لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا حول

ورشة العمل الفنية : دراسات الأثر المروري للمباني والمرافق التجارية في المدن الفلسطينية

تقرير

مقدم من المهندسة ريان وهبه

في 30 تشرين الثاني و1، 2، 3 كانون الأول 2020

جدول المحتويات

1 لمحة عامة 5
2 دراسة الأثر المروري 6
2.1 المنهجيّة 6
2.2 شروط عامّة 7
2.3 مدخلات الدراسة 8
2.4 الجوانب التي يتعين تحليلها 9
2.4.1 مستوى الخدمة 10
2.4.2 الوقت المقدر للسير ومتوسط سرعة المركبة 12
2.4.3 اصطفاف السيارات (queuing) 13
2.5 ملاحظات 13
3 المتطلبات الإحصائية لتخطيط النقل ومنهجيات جمع المعلومات اللازمة 15
3.1 أهمية جمع البيانات 15
3.2 البيانات الأساسية 15
3.2.1 الإحصاءات الديموغرافية ، الإقتصادية والإجتماعية 15
3.2.2 المسوحات المرورية 16
3.2.3 التعداد اليدوي 17
3.2.4 التعداد الآلي 17
3.2.5 مسح منبع/ مصب 17
3.2.6 استبيان السرعة والوقت 18
3.2.7 نظام البيانات العائمة (Floating Data System) 19
3.2.8 مسح مواقف السيارات على جوانب الطرقات وفي المرائب 19
3.2.9 مسوحات المشاة 21
3.2.10 تعداد ركاب النقل العام على متن الحافلات 21
3.2.11 مسح الخيارات التفضيلية 21
3.2.12 المسح الأسري 22
3.2.13 خصائص شبكة الطرق 22
4 الأدوات وخصوصيات طرائق التخطيط 23
4.1 مزايا الأدوات التقنية لتقييم الحركة المرورية 23

4.2 مستويات نمذجة حركة المرور 23
4.2.1 أهم أدوات النمذجة الكلية 24
4.2.2 أهم أدوات النمذجة الوسطية 26
4.2.3 أهم أدوات النمذجة الوسطية/الدقيقة 27
4.2.4 أهم أدوات النمذجة الدقيقة 28
4.2.5 قيود النمذجة 31
4.3 نظام المعلومات الجغرافي GIS 31
5 تحليل وإعداد التقارير 32
5.1 تحليل 32
5.2 إعداد التقارير 32
6 القوانين التي يتعين على السلطات إعدادها 34
6.1 لماذا الدليل؟ 34
6.2 محتويات الدليل 34
6.3 عيوب الدليل 35
6.4 المسؤوليات 35
6.5 الموافقات 36
6.6 أمثلة على القواعد الإرشاديّة 36
6.6.1 الدليل الإرشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة جدة 36
6.6.2 الدليل الإرشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة دبي 37
6.6.3 الدليل الإرشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة أبوظبي 37
6.6.4 الدليل الإرشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة قطر 38
6.6.5 ملخّص عن المحتويات المتوفرة في كل دليل 38
7 مؤهلات الاستشاري الإستشاري 40
8 الجوانب المؤسسية والتنظيمية 41
8.1 الحوكمة والإدارة 41
8.2 الهواجس 41
9 خارطة طريق لتنفيذ دراسة الأثر المروري 43
9.1 المقدمة 43
9.2 المنهجية 43

9.3 التوصيات 44
9.4 مستويات المشروع 44
9.4.1 مشاريع منخفضة التكلفة 45
9.4.2 مشاريع متوسطة التكلفة 45
9.4.3 مشاريع عالية التكلفة 46
9.5 عملية تنفيذ المشاريع 46
10 مناقشات ورشة العمل 48
11 الخاتمة 49

قائمة الجداول

الجدول 1: مستوى الخدمة 10
الجدول 2: ملخص المحتويات المتوفرة لكل دليل 39

قائمة الرسوم البيانية

الرسم البياني 1 : حلقة ترابط النقل والتطوير العقاري 6
الرسم البياني 2 : محتويات دليل TIS 34
الرسم البياني 3 : المنهجية 44

قائمة الأشكال

الشكل 1 : زيادة المشروع تعقّدًا مع حجمه 7
الشكل 2 : مقدار تأثير حجم المشروع على حركة المرور 8
الشكل 3 : التدفق السرعة ومستوى الخدمة للطرق السريعة الأساسية 11
الشكل 4 : تحديد عتبات التمييز لمستويات الخدمة الأربعة 12
الشكل 5 : وقت الرحلة مقابل كثافة الطريق 12
الشكل 6 : اصطفاف السيارات 13
الشكل 7: نسبة الطاقة المتجددة من إجمالي الطاقة المستهلكة في قطاع النقل (%) 16
الشكل 8: وسائل التعداد الآلي 17
الشكل 9: مسح منبع/ مصب 18
الشكل 10: استبيانات السرعة والوقت 18
الشكل 11: نظام البيانات العائمة 19
الشكل 12: مسوحات مواقف السيارات على جوانب الطرقات 20
الشكل 13: مسوحات مواقف السيارات في المرائب 20
الشكل 14: تعداد ركاب النقل العام على متن الحافلات 21
الشكل 15: مسح الخيارات التفضيلية 22

الشكل 16: مستويات النمذجة 24
الشكل 17: EMME..... 24
الشكل 18 : EMME in 3D..... 25
الشكل 19 : Cube Voyager..... 25
الشكل 20 : PTV Visum..... 26
الشكل 21: TransCAD 26
الشكل 22: CUBE Avenue..... 27
الشكل 23: Dynameq 28
الشكل 24: CUBE Dynasim..... 28
الشكل 25: AIMSUN 29
الشكل 26: VISSIM 29
الشكل 27: Synchro مع وبدون إدخال المعلومات الإضافيّة 30
الشكل 28: غرفة التحكم المروري..... 30
الشكل 29: مستويات النمذجة 31
الشكل 30: أمثال عن الهيئات المسؤولة عن تطبيق الدليل..... 36
الشكل 31: الجوانب المؤسسية والتنظيمية لدراسة الأثر المروري 41
الشكل 32: مستويات المشروع 45
الشكل 33: مشروع منخفض التكلفة..... 45
الشكل 34: مشروع متوسط التكلفة..... 46
الشكل 35: مشاريع عالية التكلفة..... 46

1 لمحة عامة

الهدف من دراسة الأثر المروري (TIS) هو تقييم التأثير المحتمل لحركة المرور الناتجة عن تطوير مقترح أو إعادة تطوير وتحديد تحسينات الطريق المطلوبة لضمان أن شبكة الطرق ستعمل بأمان وكفاءة عند الانتهاء من التطوير.

تعتبر دراسة الأثر المروري جزءاً مهماً من مراجعة التطوير المقترح وعملية الموافقة عليه، كما تساعد الوكالات العامة في إتخاذ قرارات إستخدام الأراضي حيث قد يكون للاقتراح تأثير كبير على عمليات المرور داخل المنطقة المباشرة للتطوير وفي بعض الحالات ضمن شبكة النقل الشاملة. تفيد دراسة الأثر المروري البلدية والجهات الحكومية من خلال:

- تزويد صانعي القرار بأساس لتقييم آثار النقل لتطبيقات التنمية المقترحة.
- توفير أساس منطقي لتقييم ما إذا كان نوع وحجم التطوير مناسبًا لموقع معين وما هي التحسينات التي قد تكون ضرورية ، داخل و/أو خارج الموقع ، لتوفير تدفق حركة مرور آمن وفعال.
- توفير أساس لتقييم أوجه القصور الحالية أو المستقبلية في نظام النقل المحلي والتي ينبغي تحسينها.
- معالجة القضايا المتعلقة بالنقل والمرتبطة بمقترحات التطوير والتي قد تكون مصدر قلق للمقيمين والشركات وأصحاب العقارات المجاورة.
- توفير أساس للمفاوضات من أجل التحسينات والمشاركة في التمويل بالتزامن مع تطبيق التنمية أو تقسيم المناطق.

