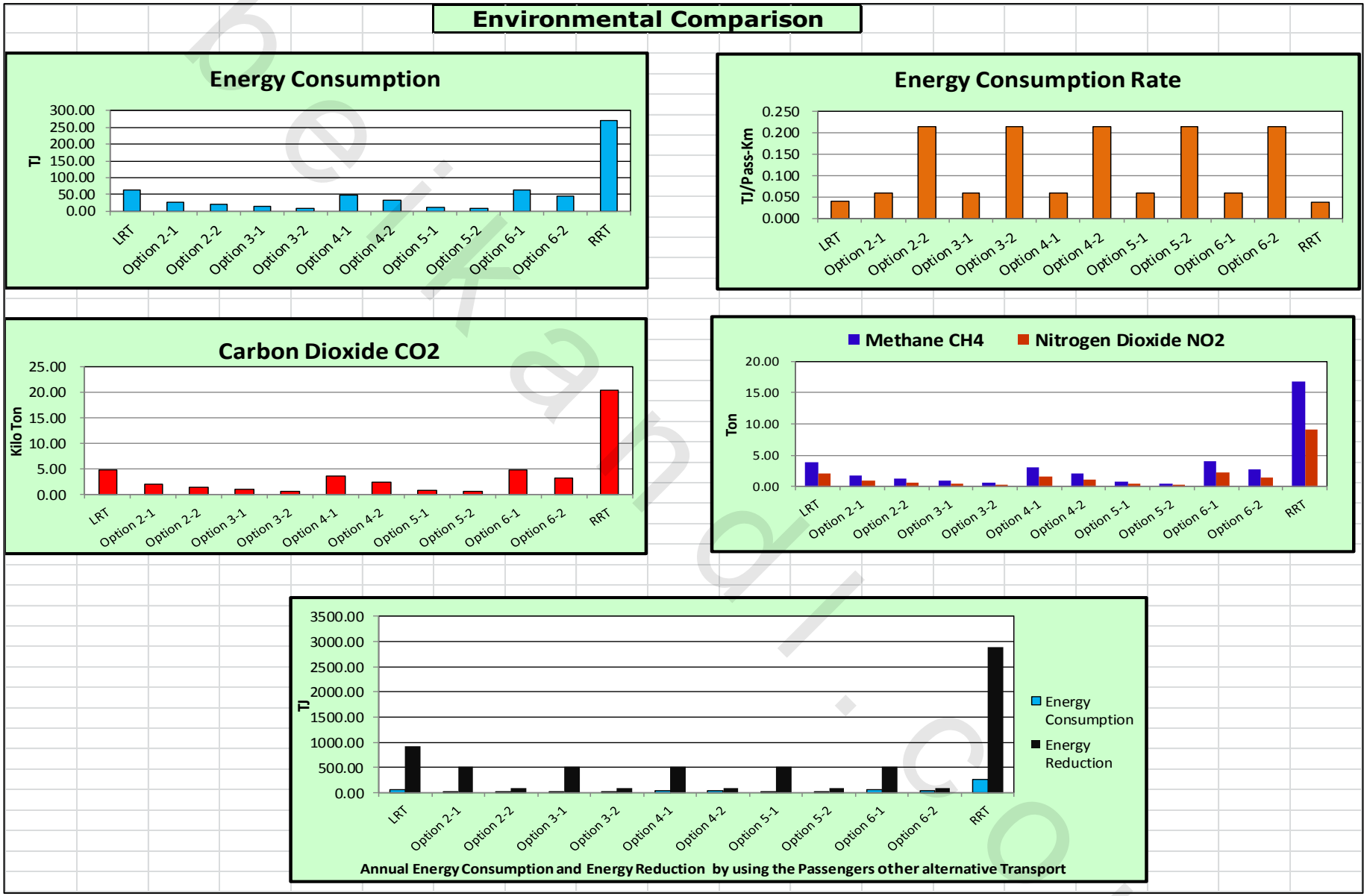
Cost of Passenger-Km at First Operating Year		
Average Cost of Passenger-Km	EGP (million)	0.132

Ticket Cost & Price at First Operating Year (Flat Tariff)			
Ticket Actual Cost	2.84	EGP	100%
Ticket Price (Social Tariff)	1.89	EGP	67%
Ticket Subsidy	0.95	EGP	33%

obeikandl.com

Annex I-8: Comparison




Environmental Comparison
Energy Consumption
TJ
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
LRT
Option 2-1
Option 2-2
Option 3-1
Option 3-2
Option 4-1
Option 4-2
Option 5-1
Option 5-2
Option 6-1
Option 6-2
RRT
Energy Consumption Rate
TJ/Pass-Km
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
Carbon Dioxide CO2
Kilo Ton
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
Methane CH4
Nitrogen Dioxide NO2
Ton
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
3500.00
3000.00
2500.00
2000.00
1500.00
1000.00
500.00
0.00
Energy Consumption
Energy Reduction
Annual Energy Consumption and Energy Reduction by using the Passengers other alternative Transport

ANNEX II

Multi Criteria Decision Analysis (MCDA)

openkandl.com

Annex II: Multi Criteria Decision Analysis (MCDA)

Weighted Sum Model (WSM)

Input Data (Automatic Transfer)

Criteria			Weights
CR 1	Initial Investments	EGP (Million)	5
CR 2	Initial Investments per one Km Long	EGP (Million)	5
CR 3	Cost of Passenger-Km	EGP	8
CR 4	Commercial Speed	Km/h	10
CR 5	Annual Passengers-Km	Million	10
CR 6	Annual Line Capacity	Pass. (Million)	10
CR 7	Annual Reduction in Traffic Volumes	PCU (Million)	10
CR 8	Energy Consumption Rate	TJ/Pass-Km	8
CR 9	Carbon Dioxide CO2	Kilo-Ton	5
CR 10	Energy Reduction	TJ	6
Sum of Weights			77

Criteria Matrix

Criteria	Option 1: LRT	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7: RRT
CR 1	1026.49	406.51	20.33	249.36	11.60	593.16	33.06	170.19	10.06	1627.08	43.12	8130.00
CR 2	89.26	48.39	2.42	60.09	2.80	40.63	2.26	50.06	2.96	83.44	2.21	377.89
CR 3	0.13	0.15	0.17	0.17	0.18	0.15	0.19	0.16	0.23	0.17	0.19	0.13
CR 4	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	22.50	30.00	22.50	35.00
CR 5	1594.48	465.87	88.91	230.16	43.92	809.72	154.53	188.56	35.99	1081.47	206.39	7095.83
CR 6	138.65	55.46	10.58	55.46	10.58	55.46	10.58	55.46	10.58	55.46	10.58	329.82
CR 7	24.46	13.75	2.62	13.75	2.62	13.75	2.62	13.75	2.62	13.75	2.62	75.57
CR 8	0.04	0.06	0.21	0.06	0.21	0.06	0.21	0.06	0.21	0.06	0.21	0.04
CR 9	4.7476	2.0807	1.4254	1.0280	0.7042	3.6165	2.4775	0.8422	0.5769	4.8302	3.3089	20.3508
CR 10	932.11	524.02	100.00	524.02	100.00	524.02	100.00	524.02	100.00	524.02	100.00	2880.14

Weighted Sum Score(Including Weights)

Options	SUM	Rating
Option 7	61.78	1
Option 1	39.10	2
Option 6-1	34.79	3
Option 4-1	31.91	4
Option 2-1	31.48	5
Option 5-1	31.03	6
Option 3-1	29.94	7
Option 2-2	19.42	8
Option 3-2	18.66	9
Option 6-2	17.85	10
Option 4-2	17.79	11
Option 5-2	14.99	12

Multi-Factor Evaluation Process (MFEP)