بشكل عام، سيعتمد محتوى ومدى الدراسة على موقع وحجم التطوير المقترح وظروف حركة المرور السائدة في المنطقة المحيطة. ويتم إجراء الدراسة لمختلف التطويرات التي تتكون من المشاريع السكنية والتجارية والتجزئة والصناعية والمكاتب والتجارية والمتعددة الإستخدامات.

سيبحث هذا التقرير في أهمية دراسات الأثر المروري للمباني والمرافق التجارية في المدن الفلسطينية وسيعطي أهميّة للأهداف التالية من دراسة الأثر المروري :

- تحديد التحسينات اللازمة لاستيعاب احتياجات التطوير الجديدة
- المساعدة في اتخاذ القرارات المتعلقة باستخدام الأراضي (أساس متين لاتخاذ القرارات وتوجيه الموازنات)
- تحديد المشاكل المحتملة التي يمكن أن تنشأ عن التطوير المقترح
- المساعدة في ضمان ظروف مرورية آمنة ومعقولة في الشوارع المحيطة بعد تنفيذ التطوير
- تقليل الآثار السلبية الناتجة عن التطورات (تأمين السلامة المرورية ، التقليل من الازدحامات ...)
- حماية الاستثمار المجتمعي الكبير في المناطق المحيطة (على الحكومة تأمين هذه الحماية من خلال تطبيق مختلف الحلول)
- التوصية بالتحسينات الهندسية أو التشغيلية اللازمة (التي ترتبط بحجم مشروع التطوير)

2 دراسة الأثر المروري

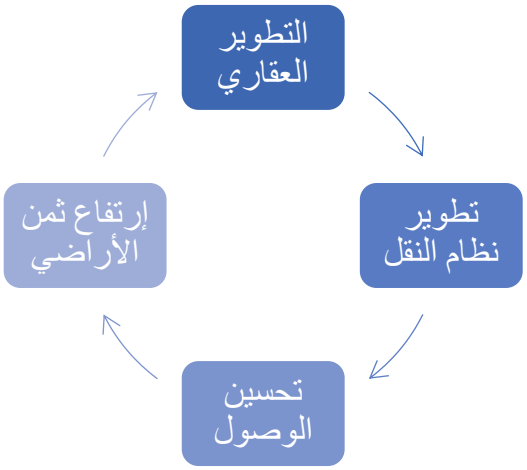
2.1 المنهجيّة

على الرغم من خصوصية كل مشروع من حيث متطلباته وأهدافه ، فإن المنهجية الأساسيّة المكوّنة من المكونات التالية لدراسة الأثر المروري ستوفر بعض الإرشادات الواضحة التي يجب اتباعها.

- تقييم مدى كفائة شبكات وخدمات النقل الحالية والمستقبلية لاستيعاب الرحلات الإضافية الناتجة عن التطوير المقترح أو إعادة التطوير أو تقسيم الأراضي و / أو إعادة التنظيم (معرفة المشروع: بناء؟ إعادة تنظيم أراضي؟ ...)
- تقييم إمكانية وسهولة الوصول إلى المشروع (Accessibility)
- تحديد حجم المشروع
- تحديد منطقة الفعالية
- تقييم الوضع الحالي
- توقّع أحجام حركة المرور الإضافية المرتبطة بالتطوير الجديد (والتطور العمراني)

جمع البيانات المتعلقة بالدراسة هو من اهم العوامل لمعرفة وضع المنطقة، والمشاكل التي تواجهها، والإدارة، والتطوّر الديموغرافي، والوضع الاقتصادي والاجتماعي... فترتبط فعالية الدراسة بمستوى دقة البيانات التي يتم جمعها.

من أجل تنفيذ رؤية المدينة المستدامة بكفاءة، يجب أن يواكب تخطيط شبكة النقل التطور العمراني دائماً. ستسمح وسائل النقل والبنية التحتية التي يمكن الوصول إليها بزيادة عدد السكان في المنطقة مما سيؤدي إلى زيادة الطلب على الأراضي ، وبالتالي المزيد من التنمية الحضرية في المنطقة.



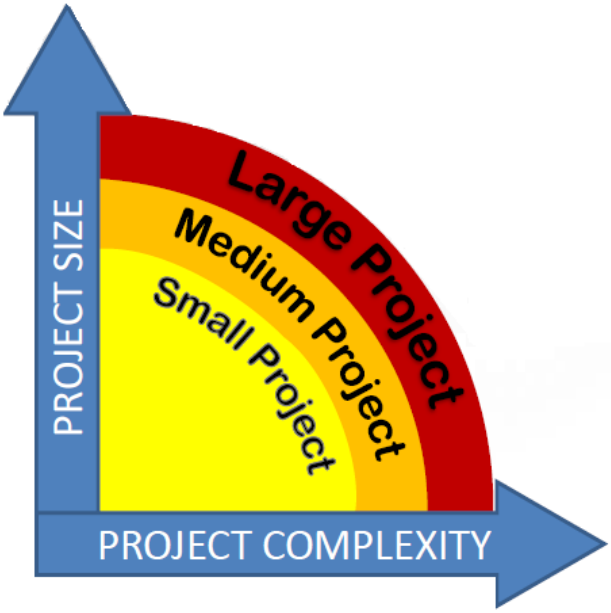
الرسم البياني 1 : حلقة ترابط النقل والتطوير العقاري

في حال حدوث العكس ، ستواجه المدن صعوبات في إعادة تعديل الشبكة باستمرار لتلائم التطور العمراني العشوائي المستمر وستواجه مشاكل عديدة ومكلفة مثل الازدحام والآثار البيئية السلبية التي سيكون لها تأثير على الصورة الاقتصادية والاجتماعية للمدينة.

2.2 شروط عامّة

المعيار التالي هو نقطة البداية في تحديد وقت الحاجة إلى دراسة الأثر المروري:

- عندما يكون المشروع يضم أكثر من 50 موقف سيارات
- حجم المشروع (تتطلب معظم المشاريع التجارية إلى دراسة الأثر المروري.)



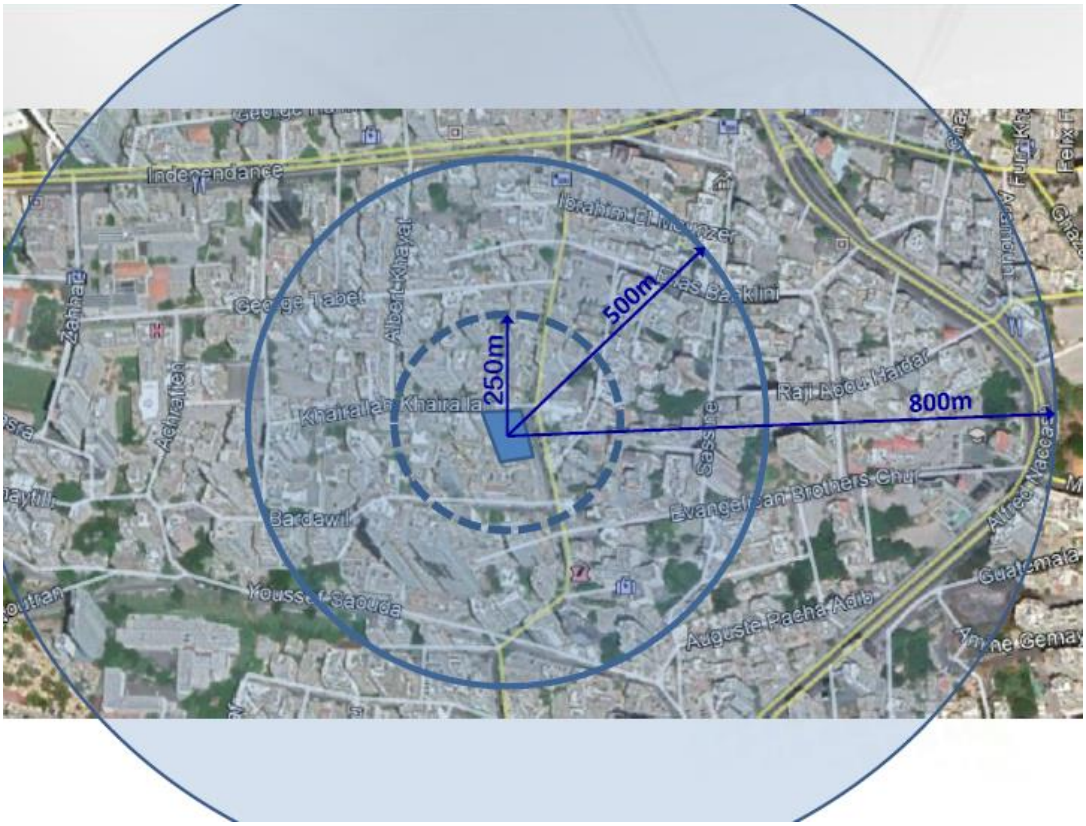
الشكل 1 : زيادة المشروع تعقّدًا مع حجمه

- توقعات حركة المرور المستقبلية ، مثلا:
  - للمشاريع الصغيرة ← سنة واحدة
  - للمشاريع المتوسطة ← سنتين
  - للمشاريع الكبيرة ← 4-5 سنوات
- متطلّبات السلطات (ماذا تريد السلطات من TIS ، قد يكون لديهم بعض التحفظات أو التوقعات التي يجب مناقشتها)
- مراحل المشروع:

قد يبدأ المشروع في تولد حركة مرور قبل اكتماله، على سبيل المثال ، قد تكون بعض الأراضي متاحة للاستخدام عندما ينتهي المشروع بنسبة 50٪ ، وسيبدأ الأشخاص في الدخول من أول سنة من الإتاحة، لهذا السبب يجب أن تغطي دراسة الأثر المروريّ كامل المشروع من المرحلة الأولى إلى الأخيرة

- مستوى تعاون البلديات والجهات ذات العلاقة:

إن مستوى التعاون بين مختلف الجهات ذات العلاقة، من خلال سماع آرائهم ومقترحاتهم ومن خلال ضمان التواصل الشفاف المستمر أمر مهم للغاية لمعرفة احتياجات المنطقة / المدينة.



الشكل 2 : مقدار تأثير حجم المشروع على حركة المرور

يوضح الشكل 2 تغيير دوائر التأثير (أنصاف القطر حسب حجم المشروع). بشكل عام ، لا تؤثر المباني التجارية على الطرق المحيطة فحسب ، بل تؤثر أيضًا على المباني المتواجدة ضمن مناطق أكثر بعداً وفق أهمية وحجم المشروع.

2.3 مدخلات الدراسة

يجب أن تشمل منطقة الدراسة مساحات مناسبة لإحتواء جميع الطرق البلدية والإقليمية والمحلية التي من الممكن أن تتأثر بشكل ملحوظ بحركة المرور الناتجة عن التطوير المقترح. ففي داخل منطقة الدراسة، يجب على المخطط إستخدام الخرائط والوثائق الأخرى لتحديد مكونات نظام النقل الحالي ، بما في ذلك ما يلي:

- المساحة المبنية (قد تستخدم كل أو جزء من الأرض المستثمرة)
- استخدامات الأراضي وأنشطة التطوير (خدمي ، سكني ، تجاري ... الخ)
- الخطط الأولية لمواقف السيارات
- إمكانية الوصول إلى المشروع - دخول / خروج - إذا لم تكن إمكانية الوصول إلى المشروع متوفرة، فقد يختار الناس وجهة أخرى)
- أماكن وقوف السيارات المطلوبة والمتاحة، والمحددة حسب النشاط (نسب توليد حركة مرور مختلفة)

يجب على دارسي الTIS إقتراح تنفيذ أماكن وقوف السيارات في المبنى التجاري لتقليل الطلب على مواقف السيارات في الشارع الذي يؤدي عادةً إلى مزيد من الازدحام (حتى لو لم يتم تحديده في الدليل)

- تقييم الوضع الحالي ← أحجام حركة المرور، وخصائص الشبكة، وحصص أنماط النقل، ومحطات النقل العام القريبة، ومواقف السيارات القريبة...
- نسب التدفقات التي يجتذبها ويولّدها المشروع حسب نوع النشاط وفقًا لـ HPM وHPS
  - القانون اللّبناني
  - قانون وسط بيروت
  - ITE: معهد مهندسي النقل
  - دليل دبي ، دليل قطر ، دليل الرياض
  - إلخ
- تحديد ساعات الذروة:

يتم تحديد ساعات الذروة وفقاً لمعايير ضمن دليل مطور خاص بالمدينة (أو مدن مشابهة) أو إستناداً إلى دراسات خاصة للمنطقة المعنية معتمدة على تعدادات مرورية. يمكن أن تختلف ساعات الذروة لمشروع تجاري عن ساعات الذروة المعتادة في المدينة (مدارس ، مطاعم ...)

- نموذج توقعات حركة المرور العامة للمدينة (أو الإقليم)
- سنة افتتاح التطوير + معدل نمو حركة السنوات المقبلة
- أداة النمذجة الكلّيّة و / أو الدقيقة لـ: Synchro،Vissim ، ...
  - تحديد مستوى الخدمة لشبكة الطرق
  - تحديد فترات الانتظار في حركة المرور
  - تنظيم إشارات المرور عند التقاطعات

2.4 الجوانب التي يتعين تحليلها

يجب أن يتضمن تحليل الطريق والتقاطعات العناصر التالية:

- كيفية الوصول إلى الموقع:

مساعدة المهندسين المعماريين في تصميمات الدخول / الخروج من وجهة نظر النقل (هل مواقعهم مناسبة؟ هل وقت الانتظار مناسب؟ هل توجد أجهزة لبيع التذاكر؟ هل ستسبب هذه المواقع ازدحامًا على الطرق المحيطة؟)

- تحليل القدرة / مستوى الخدمة:

دراسة أثر المشروع على مستوى الخدمة

- تحليل مدّة الانتظار:

هل يوجد اختناقات؟ لا ينبغي التغاضي عن هذه الأنواع من المشاكل / التحديات

- السلامة المرورية:
- احتياجات المشاة والدراجات ومسار الاستخدام المشترك
- اعتبارات السرعة / الوقت:
- إدارة التقاطع:

دوارات؟ إشارات المرور؟

- تحليل إشارات المرور

2.4.1 مستوى الخدمة

2.4.1.1 *مستوى الخدمة* – HCM

دليل السعة للطرقات (HCM) يقدم طرق حساب و تقدير السعة المرورية و مستوى الخدمة لعدد واسع من الحالات الطرقية بما فيها:

- حالات التدفق الغير محددة بوسائل التحكم المروري
- حالات التدفق المحددة بوسائل التحكم المروري

طرق حساب السعة هي العمليات الحسابية التي يجب اتباعها لتقدير غزارات المرور التي يمكن استيعابها من قبل الطريق في ظروف تشغيل معروفة ومحدّدة من خلال مستوى الخدمة.

مستوى الخدمة (LOS) هو مقياس جودة لتوصيف حالة حركة المرورعلى مقطع من طريق. بشكل عام يصف مستوى الخدمة بيئة التشغيل من حيث حالة السرعة وزمن الترحال وحرية المناورة وراحة السائقين على مقطع الطريق المدروس .

يميز ستة مستويات خدمة و التي تدخل في حساب تقدير السعة يرمز لها بأحرف من A إلى. F يعطى الرمز A لأفضل حالة من حيث بيئة التشغيل و الرمز F لأسوأ حالة تشغيل.