MFEP starts by listing the factors and their relative importance (weights) on a scale from 0 to 1

Input Data

Project 1	Project 2		Project 3		Project 4		Project 5		Project 6		Project 7
Raml Tram Rehabilitation	Montazah - Victoria		Victoria - Awaid		Awaid - Mina El-Basal		Sidi Gaber - El Nozha		Mina El-Bassal - KP 21		Abou Kir Rehabilitation
Option 1: LRT	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7: RRT

opendl.com

Ranking of Projects according to Priority Scores

Options	CR 1	CR 2	CR 3	CR 4	CR 5	CR 6	CR 7	CR 8	CR 9	CR 10	SUM	Rating
Option 7	0.000	0.000	0.011	0.016	0.077	0.054	0.054	0.017	0.000	0.032	0.261	1
Option 1	0.000	0.000	0.011	0.010	0.017	0.023	0.017	0.016	0.002	0.010	0.108	2
Option 6-1	0.000	0.000	0.008	0.013	0.012	0.009	0.010	0.011	0.002	0.006	0.071	3
Option 5-2	0.021	0.010	0.006	0.010	0.000	0.002	0.002	0.003	0.014	0.001	0.070	4
Option 5-1	0.001	0.001	0.009	0.010	0.002	0.009	0.010	0.011	0.010	0.006	0.068	5
Option 4-1	0.000	0.001	0.010	0.010	0.009	0.009	0.010	0.011	0.002	0.006	0.068	6
Option 3-2	0.018	0.011	0.008	0.010	0.000	0.002	0.002	0.003	0.012	0.001	0.067	7
Option 3-1	0.001	0.001	0.008	0.010	0.002	0.009	0.010	0.011	0.008	0.006	0.066	8
Option 2-1	0.001	0.001	0.009	0.010	0.005	0.009	0.010	0.011	0.004	0.006	0.065	9
Option 2-2	0.011	0.013	0.008	0.010	0.001	0.002	0.002	0.003	0.006	0.001	0.056	10
Option 4-2	0.006	0.014	0.008	0.010	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.001	0.050	11
Option 6-2	0.005	0.014	0.008	0.010	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	0.049	12

obeikandl.com

ANNEX III

Analytic Hierarchy Process (AHP)

obeikandl.com

Annex III: Analytial Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP)

1. Project Options

Project 1	Project 2		Project 3		Project 4		Project 5		Project 6		Project 7
Raml Tram Rehabilitation	Montazah - Victoria		Victoria - Awaid		Awaid - Mina El-Basal		Sidi Gaber - El Nozha		Mina El-Bassal - KP 21		Abou Kir Rehabilitation
Option 1:LRT	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7: RRT

2. Evaluation Criteria

	Criteria
CR 1	Initial Investments
CR 2	Cost of Passenger-Km
CR 3	Annual Passengers-Km
CR 4	Commercial Speed
CR 5	Energy Consumption
CR 6	Carbon Dioxide Emissions CO2
CR 7	Demand Intensity
CR 8	Accessibility to Central Areas, Work and Education Places
CR 9	Reduction in Traffic Volumes
CR 10	Energy Reduction

3. Options and Criteria

Input

CR 1: Investments

Less is Better — Options and Criteria

Input

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1	1.000	2.000	5.000	4.000	5.000	2.000	3.000	3.000	5.000	1.000	3.000	0.333
Option 2-1	0.500	1.000	3.000	2.000	3.000	0.500	2.000	2.000	2.000	0.500	2.000	0.250
Option 2-2	0.200	0.200	1.000	0.500	0.333	0.500	0.500	1.000	2.000	0.167	0.500	0.111
Option 3-1	0.250	0.500	2.000	1.000	3.000	0.250	1.000	1.000	2.000	0.200	1.000	0.125
Option 3-2	0.200	0.333	3.003	0.333	1.000	2.000	0.500	1.000	1.000	0.333	1.000	0.111
Option 4-1	0.500	2.000	2.000	4.000	0.500	1.000	2.000	2.000	2.000	0.143	2.000	0.125
Option 4-2	0.333	0.500	2.000	1.000	2.000	0.500	1.000	1.000	1.000	0.333	1.000	0.200
Option 5-1	0.333	0.500	1.000	1.000	1.000	0.500	1.000	1.000	3.000	0.167	1.000	0.125
Option 5-2	0.200	0.500	0.500	0.500	1.000	0.500	1.000	0.333	1.000	0.333	0.500	0.111
Option 6-1	1.000	2.000	5.988	5.000	3.003	6.993	3.003	5.988	3.003	1.000	4.000	0.500
Option 6-2	0.333	0.500	2.000	1.000	1.000	0.500	1.000	2.000	2.000	0.250	1.000	0.111
Option 7	3.003	4.000	9.009	8.000	9.009	8.000	5.000	8.000	9.009	2.000	9.009	1.000
SUM	7.853	14.033	36.500	28.333	29.845	23.243	21.003	28.321	33.012	6.426	26.009	3.102

CR 2: Cost of Passenger-Km

Less is Better — Options and Criteria

Input

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1	1.000	1.000	0.500	2.000	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1.000
Option 2-1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	1.000	0.500	1.000	1.000	1.000	0.500	1.000
Option 2-2	2.000	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Option 3-1	0.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	1.000	1.000	1.000
Option 3-2	2.000	2.000	1.000	1.000	1.000	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000
Option 4-1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1.000
Option 4-2	2.000	2.000	1.000	1.000	1.000	2.000	1.000	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000
Option 5-1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.667	1.000	0.500	0.500	0.500	1.000
Option 5-2	2.000	1.000	1.000	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000
Option 6-1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	0.500	1.000	1.000	1.000
Option 6-2	2.000	2.000	1.000	1.000	1.000	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000
Option 7	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	1.000	1.000	1.000	0.500	1.000	0.500	1.000
SUM	16.500	16.000	11.500	14.000	10.000	16.000	10.167	14.500	9.000	12.500	9.500	15.000

CR 3: Total Passengers-Km

More is Better — Options and Criteria

Input

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1	1.000	3.000	9.000	7.000	9.000	2.000	9.000	8.000	9.000	1.000	9.000	0.250
Option 2-1	0.333	1.000	6.000	2.000	9.000	0.500	4.000	3.000	9.000	0.500	3.000	0.111
Option 2-2	0.111	0.111	1.000	0.333	2.000	0.111	0.500	0.500	2.000	0.111	0.500	0.111
Option 3-1	0.143	0.500	3.003	1.000	6.000	0.250	2.000	1.000	7.000	0.200	1.000	0.111
Option 3-2	0.111	0.111	0.500	0.167	1.000	0.111	0.250	0.250	1.000	0.111	0.200	0.111
Option 4-1	0.500	2.000	9.009	4.000	9.009	1.000	6.000	4.000	9.000	1.000	4.000	0.111
Option 4-2	0.111	0.250	2.000	0.500	4.000	0.167	1.000	1.000	4.000	0.125	0.500	0.111
Option 5-1	0.125	0.333	2.000	1.000	4.000	0.250	1.000	1.000	6.000	0.167	1.000	0.111
Option 5-2	0.111	0.111	0.500	0.143	1.000	0.111	0.250	0.167	1.000	0.111	0.200	0.111
Option 6-1	1.000	2.000	9.009	5.000	9.009	1.000	8.000	5.988	9.009	1.000	6.000	0.167
Option 6-2	0.111	0.333	2.000	1.000	5.000	0.250	2.000	5.000	5.000	0.167	1.000	0.111
Option 7	4.000	9.009	9.009	9.009	9.009	9.009	9.009	9.009	9.009	5.988	9.009	1.000
SUM	7.657	18.759	53.030	31.152	68.027	14.759	43.009	38.914	71.018	10.480	35.409	2.416