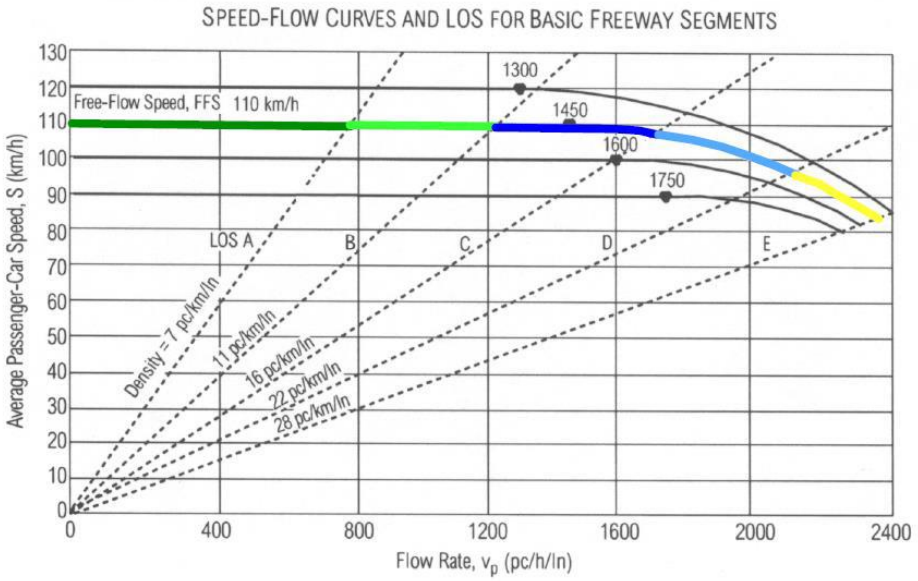
الجدول 1: مستوى الخدمة

مستوى الخدمة LOS	التشبع (وحدة سيارة الركاب /كم/ممر)
A	0-7
B	7-11
C	11-16
D	16-22
E (Capacity)	22-28
F	>28

مستويات الخدمة:

- ستة مستويات: A، B، C، D، E، F
- المستوى E : السعة القصوى (فراغات صغيرة وقليلة بين العربات)

المستوى F: مستوى التشبع (تجاوز الطلب السعة القصوى)



الشكل 3 : التدفق السرعة ومستوى الخدمة للطرق السريعة الأساسية

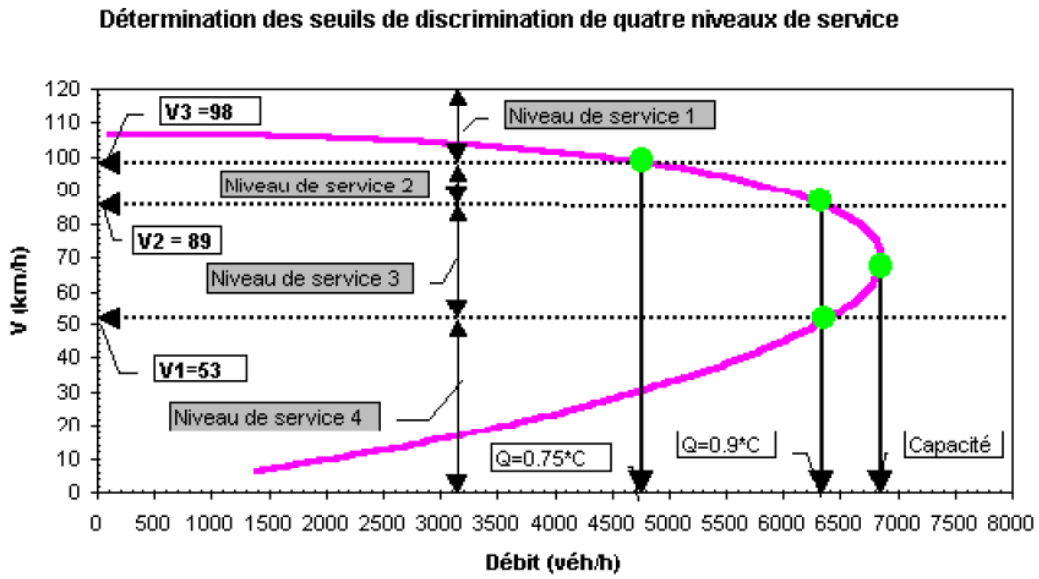
2.4.1.2 *مستوى الخدمة – فرنسا*

NSC (قانون السلامة الوطنية) هو رمز لمعايير الأداء الدنيا ، وينطبق على جميع الأشخاص المسؤولين عن التشغيل الآمن للمركبات.

هناك أربعة مستويات من الخدمة وفقًا للNSC:

- مستوى الخدمة A ← B = 1 NSC
- مستوى الخدمة C ← D = 2 NSC
- مستوى الخدمة E = 3 NSC
- مستوى الخدمة F = 4 NSC

الحدود: 75٪ و 90٪ من السعة

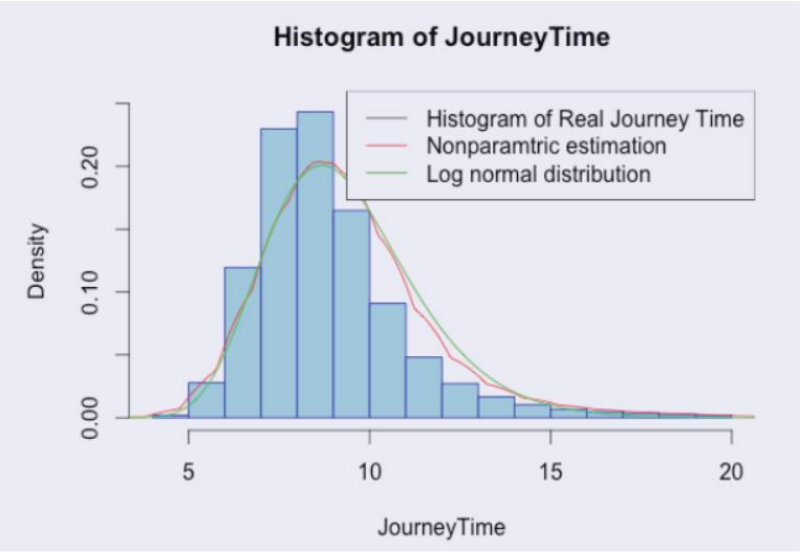


الشكل 4 : تحديد عتبات التمييز لمستويات الخدمة الأربعة

كلما انخفض مستوى الخدمة ، كلما كان التدخل ضرورياً والحلول ملحةً.

2.4.2 الوقت المقدر للسير ومتوسط سرعة المركبة

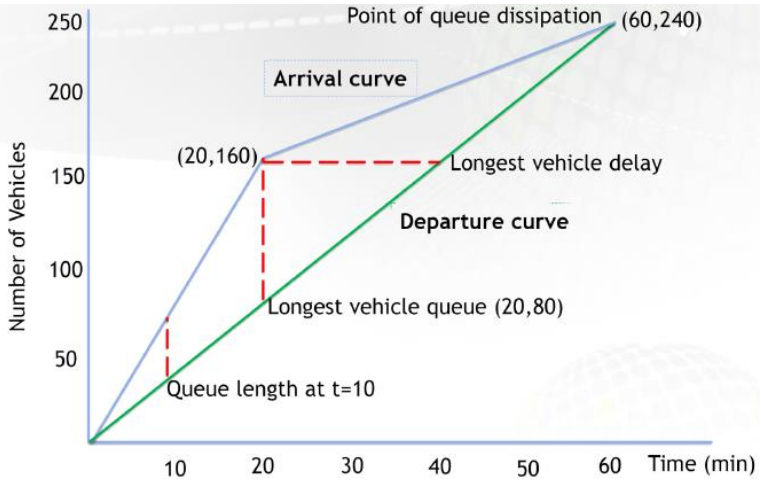
وقت السفر هو الوقت اللازم للرحلة من منشأها إلى وجهتها. متوسط سرعة المركبات هو سرعة المركبات التي تسير في جزء معيّن من الطريق خلال فترة زمنيّة محدّدة ويتمّ حسابها باستخدام الوقت المقدر للسير وطول الطريق.