CR 4: Commercial Speed

More is Better — Options and Criteria

Input

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500
Option 2-1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500
Option 2-2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500
Option 3-1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500
Option 3-2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500
Option 4-1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500
Option 4-2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500
Option 5-1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500
Option 5-2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500
Option 6-1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500
Option 6-2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500
Option 7	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000
SUM	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	12.000	13.000	7.000

open version

CR 5: Energy Consumption

Less is Better | Options and Criteria

Input

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000	1.000	2.000	6.000	8.000	1.000	1.000	0.250
Option 2-1	0.500	1.000	1.000	2.000	3.000	0.500	2.000	3.000	4.000	0.500	0.500	0.111
Option 2-2	0.333	1.000	1.000	1.000	2.000	0.500	0.500	2.000	2.000	0.333	0.500	0.111
Option 3-1	0.200	0.500	1.000	1.000	1.000	0.333	0.500	1.000	2.000	0.200	0.333	0.111
Option 3-2	0.143	0.333	0.500	1.000	1.000	0.200	0.250	1.000	1.000	0.146	0.200	0.111
Option 4-1	1.000	2.000	2.000	3.003	5.000	1.000	1.000	4.000	6.000	1.000	1.000	0.167
Option 4-2	0.500	0.500	2.000	2.000	4.000	1.000	1.000	3.000	4.000	0.500	1.000	0.125
Option 5-1	0.167	0.333	0.500	1.000	1.000	0.250	0.333	1.000	1.000	0.167	0.500	0.111
Option 5-2	0.125	0.250	0.500	0.500	1.000	0.167	0.250	1.000	1.000	0.111	0.167	0.111
Option 6-1	1.000	2.000	3.003	5.000	6.859	1.000	2.000	5.988	9.009	1.000	1.000	0.250
Option 6-2	1.000	2.000	2.000	3.003	5.000	1.000	1.000	2.000	5.988	1.000	1.000	0.167
Option 7	4.000	9.009	9.009	9.009	9.009	5.988	8.000	9.009	9.009	4.000	5.988	1.000
SUM	9.968	20.926	25.512	33.515	45.868	12.938	18.833	38.997	53.006	9.957	13.188	2.625

CR 6: Carbon Dioxide Emissions CO2

Less is Better | Options and Criteria

Input

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1	1.000	0.500	0.167	0.500	0.167	0.500	0.167	0.500	0.167	0.500	0.167	1.000
Option 2-1	2.000	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	2.000
Option 2-2	5.988	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	7.000
Option 3-1	2.000	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	2.000
Option 3-2	5.988	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	7.000
Option 4-1	2.000	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	2.000
Option 4-2	5.988	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	7.000
Option 5-1	2.000	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	2.000
Option 5-2	5.988	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	7.000
Option 6-1	2.000	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	1.000	0.250	2.000
Option 6-2	5.988	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	7.000
Option 7	1.000	0.500	0.143	0.500	0.143	0.500	0.143	0.500	0.143	0.500	0.143	1.000
SUM	41.940	26.000	6.560	26.000	6.560	26.000	6.560	26.000	6.560	26.000	6.560	47.000

CR 7: Demand Intensity

More is Better | Options and Criteria

Input

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1	1.000	3.000	3.000	3.000	3.000	2.000	2.000	9.000	9.000	3.000	3.000	2.000
Option 2-1	0.333	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	0.500	3.000	3.000	1.000	1.000	0.500
Option 2-2	0.333	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	0.500	3.000	3.000	1.000	1.000	0.500
Option 3-1	0.333	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	0.500	3.000	3.000	1.000	1.000	0.500
Option 3-2	0.333	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	0.500	3.000	3.000	1.000	1.000	0.500
Option 4-1	0.500	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000	1.000	4.000	4.000	1.000	1.000	0.500
Option 4-2	0.500	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000	1.000	4.000	4.000	1.000	1.000	0.500
Option 5-1	0.111	0.333	0.333	0.333	0.333	0.250	0.250	1.000	1.000	0.250	0.250	0.167
Option 5-2	0.111	0.333	0.333	0.333	0.333	0.250	0.250	1.000	1.000	0.250	0.250	0.167
Option 6-1	0.333	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	4.000	4.000	1.000	1.000	0.500
Option 6-2	0.333	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	4.000	4.000	1.000	1.000	0.500
Option 7	0.500	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	5.988	2.000	2.000	1.000
SUM	4.722	15.667	15.667	15.667	15.667	10.500	10.500	41.000	44.988	13.500	13.500	7.334

CR 8: Accessibility to Central Areas, Work and Education Places

More is Better | Options and Criteria

Input

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1	1.000	5.000	5.000	4.000	4.000	4.000	4.000	8.000	8.000	4.000	4.000	1.000
Option 2-1	0.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	2.000	2.000	1.000	0.250
Option 2-2	0.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	2.000	2.000	1.000	0.250
Option 3-1	0.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	2.000	2.000	1.000	0.250
Option 3-2	0.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	2.000	2.000	1.000	0.250
Option 4-1	0.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	4.000	2.000	2.000	1.000	0.250
Option 4-2	0.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	4.000	2.000	2.000	1.000	0.250
Option 5-1	0.125	0.500	0.500	0.500	1.000	0.250	0.250	1.000	1.000	0.500	0.500	0.125
Option 5-2	0.125	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	1.000	1.000	0.500	0.500	0.125
Option 6-1	0.250	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	2.000	2.000	1.000	1.000	0.250
Option 6-2	0.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	2.000	1.000	1.000	0.250
Option 7	1.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	8.000	8.000	4.000	4.000	1.000
SUM	4.150	17.500	17.500	16.500	17.000	16.250	16.250	37.000	34.000	23.000	17.000	4.250

CR9: Reduction in Traffic Volumes

More is Better | Options and Criteria

Input

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1	1.000	2.000	9.000	2.000	9.000	2.000	9.000	2.000	9.000	2.000	9.000	0.333
Option 2-1	0.500	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.176
Option 2-2	0.111	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.111
Option 3-1	0.500	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.176
Option 3-2	0.111	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.111
Option 4-1	0.500	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.176
Option 4-2	0.111	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.111
Option 5-1	0.500	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.176
Option 5-2	0.111	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.111
Option 6-1	0.500	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	5.000	5.000	1.000	5.000	0.176
Option 6-2	0.111	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	1.000	1.000	0.200	1.000	0.111
Option 7	3.003	5.696	9.009	5.696	9.009	5.696	9.009	5.696	9.009	5.696	9.009	1.000
SUM	7.059	13.696	48.009	13.696	48.009	13.696	48.009	18.496	48.009	13.696	48.009	2.766

CR10: Energy Reduction

More is Better | Options and Criteria

Input

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1	1.000	2.000	8.000	2.000	8.000	2.000	8.000	2.000	8.000	2.000	8.000	0.333
Option 2-1	0.500	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.167
Option 2-2	0.125	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.111
Option 3-1	0.500	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.167
Option 3-2	0.125	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.111
Option 4-1	0.500	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	1.000	1.000	5.000	0.167
Option 4-2	0.125	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.111
Option 5-1	0.500	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	0.167
Option 5-2	0.125	0.200	1.000	0.200	1.000	1.000	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	0.111
Option 6-1	0.500	1.000	5.000	1.000	5.000	1.000	5.000	5.000	5.000	1.000	5.000	0.167
Option 6-2	0.125	0.200	1.000	0.200	1.000	0.200	1.000	1.000	1.000	0.200	1.000	0.111
Option 7	3.003	5.988	9.009	5.988	9.009	5.988	9.009	5.988	9.009	5.988	9.009	1.000
SUM	7.128	13.988	47.009	13.988	47.009	14.788	47.009	18.788	43.009	13.988	47.009	2.723

6. Options and Criteria with Wt. Vectors

Options	CR 1	CR 2	CR 3	CR 4	CR 5	CR 6	CR 7	CR 8	CR 9	CR 10
Option 1	0.083	0	0.000	0	0.083	0	0.000	0	0.000	0
Option 2-1	0	0.083	0	0.000	0	0.083	0	0.000	0	0.000
Option 2-2	0.083	0.083	0.000	0.000	0.083	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 3-1	0.083	0.083	0.000	0.000	0.083	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 3-2	0.083	0.083	0.000	0.000	0.083	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 4-1	0.083	0.083	0.000	0.000	0.083	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 4-2	0.083	0.083	0.000	0.000	0.083	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 5-1	0.083	0.083	0.000	0.000	0.083	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 5-2	0.083	0.083	0.000	0.000	0.083	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 6-1	0.083	0.083	0.000	0.000	0.083	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000
Option 6-2	0.083	0	0.000	0	0.083	0	0.000	0	0.000	0
Option 7	0	0.083	0	0.000	0	0.083	0	0.000	0	0.000
Wt. Vectors	0.051	0.051	0.026	0.026	0.051	0.051	0.338	0.338	0.035	0.035

7. Global Priorities (GP) and Ranking of Options

Options	GP
Option 1	0.017
Option 2-1	0.017
Option 2-2	0.017
Option 3-1	0.017
Option 3-2	0.017
Option 4-1	0.017
Option 4-2	0.017
Option 5-1	0.017
Option 5-2	0.017
Option 6-1	0.017
Option 6-2	0.017
Option 7	0.017

Options	GP	Ranking
Option 1	0.185	1
Option 7	0.173	2
Option 4-1	0.084	3
Option 4-2	0.077	4
Option 6-1	0.070	5
Option 2-1	0.069	6
Option 3-1	0.069	7
Option 6-2	0.067	8
Option 2-2	0.063	9
Option 3-2	0.062	10
Option 5-1	0.043	11
Option 5-2	0.038	12

opebandi.com

ANNEX IV

Comprehensive Evaluation of Transportation Projects

obeikandl.com

Sustainable Criteria

No. of Criteria	4

Economic Sustainability
Social Sustainability
Environmental Sustainability
Transport System Efficiency

Pairwise Comparison

Criteria	INPUT	
Economic Sustainability	2.000	Social Sustainability
Economic Sustainability	0.500	Environmental Sustainability
Economic Sustainability	1.000	Transport System Efficiency
Social Sustainability	1.000	Environmental Sustainability
Social Sustainability	0.500	Transport System Efficiency
Environmental Sustainability	0.500	Transport System Efficiency

Criteria Matrix

Pairwise Comparison Matrix				
Criteria	Economic Sustainability	Social Sustainability	Environmental Sustainability	Transport System Efficiency
Economic Sustainability	1	2.000	0.500	1.000
Social Sustainability	0.500	1	1.000	0.500
Environmental Sustainability	2.000	1.000	1	0.500
Transport System Efficiency	1.000	2.000	2.000	1
SUM	4.500	6.000	4.500	3.000

Normalized Matrix

Criteria	Normalized Values				AVR
Economic Sustainability	0.222	0.333	0.111	0.333	25.00%
Social Sustainability	0.111	0.167	0.222	0.167	16.67%
Environmental Sustainability	0.444	0.167	0.222	0.167	25.00%
Transport System Efficiency	0.222	0.333	0.444	0.333	33.33%

Consistency Test				
Weighted Vector	Consistency Factor	λ	CI	CR
1.042	4.167	4.250	0.083	0.093
0.708	4.250			
1.083	4.333			
1.417	4.250			

Economic Sustainability			
EC1	Initial Investments	4.71%	
EC2	Initial Investments/Km	8.06%	
EC3	Cost of Passenger-Km	10.79%	
EC6	Economic Progress	1.44%	25.0%
Social Sustainability			
SO6	Accessibility	15.00%	
SO7	Affordability	1.67%	16.7%
Environmental Sustainability			
EN1	Energy Consumption	4.84%	
EN2	CO2 Emissions	5.22%	
EN3	Energy Reduction	1.98%	
EN6	Noise pollution	4.45%	
EN7	Aesthetic Approval	8.52%	25.0%
Transport System Efficiency			
TR1	Commercial Speed	2.65%	
TR2	Annual Passengers-Km	2.93%	
TR3	Annual Line Capacity	3.42%	
TR4	Reduction in Traffic Volumes	1.72%	
TR 6	Crossing high Density Areas	22.62%	33.3%

1. Economic Sustainability

Economic Indicators		Type	Weights
EC1	Initial Investments	Quantities Indicators	0.047
EC2	Initial Investments/Km		0.081
EC3	Cost of Passenger-Km		0.108
EC4			
EC5			
EC6	Economic Progress	Qualitative Indicators	0.014
EC7			
EC8			
EC9			
EC10			
Total Weights			0.250

A. Quantities Indicators

Options Matrix (Criteria Big & Small)					
Options	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5
Option 1: LRT	1026.49	89.26	0.129		
Option 2-1	406.509	48.39	0.151		
Option 2-2	20.328	2.42	0.171		
Option 3-1	249.358	60.09	0.168		
Option 3-2	11.6013	2.80	0.181		
Option 4-1	593.156	40.63	0.146		
Option 4-2	33.0587	2.26	0.188		
Option 5-1	170.192	50.06	0.157		
Option 5-2	10.0613	2.96	0.226		
Option 6-1	1627.08	83.44	0.171		
Option 6-2	43.12	2.21	0.186		
Option 7: RRT	8130	377.89	0.132		
Δ (Big - Small)	8119.939	375.682	0.097		

B. Qualitative Indicators

EC6: Economic Progress — More is Better

Pairwise Comparison Matrix

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1: LRT	1	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.333	0.333	1.000
Option 2-1	0.500	1	1.000	1.000	1.000	0.500	0.500	1.000	1.000	0.333	0.333	1.000
Option 2-2	0.500	0.500	1	1.000	1.000	0.500	0.500	0.500	0.500	0.146	0.146	0.500
Option 3-1	0.500	1.000	1.000	1	1.000	0.500	0.500	0.500	0.500	0.146	0.146	0.500
Option 3-2	0.500	1.000	1.000	1.000	1	0.500	0.500	0.500	0.500	0.146	0.146	0.500
Option 4-1	1.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1	1.000	1.000	1.000	0.333	0.333	1.000
Option 4-2	1.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000	1	1.000	1.000	0.333	0.333	1.000
Option 5-1	1.000	1.000	2.000	2.000	2.000	1.000	1.000	1	1.000	0.333	0.333	1.000
Option 5-2	1.000	1.000	2.000	2.000	2.000	1.000	1.000	1.000	1	0.333	0.333	1.000
Option 6-1	3.003	3.003	6.849	6.849	6.849	3.003	3.003	3.003	3.003	1	1.000	2.000
Option 6-2	3.003	3.003	6.849	6.849	6.849	3.003	3.003	3.003	3.003	1.000	1	2.000
Option 7: RRT	1.000	1.000	2.000	2.000	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	0.500	1
SUM	14.006	18.506	29.699	29.699	29.699	14.006	14.006	14.506	14.506	4.936	4.936	12.500

obeikandl.com

Global Priorities (GP) and Ranking of Options

Options	GP	Rating
Option 1	0.0259	1
Option 4-1	0.0246	2
Option 2-1	0.0236	3
Option 5-1	0.0230	4
Option 6-2	0.0216	5
Option 2-2	0.0214	6
Option 6-1	0.0213	7
Option 3-1	0.0206	8
Option 3-2	0.0198	9
Option 4-2	0.0193	10
Option 7	0.0154	11
Option 5-2	0.0135	12