الشكل 5 : وقت الرحلة مقابل كثافة الطريق

2.4.3 اصطفاف السيارات (queuing)

اصطفاف السيارات هي دراسة سلوك المرور بالقرب من قسم معين حيث يتجاوز الطلب السعة المتاحة. يمكن أن يحدث اصطفاف السيارات في العديد من المواقف الشائعة في النقل: عند الإشارات الحمراء أو علامات التوقف أو الاختناقات أو أي تقييد لتدفق حركة المرور. عندما لا يتم التعامل معها بشكل صحيح ، يمكن أن يؤدي اصطفاف السيارات إلى ازدحام شديد في الشبكة أو ظروف "انسداد"، مما يجعلها عاملاً مهماً يجب دراسته وتحليله من قبل المهندسين.



الشكل 6 : اصطفاف السيارات

تعد نظرية الاصطفاف مجالًا واسعًا لدراسة الحالات التي تتضمن خطوطًا أو قوائم انتظار مثل: متاجر البيع بالتجزئة، مصانع التصنيع، والنقل مثل: إشارات المرور، أكشاك رسوم المرور، إشارات التوقف،...

إذا لم تتم إدارة إشارات المرور بشكل صحيح، فقد تسبب في ازدياد الازدحام المروري على الطرقات.

2.5 ملاحظات

تتطلب مشاريع التطوير التي من شأنها توليد حركة مرور إضافية كبيرة دراسة شاملة للأثر المروري (TIS). تساعد الدراسة في تحديد ما إذا كان مشروع التطوير المقترح يتطلب تغييرات ضرورية في البنية التحتية الحالية أو خدمات النقل العام. بدون صورة واضحة لنوع التيارات المرورية أو نطاقها وتوقيتها وحجمها، هناك إحتمال من أن تؤدي هذه التيارات إلى مشاكل تتعلق بالسلامة وإزدحام غير متوقع حيث يتصل المشروع بالطريق. من أهم توصيات وتدابير دراسات الأثر المروري:

- تحسين الوضع المستقبلي
- تحسين مستوى الخدمة للشبكة المحيطة والتقاطعات
- توفير السلامة على الطرق للمركبات الداخلة والخارجة من المشروع
- توفير السلامة على الطرق للنمط السلس

على الرغم من التطورات الكبيرة التي حققها النقل في مجالات جمع البيانات ودقة النمذجة، لا تزال هناك بعض القيود في عملية النمذجة حيث لا تؤخذ بعض العناصر في الاعتبار في النموذج مثل:

- نوع السيارة
- المركبات في الاتجاه المعاكس

- علامات الوقوف
- أنظمة كثيفة ومشبعة
- تقلبات السرعة

فيجب إجراء TIS الأولي على مستوى مفهوم المشروع ؛ وأن يتم تفصيلها في مراحل أخرى.

3 المتطلبات الإحصائية لتخطيط النقل ومنهجيات جمع المعلومات اللازمة

3.1 أهمية جمع البيانات

الغرض من تخطيط النقل هو توفير إمكانية وصول أفضل وخدمات نقل مناسبة إلى المناطق. لذلك، يجب وضع خطة سياسة النقل الإقليمية، والتي لا يمكن صياغتها بدون بيانات ذات صلة وذات موثوقية. هناك العديد من منهجيات المسوحات المختلفة، والتي تعتبر ضرورية لجمع البيانات التي يتم جمعها لتطوير سياسة النقل لمنطقة الدراسة ومن خلال ذلك تحسين إمكانية الوصول وتحقيق الإستدامة، وتخفيف حدة الفقر ورفع مستويات معيشة الناس في هذه المناطق.

المعلومات اللازمة الأساسية هي معلومات ديموغرافية، معطيات عن الوضع الاقتصادي، توصيف لسلوك السائقين في المنطقة او المدينة او البلد، المسوحات المرورية، معلومات عن أحوال الطرقات، و آراء المستخدمين.

البيانات هي المتطلبات الأساسية لتخطيط تطوير الطرق ووضع خطط الإدارة والإستراتيجيات. بهدف تطويرالخطط المناسبة، من المهم بناء نظرة عامة دقيقة للوضع الراهن (الحالة الأساسية) والقدرة على التوقع بإمكانية ونتائج التدابير المخطط لها. تشكل نوعية البيانات الأساسية عنصرًا أساسياً في تحقيق أهداف التخطيط وتساهم البيانات المرورية في توصيف الحالة الاقتصادية التي هي ضرورية في عملية رسم سياسات النقل لحركة الركاب والبضائع من قبل الجهات المعنية.

من خلال جمع أكبر كمية ممكنة من البيانات الدقيقة وعرضها في نموذج المرور سيكون من الممكن إعادة بناء صورة واقعية ودقيقة للوضع الراهن. نموذج المرور هو أداة تسمح ببناء نظام التنقل الذي يتضمن شبكة الطرق وأنماط النقل مع مراعاة تكوين العرض والطلب والخصائص.

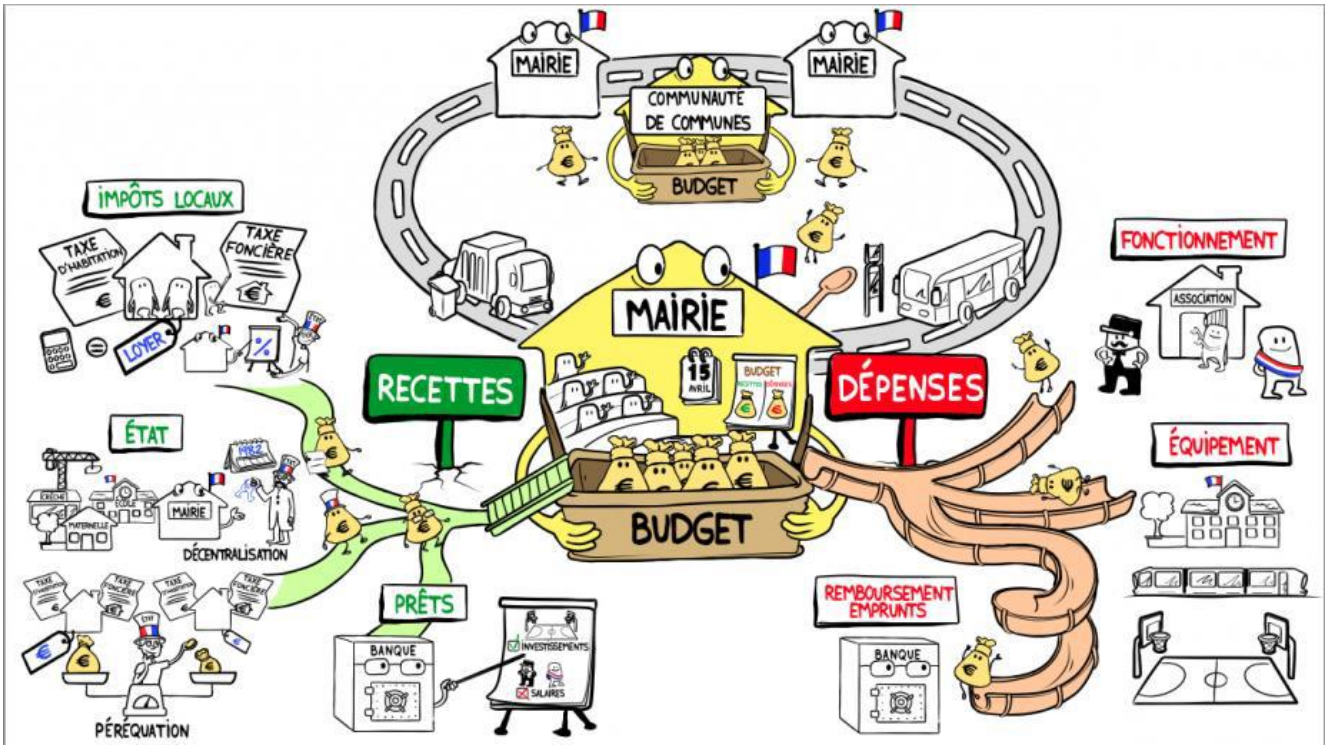
3.2 البيانات الأساسية

كما ذكر من قبل، البيانات التي من الإمكان جمعها للنموذج مفصلة بالأقسام التالية.