Social Sustainability

Social Indicators		Type	Weights
SO1		Quantative Indicators	
SO2			
SO3			
SO4			
SO5			
SO6	Accessibility	Qualitative Indicators	0.150
SO7	Affordability		0.017
SO8			
SO9			
SO10			
Total Weights			0.167

B. Qualitative Indicators

SO6: Accessibility — More is Better

Pairwise Comparison Matrix

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1: LRT	1	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	9.000	9.000	3.000	3.000	3.000
Option 2-1	0.333	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000
Option 2-2	0.333	1.000	1	1.000	1.000	1.000	1.000	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000
Option 3-1	0.333	1.000	1.000	1	1.000	1.000	1.000	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000
Option 3-2	0.333	1.000	1.000	1	1	1.000	1.000	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000
Option 4-1	0.333	1.000	1.000	1	1.000	1	1.000	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000
Option 4-2	0.333	1.000	1.000	1	1.000	1	1	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000
Option 5-1	0.111	0.333	0.333	0	0.333	0.333	0.333	1	1.000	0.333	0.333	0.333
Option 5-2	0.111	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	1.000	1	0.333	0.333	0.333
Option 6-1	0.333	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	3.003	3.003	1	1.000	1.000
Option 6-2	0.333	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	3.003	3.003	1.000	1	1.000
Option 7: RRT	0.333	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	3.003	3.003	1.000	1.000	1
SUM	4.222	12.667	12.667	12.667	12.667	12.667	12.667	38.009	38.009	12.666	12.666	12.666

SO7: Affordability — More is Better

Pairwise Comparison Matrix

Options	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1: LRT	1	1.000	3.000	2.000	5.000	1.000	3.000	5.000	7.000	1.000	3.000	1.000
Option 2-1	1.000	1	3.000	2.000	5.000	1.000	3.000	5.000	7.000	1.000	3.000	1.000
Option 2-2	0.333	0.333	1	0.500	2.000	0.333	1.000	2.000	2.000	0.333	1.000	0.333
Option 3-1	0.500	0.500	2.000	1	2.000	0.500	1.000	2.000	3.000	0.500	1.000	0.500
Option 3-2	0.200	0.200	0.500	1	1	0.200	0.500	1.000	1.000	0.200	0.500	0.200
Option 4-1	1.000	1.000	3.003	2	5.000	1	3.000	5.000	7.000	1.000	3.000	1.000
Option 4-2	0.333	0.333	1.000	1	2.000	0.333333	1	2.000	2.000	0.333	1.000	0.333
Option 5-1	0.200	0.200	0.500	1	1.000	0.200	0.500	1	1.000	0.200	0.500	0.200
Option 5-2	0.143	0.143	0.500	0.333	1.000	0.143	0.500	1.000	1	0.143	0.500	0.143
Option 6-1	1.000	1.000	3.003	2.000	5.000	1.000	3.003	5.000	6.993	1	3.000	1.000
Option 6-2	0.333	0.333	1.000	1.000	2.000	0.333	1.000	2.000	2.000	0.333	1	0.333
Option 7: RRT	1.000	1.000	3.003	2.000	5.000	1.000	3.003	5.000	6.993	1.000	3.003	1
SUM	7.043	7.043	21.509	14.833	36.000	7.043	20.506	36.000	46.986	7.042	20.503	7.042

Global Priorities (GP) and Ranking of Options

Options	GP	Rating
Option 1	0.038	1
Option 7	0.014	2
Option 6-1	0.014	3
Option 4-1	0.014	4
Option 2-1	0.014	5
Option 3-1	0.013	6
Option 6-2	0.013	7
Option 4-2	0.013	8
Option 2-2	0.013	9
Option 3-2	0.012	10
Option 5-1	0.004	11
Option 5-2	0.004	12

Environmental Sustainability

Environmental Indicators		Type	Weights
EN1	Energy Consumption	Quantative Indicators	0.048
EN2	CO2 Emissions		0.052
EN3	Energy Reduction		0.020
EN4			
EN5			
EN6	Noise pollution	Qualitative Indicators	0.045
EN7	Aesthetic Approval		0.085
EN8			
EN9			
EN10			
Total Weights			0.250

A. Quantities Indicators

Options Matrix (Criteria Big & Small)

Options	EN1	EN2	EN3	EN4	EN5
Option 1: LRT	63.438	4.748	932.109		
Option 2-1	27.802	2.081	524.023		
Option 2-2	19.046	1.425	100.004		
Option 3-1	13.736	1.028	524.023		
Option 3-2	9.410	0.704	100.004		
Option 4-1	48.323	3.616	524.023		
Option 4-2	33.104	2.477	100.004		
Option 5-1	11.253	0.842	524.023		
Option 5-2	7.709	0.577	100.004		
Option 6-1	64.541	4.830	524.023		
Option 6-2	44.214	3.309	100.004		
Option 7: RRT	271.926	20.351	2880.135		
Δ (Big - Small)	264.217	19.774	2780.131		

opportunitycost.com

B. Qualitative Indicators

EN 6: Noise Pollution — Less is Better

Options	Pairwise Comparison Matrix											
	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1: LRT	1	1.000	0.333	1.000	0.333	1.000	0.333	1.000	0.333	0.500	0.250	1.000
Option 2-1	1.000	1	0.333	1.000	0.333	1.000	0.333	1.000	0.333	0.500	0.250	1.000
Option 2-2	3.003	3.003	1	3.000	1.000	3.000	1.000	3.000	1.000	2.000	1.000	3.000
Option 3-1	1.000	1.000	0.333	1	0.333	1.000	0.333	1.000	0.333	0.500	0.250	1.000
Option 3-2	3.003	3.003	1.000	3.003	1	3.000	1.000	3.000	1.000	2.000	1.000	3.000
Option 4-1	1.000	1.000	0.333	1.000	0.333	1	0.333	1.000	0.333	0.500	0.250	1.000
Option 4-2	3.003	3.003	1.000	3.003	1.000	3.003	1	3.000	1.000	2.000	1.000	3.000
Option 5-1	1.000	1.000	0.333	1.000	0.333	1.000	0.333	1	0.333	0.500	0.250	1.000
Option 5-2	3.003	3.003	1.000	3.003	1.000	3.003	1.000	3.003	1	2.000	1.000	3.000
Option 6-1	2.000	2.000	0.500	2.000	0.500	2.000	0.500	2.000	0.500	1	0.500	2.000
Option 6-2	4.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	4.000	1.000	2.000	1	4.000
Option 7: RRT	1.000	1.000	0.333	1.000	0.333	1.000	0.333	1.000	0.333	0.500	0.250	1
SUM	24.012	24.012	7.499	24.009	7.499	24.006	7.499	24.003	7.498	14.000	7.000	24

EN 7: Aesthetic Approval — More is Better

Options	Pairwise Comparison Matrix											
	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1: LRT	1	1.000	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	3.000	4.000	1.000
Option 2-1	1.000	1	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	3.000	4.000	1.000
Option 2-2	0.500	0.500	1	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1.000	2.000	2.000	0.500
Option 3-1	1.000	1.000	2.000	1	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	3.000	4.000	1.000
Option 3-2	0.500	0.500	1.000	0.500	1	0.500	1.000	0.500	1.000	2.000	2.000	0.500
Option 4-1	1.000	1.000	2.000	1.000	2.000	1	2.000	1.000	2.000	3.000	4.000	1.000
Option 4-2	0.500	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1	0.500	1.000	2.000	2.000	0.500
Option 5-1	1.000	1.000	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	1	2.000	3.000	4.000	1.000
Option 5-2	0.500	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1.000	0.500	1	2.000	2.000	0.500
Option 6-1	0.333	0.333	0.500	0.333	0.500	0.333	0.500	0.333	0.500	1	1.000	0.333
Option 6-2	0.250	0.250	0.500	0.250	0.500	0.250	0.500	0.250	0.500	1.000	1	0.250
Option 7: RRT	1.000	1.000	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	1.000	2.000	3.003	4.000	1
SUM	8.583	8.583	17.000	8.583	17.000	8.583	17.000	8.583	17.000	28.003	34.000	8.583