3.2.1 الإحصاءات الديموغرافية ، الإقتصادية والإجتماعية

يجب جمع البيانات لفترات تصل إلى حوالي 10 سنوات، للتمكن من إقتراح تنبؤ بالسلوك المستقبلي للمنطقة أو المشروع أو المدينة. أمّا هذه الإحصاءات فهي:

- عدد السكان والتطور الديموغرافي خلال العشرة سنوات الماضية
- القوى العاملة
- فئات الدخل
- إجمالي الناتج المحلي
- المؤشرات الإجتماعية والتطور الاقتصادي



الشكل 7: نسبة الطاقة المتجددة من إجمالي الطاقة المستهلكة في قطاع النقل (%)

بشكل عام، في أي منطقة أو مدينة، البلدية تقوم بتحصيل إيرادات من الضرائب، ثم تنفقها بشكل أساسي لتطوير المدينة من خلال بناء وتطوير البنية التحتية... تظهر هذه الدورة أن الاقتصاد مرتبط بشكل مباشر بشبكة النقل.

3.2.2 المسوحات المرورية

تهدف المسوحات المرورية إلى التقاط البيانات التي تعكس بدقة حالة حركة المرور في الواقع الحقيقي للمنطقة. وقد يتم احتساب عدد المركبات التي تستخدم طريقاً معيّناً أو جمع معلومات وقت الرحلة على سبيل المثال، ولكن هناك العديد من الأنواع الأخرى من البيانات التي تجمعها المسوحات المرورية مثلًا:

- التعداد التصنيفي لحركة المرور
- تعداد التيارات الإلتفافية على التقاطعات
- مسح المنبع / مصب
- مسح سرعة ووقت الرحلة
- نظام البيانات العائمة
- مسح مواقف السيارات على الطريق وفي المرائب
- إحصاءات المشاة
- تعداد ركاب النقل العام على متن الحافلات
- مسح الخيارات التفضيلية Stated preference survey
- المسح الأسري Household Survey

3.2.3 التعداد اليدوي

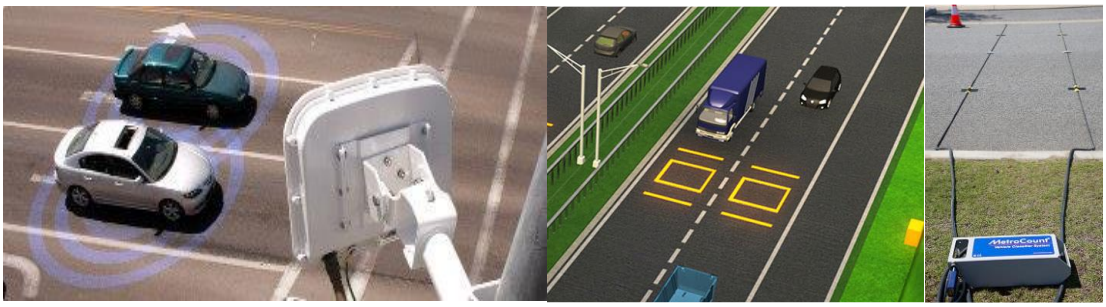
التعداد اليدوي هو الطريقة الأكثر شيوعًا لجمع بيانات تدفق حركة المرور، وتعتمد هذه الطريقة على تكليف أشخاص لتسجيل حركة المرور أثناء مرورها. يمكن أن تكون طريقة جمع البيانات هذه مكلفة من حيث اليد العاملة. فكلما زاد عدد الأقسام التي يريدها المخطط في الدراسة (الشاحنات ، والسيارات ، والحافلات، والدراجات النارية ، ...)، كلما احتاج إلى المزيد من اليد العاملة، وبالتالي زادت التكاليف التي يتعين عليه تحملها. لكن في بعض البلدان تكون تكاليف القوى العاملة رخيصة وبالتالي فهي قادرة على جمع بيانات أكثر تفصيلاً.

عادة ما يتم استخدام التعداد اليدوي لفترات نهارية يتم إجراؤها عادة في يوم عادي (ليس في أيام العطلات لأن حركة المرور تختلف في هذه الأوقات) وتستخدم في المسح التصنيفي لحركة المرور ومسح التيارات الإلتفافية عند التقاطعات.

3.2.4 التعداد الآلي

تتم عمليات التعداد الآلي لحركة المرور من خلال تركيب جهاز تسجيل حركة مرور إلكتروني مؤقت أو دائم (عادة ما يتم وضع التعداد الآلي على مدار عدة أيام وقد يمتد إلى أسابيع أو شهور أو حتى عام). تعمل أعداد التعدادات الآليّة بشكل أفضل على الطرق الواسعة وتوفر وسيلة لجمع كميات كبيرة من بيانات حركة المرور. أمّا أكثر أنواع الآلات شيوعًا فهي:

- أنابيب هوائية Pneumatic tubes
- الحلقات الاستقرائية Inductive loops
- أجهزة الاستشعار المغناطيسي Magnetic Sensor
- اجهزة الكشف ذات موجات الرادار او الليزرالدقيقة الميليمترية (Micro-millimeter wave ، Radar or Laser detectors)
- كاميرات الفيديو Video Camera

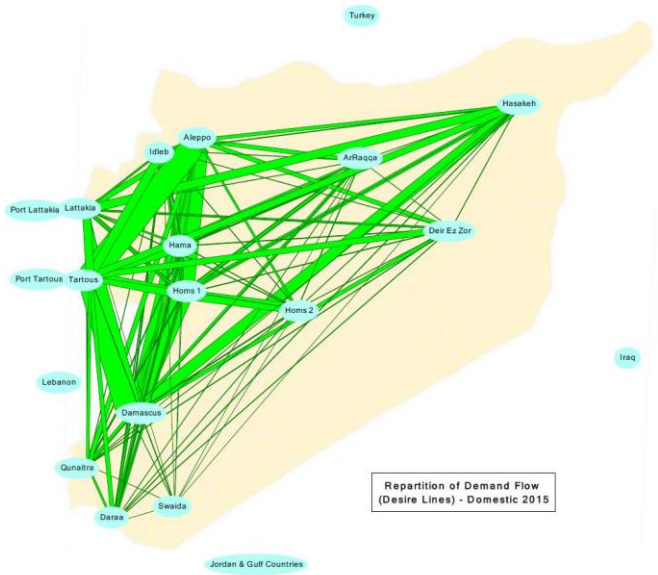


الشكل 8: وسائل التعداد الآلي

3.2.5 مسح منبع/ مصب

توفر مسوحات المنبع والمصب (O - D) صورة مفصلة لأنماط الرحلات وخيارات السفر لسكان المدينة أو المنطقة. تجمع هذه المسوحات بيانات قيّمة تتعلق بالأسر والأفراد والرحلات وتتيح هذه المعلومات لأصحاب المصلحة فهم أنماط السفر وخصائصه. يوفر مسح منبع / مصب (O - D) معلومات أساسية لنمذجة حركة المرور على الطرق وكذلك تخطيط النقل والتنقل. يُستخدم على نطاق واسع في مجال تحليل أداء شبكة الطرق وإدارة حركة المرور ودراسات التخطيط وتقييم خصائص حركة المرور. فيتم إجراء مسوحات O - D من أجل الحصول على بيانات ضرورية لبناء ومعايرة أنماط وأحجام الطلب (الجذب والتولد).

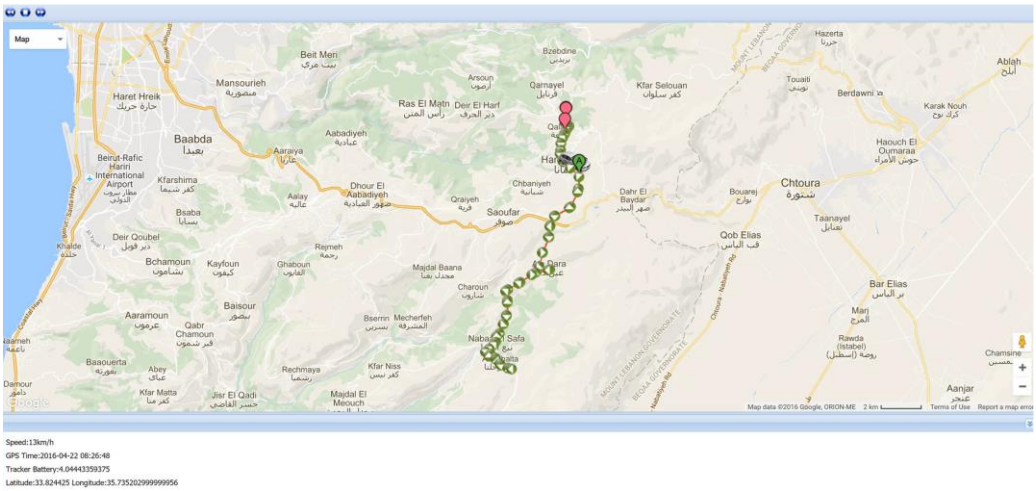
الغرض الرئيسي من استقصاء المنبع/مصب هو جمع المعلومات المتعلقة بعدد الركاب، وتكرار الرحلات، وعددها، وأغراض الرحلة، والفئات الاجتماعية والمهنية، والدخل. يقدم المسح معلومات عن: اختيار الطريق وحركة المرور العابرة وأوقات التنقل والغرض من الرحلة ومقابلات على الطريق أو عبر الهاتف (.CATI).



الشكل 9: مسح منبع/ مصب

3.2.6 استبيان السرعة والوقت

تُستخدم هذه الإستبيانات لتقييم السرعة والوقت على طول شبكة الطرق الحالية : سرعة الرحلة، والسرعات الإجمالية، وتقلباتها خلال مختلف فترات النهار وأيضًا لتحديد مواقع الاختناق وأسبابها المحتملة. عادة ما يتم إجراء مسح السرعة والوقت عن طريق المراقبة من سيارة متحركة بالعبور على طول أقسام الطريق في أوقات الذروة وخارج ساعات الذروة أو عن طريق التصوير الفوتوغرافي والفيديو.



الشكل 10: استبيانات السرعة والوقت

3.2.7 نظام البيانات العائمة (Floating Data System)

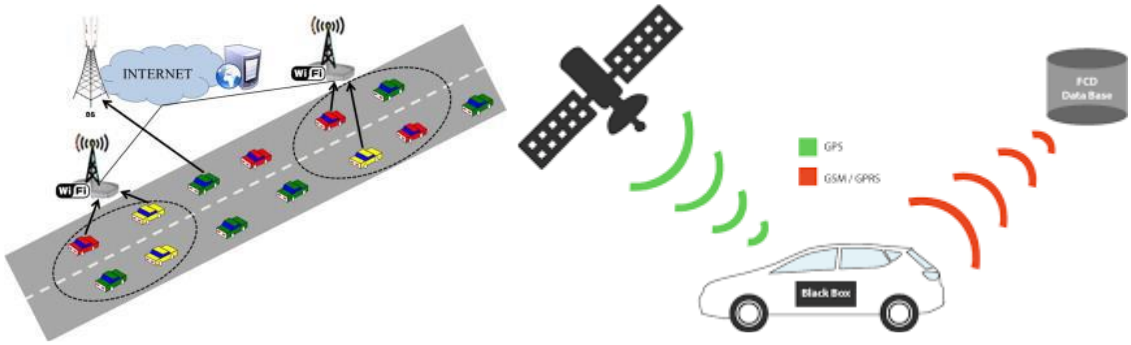
يقوم هذا النظام على جمع البيانات من خلال تحديد مكان تواجد المركبة وكيفية تحركها، سرعتها ووجهتها. تعمل كل مركبة مجهزة بشكل مناسب كجهاز استشعار متحرك لشبكة الطرق. بناءً على هذه البيانات، يمكن تحديد تدفقات حركة المرور، ويمكن حساب أوقات السفر، ويمكن تنظيم تقارير حركة المرور بالوقت الحقيقي.

على عكس كاميرات المرور أو أنظمة التعرف على لوحة الأرقام أو حلقات الاستشعار المدمجة في الطريق ، لا حاجة لأدوات إضافية للقيام بهذا المسح. حاليا هناك نوعان لهذا النظام:

- بيانات الخليوي
- نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)

التناقضات المحتملة الناتجة عن هذه الطريقة هي حقيقة أنه لم تقم جميع البلدان بتثبيت أنظمة GPS في سياراتها، ولا يستخدم جميع الأشخاص الهواتف الذكية التي تحتوي على أنظمة GPS (لا يزال البعض يستخدم الهواتف المحمولة القديمة، أو لا يحمل واحداً على الإطلاق)، بالإضافة إلى ذلك، يمكن اعتبار راكبي الدراجات أو المشاة عن طريق الخطأ مركبات بناءً على سرعة سيرهم في الإزدحام.

لهذا السبب ، وللمساعدة في جعل هذه الطريقة أكثر دقّة، يجب اتخاذ خطوة إضافية، وهي الاتّصال بالأشخاص الذين تم تعقبهم والتحقق مما إذا كانت البيانات التي تم جمعها دقيقة لتحركاتهم في الحياة الواقعية



الشكل 11: نظام البيانات العائمة

3.2.8 مسح مواقف السيارات على جوانب الطرقات وفي المرائب

نظراً للتزايد السريع لملكية السيارة، أصبح وقوف السيارات مشكلة خطيرة في المدن. تعتبر سياسة وقوف السيارات الفعالة مكوناً مهماً في تخطيط النقل الحضري. نظراً لأن الهدف من تدابير سياسة وقوف السيارات هو التأثير على القرارات المتخذة أثناء عملية وقوف السيارات ، فمن المهم فهم العوامل التي تؤثر على سلوك وقوف السيارات.

يتم إجراء هذه المسوحات لتقييم خصائص العرض والطلب على المواقف، لتحديد القيود واقتراح السياسات المناسبة لتلبية الطلب على مواقف السيارات في المستقبل، ولتقييم مستوى استخدام وقوف السيارات على جوانب الطرقات وفي المرائب. يوفر المسح معلومات عن إستخدام أماكن وقوف السيارات بالساعة، ومعدلات دوران مواقف السيارات ومتوسط مدة وقوف السيارات.

أنواع مسوحات مواقف السيارات على جوانب الطرقات هي:

- تسجيل رقم اللوحة (وهي الطريقة الأكثر دقة ، ولكن لا يفضلها السائقون عادةً لأنهم قد يعتبرونها انتهاكًا لمعلوماتهم الشخصية. لتطبيق هذه الطريقة ، يجب أن يكون السائقون على دراية بأهدافها)
- عدد المواقف المشغولة

الشكل 12: مسوحات مواقف السيارات على جوانب الطرقات

أنواع مسوحات مواقف السيارات في المرائب هي

- تسجيل رقم اللوحة عند الدخول والخروج من المواقف
- عملية إصدار التذاكر (هذه الطريقة دقيقة مثل تسجيل رقم اللوحة ، ولكنها أسرع وأسهل)
- إجراء مقابلات ضمن مواقف السيارات (قد تستغرق وقتًا طويلاً وبالتالي فهي غير مواتية)

الشكل 13: مسوحات مواقف السيارات في المرائب

3.2.9 مسوحات المشاة

تستخدم مسوحات المشاة من أجل تقييم تدفقات المشاة على طول وعبر التقاطعات والأرصفة المهمة واعتماداً على تلك المعلومات، القيام باقتراح تدابير التحسين من أجل حركة آمنة للمشاة (إذا كانت أوقات إشارات مرور المشاة طويلة جدًا أو غير كافية ، فكيف يتصرف المشاة ...). فالآلية الممكنة للحصول على البيانات المطلوبة هي:

1. العد اليدوي
2. تصوير بالفيديو
3. المقابلات

3.2.10 تعداد ركاب النقل العام على متن الحافلات

بهدف تقييم خصائص مستخدمي الحافلات العامة مثل: المنبع والمصب وهدف ومدة الرحلة والتكلفة (ما هي المحطات التي يختارها المستخدم للصعود إلى الحافلة أو النزول منها، والتكلفة، والمنبع والمصب، ومسافة السير إلى المحطة من المنبع ومن المحطة إلى المصب ، الخ...). يشمل الإستقصاء الميداني الصعود والنزول عند المحطات والوقت والسرعة.