Global Priorities (GP) and Ranking of Options

Options	GP	Rating
Option 5-1	0.0251	1
Option 3-1	0.0250	2
Option 1	0.0246	3
Option 2-1	0.0245	4
Option 4-1	0.0237	5
Option 7	0.0234	6
Option 5-2	0.0186	7
Option 3-2	0.0186	8
Option 2-2	0.0182	9
Option 4-2	0.0177	10
Option 6-1	0.0160	11
Option 6-2	0.0146	12

Transport System Efficiency

Environmental Indicators		Type	Weights
TR1	Commercial Speed	Quantative Indicators	0.026
TR2	Annual Passengers-Km		0.029
TR3	Annual Line Capacity		0.034
TR4	Reduction in Traffic Volumes		0.017
TR5			
TR6	Crossing high Density Areas	Qualitative Indicators	0.226
TR7			
TR8			
TR9			
TR10			
Total Weights			0.333

A. Quantities Indicators

Options Matrix (Criteria Big & Small)

Options	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5
Option 1: LRT	22.500	1594.480	138.650	24.458	
Option 2-1	22.500	465.865	55.460	13.750	
Option 2-2	22.500	88.906	10.584	2.624	
Option 3-1	22.500	230.160	55.460	13.750	
Option 3-2	22.500	43.924	10.584	2.624	
Option 4-1	22.500	809.718	55.460	13.750	
Option 4-2	22.500	154.526	10.584	2.624	
Option 5-1	22.500	188.565	55.460	13.750	
Option 5-2	22.500	35.986	10.584	2.624	
Option 6-1	30.000	1081.473	55.460	13.750	
Option 6-2	22.500	206.388	10.584	2.624	
Option 7: RRT	35.000	7095.831	329.824	75.574	
Δ (Big - Small)	12.500	7059.846	319.240	72.950	

opusmanual.com

B. Qualitative Indicators												
TR6: Crossing high Density Areas				More is Better								
Options	Pairwise Comparison Matrix											
	Option 1	Option 2-1	Option 2-2	Option 3-1	Option 3-2	Option 4-1	Option 4-2	Option 5-1	Option 5-2	Option 6-1	Option 6-2	Option 7
Option 1: LRT	1	5.000	5.000	4.000	4.000	4.000	4.000	8.000	8.000	4.000	4.000	2.000
Option 2-1	0.200	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	2.000	1.000	1.000	0.500
Option 2-2	0.200	1.000	1	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	2.000	1.000	1.000	0.500
Option 3-1	0.250	1.000	1.000	1	1.000	1.000	1.000	2.000	2.000	1.000	1.000	0.500
Option 3-2	0.250	1.000	1.000	1.000	1	1.000	1.000	2.000	2.000	2.000	2.000	0.500
Option 4-1	0.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1	1.000	2.000	2.000	1.000	1.000	0.500
Option 4-2	0.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1	2.000	2.000	1.000	1.000	0.500
Option 5-1	0.125	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	1	1.000	0.500	0.500	0.250
Option 5-2	0.125	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	1.000	1	0.500	0.500	0.250
Option 6-1	0.250	1.000	1.000	1.000	0.500	1.000	1.000	2.000	2.000	1	1.000	0.500
Option 6-2	0.250	1.000	1.000	1.000	0.500	1.000	1.000	2.000	2.000	1.000	1	0.500
Option 7: RRT	0.500	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	4.000	4.000	2.000	2.000	1
SUM	3.650	16.000	16.000	15.000	14.000	15.000	15.000	30.000	30.000	16.000	16.000	7.500

Global Priorities (GP) and Ranking of Options		
Options	GP	Rating
Option 7	0.089	1
Option 1	0.075	2
Option 6-1	0.030	3
Option 4-1	0.020	4
Option 2-1	0.019	5
Option 3-1	0.019	6
Option 3-2	0.017	7
Option 4-2	0.015	8
Option 2-2	0.015	9
Option 6-2	0.015	10
Option 5-1	0.011	11
Option 5-2	0.007	12

Analysis of Option Priorities							
Options	Economic	Social	Environmental	Transport Efficiency	Priority	Index	Rating
Option 1: LRT	0.0259	0.0379	0.0246	0.0749	0.1632	88.01%	1
Option 7: RRT	0.0154	0.0142	0.0234	0.0888	0.1418	61.79%	2
Option 4-1	0.0246	0.0142	0.0237	0.0204	0.0829	25.85%	3
Option 6-1	0.0213	0.0142	0.0160	0.0304	0.0819	25.73%	4
Option 2-1	0.0236	0.0142	0.0245	0.0193	0.0815	24.88%	5
Option 3-1	0.0206	0.0129	0.0250	0.0189	0.0775	22.48%	6
Option 3-2	0.0198	0.0123	0.0186	0.0173	0.0680	17.55%	7
Option 2-2	0.0214	0.0126	0.0182	0.0148	0.0670	16.78%	8
Option 4-2	0.0193	0.0127	0.0177	0.0152	0.0648	15.92%	9
Option 5-1	0.0230	0.0044	0.0251	0.0114	0.0639	11.75%	10
Option 6-2	0.0216	0.0127	0.0146	0.0146	0.0635	15.30%	11
Option 5-2	0.0135	0.0043	0.0186	0.0074	0.0439	5.84%	12
Maximum Achievable Sustainability	0.0259	0.0379	0.0247	0.0888	0.1774	100.00%	

opkanpal.com

تطوير اسلوب للتقييم الشامل لمشاريع النقل واسعة النطاق من الجدوي الي التنمية المستدامة

رسالة علمية

مقدمة إلي الدراسات العليا بكلية الهندسة، جامعة الإسكندرية

إستيفاء للدراسات المقررة للحصول على درجة

الماجستير فى العلوم الهندسية

في

تخطيط النقل وهندسة المرور

مقدمة من

علا على محمد عبد المنعم حسن

ديسمبر ٢٠١٤

obeikandl.com

Developing a Procedure for Evaluation of Large-scale Transportation Projects: from Feasibility to Sustainability

تطوير اسلوب للتقييم الشامل لمشاريع النقل واسعة النطاق من الجدوي الي التنمية المستدامة

تختص المدن الكبرى بالدول النامية بظاهرة الإرتفاع المستمر فى ملكية السيارات، على الرغم من إستمرار تدهور مستويات الخدمة على الطرق وصعوبة التنقل، وبتعبير آخر الطلب على النقل فى زيادة لا حد أقصى لها، بينما مرافق النقل محدودة السعة. النقل العام أيضاً يواجه تحديات، فالحكومات تقوم بتمويل إنشاء طرق جديدة وتطوير وصيانة الطرق القائمة، فى حين أن النقل العام لا يلقى نفس الإهتمام، حيث يؤجل تنفيذ هذه المشاريع لصعوبة توفير التمويل اللازم لها، وقد يتم إلغاء بعض الخطوط بإفتراض أن النقل العام يعوق حركة السيارات الخاصة.

أدى ذلك إلى تدهور خدمات النقل العام، وعدم قدرته فى أن يلعب دوراً مؤثراً فى تلبية الإحتياجات اليومية للمواطنين للتنقل، بالإضافة إلى الإستخدام المكثف لسيارات التاكسى الجماعى، والمينى باص، وأخيراً تاكسى الدراجات. هذه النظم البديلة يتم تشغيلها عشوائياً، وتؤثر بالسلب على إنسيابية المرور والأمن بصفة عامة.

إن الحل الوحيد أمام هذه المدن هو التطوير المؤثر والسريع لنظم النقل العام. فى مدينة الأسكندرية، على سبيل المثال، يوجد العديد من الدراسات المتخصصة، والتى أوصت بضرورة إنشاء نظم نقل إقليمية جديدة يتم تنفيذها على مراحل زمنية طويلة، إلا أن هذه المشاريع يؤجل تنفيذها عقداً بعد عقد لصعوبة توفير التمويل اللازم لها. وفى الغالب لا تقدم هذه الدراسات مشاريع مدروسة لتطوير نظم النقل الحالية، لوقف تدهورها كحد أدنى، كما لو كان المطلوب هو التخلص منها على مرور الزمن.

إن الهيئات القائمة حالياً على تقديم خدمات النقل العام لديها برامج طموحة لتطوير وتحديث نظم النقل الحالية ومد خدماتها على مراحل زمنية متتابعة. مما لا شك فيه أن مشاريع تطوير النظم الحالية ليست بديلة عن مشاريع الربط الإقليمى، ولكنها على أقل تقدير تهدف إلى تحسين مستوى خدمات النقل العام الحالية فى أسرع وقت ممكن. تواجه هيئات النقل العام مشكلة تقييم ووضع أولويات التنفيذ لمشاريعها لتدعيم رأيها أمام مُتخذ القرار، حيث أن الدراسات الفنية التى خلصت إلى هذه المشاريع، فى الغالب لا تقدم إلا التفاصيل الفنية والتكاليف فقط.

وعلى هذا فإن الهدف من هذه الرسالة هو إستعراض الأساليب الفنية شائعة الإستخدام لتقييم المشاريع وفقاً لقدرتها فى حل المشاكل النقلية، وأيضاً إعداد إسلوباً جديداً للتقييم الشامل لمشاريع النقل العام وترتيب أولويات التنفيذ وفقاً

Obeikandi.com

لإحتياجات ومتطلبات المجتمع، أخذاً فى الإعتبار التنمية المستدامة لمنطقة الدراسة من الجوانب الإقتصادية والإجتماعية والبيئية والكفاءة النقلية.

من أهم الأساليب الفنية شائعة الإستخدام لتقييم مشاريع النقل:

- دراسات الجدوى الإقتصادية Economic Feasibility
- التحليل متعدد المعايير Multi-Criteria Decision Analysis
- التحليل الهرمى Analytical Hierarchy Process

تعتمد دراسات الجدوى الإقتصادية على تحليل بيانات متعددة عن المشاريع المطلوب تقييمها، مثل تكاليف الإنشاء والتشغيل والصيانة وإعادة التأهيل، وكذلك الإيرادات المباشرة والغير مباشرة كتقديرات قيمة الوقت، تكاليف الحوادث، وسعر التلوث البيئى. إلا أنها لا تأخذ فى الإعتبار التأثيرات التى من الصعب تقدير قيمتها المادية وأيضاً التأثيرات الغير مباشرة للمشاريع، مثل تولد مشاكل مرورية فى مناطق أخرى نتيجة تنفيذ المشروع المقترح. هذا ولا تحتاج دراسات الجدوى إلى أى مشاركة مجتمعية فى التقييم. ومن أهم معايير التقييم الإقتصادى للمشاريع: نسبة المنفعة/التكاليف – نسبة فاعلية التكاليف – صافى القيمة الحالية – فترة الإسترداد – معدل العائد الداخلى.

إن التحليل الإقتصادى بطبيعته معقد ومرتبط بالأوضاع الإقتصادية والإجتماعية، وبالتالى فإن إجراءه لتقييم مشاريع النقل فى الدول النامية غالباً ما يؤدى إلى نتائج غير موثوق فى دقتها، بسبب التغيرات المؤثرة فى نسبة التضخم وسعر صرف العملات الأجنبية وأسعار الفائدة. كما أن مشاريع النقل فى هذه الدول لا تهدف للربح، وتعريفة التنقل إجتماعية وليست إقتصادية، بل ومدعمة أيضاً، مما يجعل تطبيق بعض المعايير الإقتصادية المتعارف عليها للمفاضلة بين المشاريع البديلة غير ممكن، إلا إذا تم وضع إفتراضات ثابتة.

التحليل متعدد المعايير هو أحد الأفرع الرئيسية فى نظرية إتخاذ القرار. يعتمد تطبيقه على معايير كمِّية يتم إختيارها بدقة، قد تكون فنية، إقتصادية، إجتماعية، وبيئية، مع وضع أوزان تمثل أهمية كل معيار بالنسبة لخبراء متخصصين والقائمين على التشغيل ومواطنين عاديين. هناك طريقتين للتحليل متعدد المعايير: طريقة المجموع الموزون وطريقة المعاملات المتنوعة. ينتج عن كل منها معامل تقييم يستخدم لترتيب أولويات تنفيذ المشاريع. يتميز التحليل متعدد المعايير عن التحليل الإقتصادى فى دراسات الجدوى بأنه يعتمد على معايير مختلفة إقتصادية وغير إقتصادية، وليس على معيار إقتصادى واحد (مثل نسبة المنفعة/التكاليف). ومن أهم سلبياته أنه مع زيادة عدد المعايير يكون وضع أوزان المشاركين لها مصحوباً بعدم الدقة فى التمييز والتحديد، كما لا يختبر تناسق الأوزان فيما بينها، مما قد يؤدى إلى الشك فى النتائج، والحاجة لإجراء إختبار الحساسية Sensitivity Analysis للتعرف على تأثير تغيير الأوزان فى النتائج النهائية.

التحليل الهرمى يساعد مُتخذ القرار فى مواجهة مشاكل معقدة مع وجود معايير عديدة كمِّية ونوعية. تتميز هذه الطريقة فى أن تطبيقها يتم على مراحل، فى كل مرحلة تتم المفاضلة بين كل مشروعين على حدا بالنسبة لكل معيار Pairwise Comparison بناءاً على أوزان، تحدد بمعرفة المشاركين فى عملية التقييم، وذلك بإستخدام مقياس خطى نسبى Preference Relative Linear Scale سهل الإستخدام، ثم دمج المعايير مع بعضها للوصول للنتيجة النهائية. فى كل مرحلة من مراحل التحليل الهرمى يتم إختبار تناسق الأوزان مع بعضها وتصويبها إن إقتضى الأمر Consistency Test. إلا أنه في حالة وجود عدد كبير من معايير التقييم والمشاريع في عملية التقييم، تصبح عملية تحديد أوزان المفاضلة مصحوبة بإختلافات حادة فى وجهات النظر، والشك فى دقتها.

تم فى إطار هذه الرسالة إعداد إسلوباً مقترحاً للتقييم الشامل لمشاريع النقل العام وترتيبها حسب أهميتها للتنمية المستدامة المنشودة لمنطقة الدراسة. وقد بنى الإسلوب المقترح على فكرة دمج التحليل متعدد المعايير مع التحليل الهرمى، للإستفادة من مزايا كل منهما وتفادى السلبيات بقدر الإمكان، حيث تتم المفاضلة بإستخدام التحليل متعدد المعايير للمعايير الكمِّية، والتحليل الهرمى للمعايير النوعية. فى الإسلوب المقترح، يتم إتخاذ قرارات على مراحل متتابعة فى إطار هيكلى منطقى، يساعد مُتخذ القرار على تفهم العلاقات الداخلية بين المشاريع والمعايير فى كل مرحلة، وتأثير الأوزان فى عملية التقييم. وفى كل مرحلة تتم المفاضلة بين عدد محدود من المعايير. قد أمكن ترتيب مراحل إتخاذ القرارات على النحو التالى:

- تحديد الأهمية النسبية لمعايير التنمية المستدامة Criteria (الإقتصادية والإجتماعية والبيئية، وكفاءة النقل).
- تحديد مؤشرات Indicators لكل معيار، وبيان أهميتها النسبية (لكل معيار عدد من المؤشرات).
- ترتيب أولويات المشاريع وفقاً لكل معيار، بعد التعرف على العلاقة بين المشاريع والمؤشرات.
- تجميع الأولويات فى مقياس الإستدامة المركب Composite Sustainability Index.
- العرض المرئى لمستوى الإستدامة المركب لكل مشروع.

للتعرف على قدرة وإمكانيات كل من الأساليب الفنية السابق ذكرها، فقد تم تطبيقها على الأسكندرية كمثال، وذلك لتقييم وترتيب أولويات سبع مشاريع، ستة منها تضمنها المخطط العام للهيئة العامة لنقل الركاب، عام ٢٠٠٦ (تحديث محور ترام الرمل وإنشاء نظام الترام السريع على خمس محاور جديدة). والمشروع السابع هو المرحلة الأولى من مشروع مترو الأسكندرية الإقليمى "أبوقير – العامرية"، والذى أعدته الهيئة القومية للأنفاق عام ١٩٩٨. وقد ضُم إلى هذه المشاريع خمس بدائل أخرى، إقترحت فى إطار الرسالة، وتتضمن تشغيل نظام الأتوبيس السريع بدلاً من الترام على المحاور الخمس المقترحة فى مخطط الهيئة العامة لنقل الركاب.

تمت برمجة الأساليب المختلفة بإستخدام EXCEL، وذلك لإستغلال إمكانياته الغير محدودة فى تشكيل وتنسيق وتحليل كميات كبيرة من البيانات والمعلومات، وعرض النتائج فى جداول وأشكال هندسية، مما يتيح لمُتخذ القرار الإختبار الفورى لتأثير أية تغيرات فى البيانات أو الأوزان فى تقييم وترتيب البدائل، كبرنامج تفاعلى Interactive.

لتحليل الجدوى الإقتصادية، تم إعداد ثلاث برامج (الترام – الأتوبيس – قطار الضواحى)، كل منها يتألف من جداول بيانات (المدخلات/النتائج – التحليل – الإستثمارات – العرض المرئى للنتائج)، وبرنامج رابع لمقارنة البدائل جدولياً وبيانياً، وتضمن هذا البرنامج حاسب Calculator لتقدير الوفر فى إستهلاك الطاقة وكميات العوادم وأحجام المرور، فى حالة تنفيذ المشروع موضوع التحليل، وإنتقال ركاب جدد له من وسائل نقل أخرى. هذا وتنقل البيانات والنتائج أتوماتيكياً بين الجداول المختلفة. يأخذ تحليل الجدوى فى الإعتبار نسبة التضخم، معدل الخصم، عدد سنوات التنفيذ. وقد بُنى التحليل على أساس حساب تكاليف راكب–كم، وبإفتراض تعريفة إجتماعية موحدة يمكن تقدير إجمالى الدعم، على أساس أن الإيراد يساوى التكاليف للمشروع الغير هادف للربح. جميع البيانات المدخلة يمكن تغييرها لحظياً بهدف التحليل والمقارنة. كما أن البرنامج مجهز للتعامل مع المشاريع القابلة للربح ودفع الضرائب.

للتحليل متعدد المعايير، تم إعداد برنامج يتكون من أربع جداول بيانات (مقدمة نظرية – المدخلات/النتائج – طريقة المجموع الموزون – طريقة المعاملات المتنوعة – العرض المرئى للنتائج).

للتحليل الهرمى، تم إعداد برنامج يتكون من ثلاث جداول بيانات (مقدمة نظرية – الحسابات – العرض المرئى للنتائج).

وللإسلوب المقترح للتقييم الشامل تم إعداد برنامج تفاعلى، يتكون من ثمان جداول بيانات (مقدمة نظرية – المعايير – المؤشرات – التحليل الإقتصادى – التحليل الإجتماعى – التحليل البيئى – كفاءة النقل – العرض المرئى للنتائج).

وبهدف إختبار إمكانيات البرامج تم إجراء إختبار حساسية محدود للتعرف على تغير النتائج عند تغيير الأوزان.

تم تقييم وترتيب المشاريع البديلة الأثنى عشر بالأساليب الفنية المختلفة، كان الأساس فى التقييم هو دراسات الجدوى للمشاريع، حيث تضمنت تحليلاً وإعداد معايير كمَّية فنية وإقتصادية وبيئية، منهاعلى سبيل المثال:

- التكاليف الرأس مالية – تكاليف راكب.كم – التكاليف السنوية لتغطية رأس المال
- السرعة التجارية – السعة الكلية – إجمالى راكب.كم
- إستهلاك الطاقة – كميات العوادم
- الوفر فى إستهلاك الطاقة وكميات العوادم وأحجام المرور، فى حالة تنفيذ المشروع موضوع التحليل، وإنتقال ركاب جدد له من وسائل نقل أخرى.

فى التحليل متعدد المعايير تم إستخدام عشر معايير كمِّية من معايير دراسات الجدوى، وفى التحليل الهرمى ثمان معايير كمِّية من المعايير السابقة وأضيف إليها معيارين نوعيين جديدين (الطلب على النقل على إمتداد مسار المشروع – إمكانية الوصول لمراكز الخدمات وأماكن العمل والتعليم)، أى عشر معايير، وفى الإسلوب المقترح أُستخدمت ستة عشر معياراً منها العشر معايير التى أستخدمت فى التحليل متعدد المعايير، والمعيارين النوعيين المستخدمين فى التحليل الهرمى، بالإضافة إلى أربع معايير نوعية جديدة (التلوث البصرى – التلوث السمعى – التقدم الإقتصادى – العدالة فى تعريفة النقل).

أظهرت النتائج وكما هو متوقع، وجود إختلافات بينية فى ترتيب أولويات تنفيذ المشاريع حيث أن الأساس العلمى لكل إسلوب مختلف عن الأخر، وكذلك يوجد إختلاف فى عدد ونوع المعايير المستخدمة. أوضح التطبيق العملى أيضاً مايلى:

- تحليل الجدوى هو أساس التطبيق العملى، وإن كان غير كاف بمفرده للحكم على المشاريع.
- التحليل متعدد المراحل لا يقبل المعايير النوعية، وبالتالى فترتيب أولويات المشاريع البديلة يكون مصحوباً بالتغاضى عن معايير يمكن أن تكون مؤثرة.
- التحليل الهرمى، وعلى الرغم من أنه يقبل المعايير الكمِّية والنوعية، إلا أن تحديد أوزان عدد كبير من المعايير فى وقت واحد قد يصاحبه عدم دقة فى التقدير.

أوضح التطبيق أيضاً، أن الإسلوب الفنى المقترح له قدرة عملية فى تقييم وترتيب أولويات تنفيذ مشروعات النقل العام، وفقاً لمعايير التنمية المستدامة لمنطقة الدراسة. كما أنه يساعد مُتخذ القرار فى التعرف على العلاقات المتبادلة بين الأوزان والمعايير وتأثيرها فى عملية التقييم، وعن طريق العرض المرئى لهذه العلاقات والنتائج ومستوى الإستدامة المركب لكل مشروع يمكنه إجراء أى تعديل فى البيانات المستخدمة للتعرف على تأثير هذه التعديلات فى عملية التقييم، خاصة فى حالة وجود بديلين متقاربين تماماً فى التأثير.

openkanal.com