من الضروري تقييم النظام القائم حاليًّا من خلال تحليل وفهم المسوحات الميدانية؛ وهناك ديناميكية في كثير من الأحيان ما بين سلوك المستخدمين وأداء أنظمة التشغيل. في كثير من الأحيان ، إذا لم تكن جداول الحافلات منظمة ودقيقة ، فسيختار الناس استخدام المركبات الخاصة ، مما يسبب المزيد من الازدحام والمشاكل البيئيّة. فتعد إدارة النقل العام أمرًا بالغ الأهمية لتشجيع الناس على استخدام وسائل نقل عام موثوقة.

الشكل 14: تعداد ركاب النقل العام على متن الحافلات

3.2.11 مسح الخيارات التفضيلية

على مدى السنوات العشرين الماضية، أصبحت الإستبيانات التفضيلية أداة بحث مهم في مجال النقل. إن استخدام التصميم التجريبي يسمح ببناء سيناريوهات للمتغيرات وتقدير تأثيرها المعزول والمركب. كما يسمح بتقييم التدابير التي لم يتم تنفيذها بعد. إن تقييم الخيار التفضيلي لنمط النقل هو عامل أساسي لإقتراح توزع المستخدمين على الأنماط المتوفرة.

يمكن أن تساعد هذه الاستطلاعات ، إذا تم إجراؤها بدقة وتفصيل ، المصممين في تطوير بنية تحتية جديدة الأنماط للنقل في المنطقة والتحقق مما إذا كان الأشخاص سيستخدمون هذه الأنماط الجديدة بالفعل وسيكونون على استعداد لتغيير نمط النقل الحالي قبل بناء البنية التحتية وإهدار مبالغ كبيرة من الاستثمارات في حالة عدم استخدام الناس لهذه الأنماط.

الشكل 15: مسح الخيارات التفضيلية

3.2.12 المسح الأسري

تعد المسوح الأسرية من أهم مصادر الإحصاءات الاجتماعية والديموغرافية وأصبحت أحد أكثر مصادر البيانات ملاءمةً للظواهر الإجتماعية في العقود القليلة الماضية. تجمع المسوحات الأسرية بيانات اجتماعية وديموغرافية شاملة ومتنوعة تتعلق بالظروف التي يعيش فيها الناس - رفاهيتهم، وخصائصهم الديموغرافية، والعوامل المؤثرة على السلوكيات، فضلاً عن التغيير الاجتماعي والاقتصادي.

يجب إجراء هذا المسح بشكل دوري وفقًا لتطور البلاد (ينصح بشكل وسطي 10 سنوات). المسوح الأسرية تعد مكلفة، وتقدم معلومات كبيرة يجب معالجتها. يسمح القيام بالمسح التواصل مع الأشخاص في بيئة مريحة، حيث يمكن إجراء المقابلات في سياق يقلّل من سوء فهم الأسئلة.

3.2.13 خصائص شبكة الطرق

يمكن أن تؤثر أنماط شبكة الطرق على أداء حركة المرور وسلوك النقل والسلامة المرورية. وبالتالي، يمكن أن يوفر الفهم العميق لخصائص أنماط الشبكة المختلفة إرشادات مفيدة لتصميم وتحسين أنظمة الطرق. بعض الخصائص الأساسيّة لشبكة الطرق هي تصنيف الطريق، عدد الممرات، الحد الأقصى للسرعة، تطوير البنية التحتية، حالة الرصف، ومعدات السلامة المرورية.

4 الأدوات وخصوصيات طرائق التخطيط

4.1 مزايا الأدوات التقنية لتقييم الحركة المرورية

نموذج النقل هو تمثيل قائم على الكمبيوتر لحركة الأشخاص والبضائع (الرحلات) حول شبكة النقل داخل "منطقة دراسة" محددة لها: خصائص اجتماعية واقتصادية معينة، واستخدامات أراضي محددة. والغرض من ذلك هو توفير إشارة إلى كيفية استجابة الرحلاتللتغيرات في العرض والطلب على النقل مع مرور الوقت. قد تكون هذه التغييرات بسبب التغيرات في الطلب على النقل أو بسبب التغيرات في شبكة النقل نفسها (أي بناء بنية تحتية جديدة للنقل).

يمكن أن توفر مخرجات نموذج النقل نظرة ثاقبة أساسية لفهم مشكلة النقل الحالية أو المستقبلية ، وبالتالي دعم تصميم البنية التحتية والتخطيط التشغيلي. يمكن لنموذج النقل أيضاً تحديد التأثيرات المحتملة التي ستنجم عن مشروع أو استراتيجية أو سياسة نقل مقترحة. على هذا النحو، يلعب نموذج النقل دورًا أساسيًا كأداة لدعم القرار، حيث يوفر معلومات ذات صلة ودقيقة في التخطيط واتخاذ القرار.

يساعد نموذج النقل بتحديد مستوى أداء منظومة النقل أو تحليل حلول النقل المقترحة من خلال زيادة عدد الحلول البديلة للمهندسين أو المخططين أو المحللين. تساعد النمذجة أيضًا بإختبار الحلول المحتملة التي يصعب التفكير فيها باستخدام الطرق اليدوية أو التحليلية.

تسمح النمذجة للمخطط إختبار التصاميم المقترحة وتحسينات النقل بطريقة سليمة دون تعريض المستخدمين لمخاطر محتملة، أو الاستثمار في تجارب ميدانية مكلفة وبذلك يؤمن زيادة فعالية التصميم بشكل كبير مقارنة بالتقنيات التقليدية التي لا تعتمد على الحاسوب.

4.2 مستويات نمذجة حركة المرور

يعتمد مستوى النمذجة على حجم المشروع أو البرنامج ومنطقة تأثيره بالإضافة إلى أهداف المشروع. هناك 3 مستويات للنمذجة:

1. **النمذجة الدقيقة Micro modeling**

يمكن أن تمثل النمذجة الدقيقة بشكل عام جزءاً معيناً فقط من الطريق. توفر النماذج المصغرة نتائج دقيقة للغاية حيث يتم تعقب المركبات الفردية على الشبكة لفترة زمنية قصيرة. أمّا خصائص النمذجة الدقيقة فهي:

- إختيار بعض التقاطعات
- حركات الإلتفاف عند التقاطعات
- صغر المنطقة المتأثرة

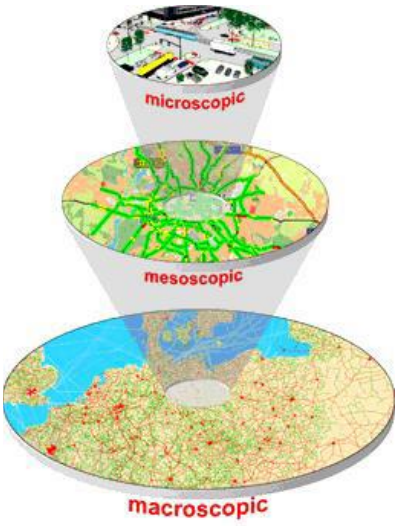
2. **النمذجة الوسطية Meso modeling**

يمكن أن تمثل النماذج الوسطية مناطق جغرافية أكبر من النماذج الدقيقة وتسمح لنتائج أكثر دقة من النماذج الكلية. تمثل النماذج الوسطية بشكل عام روابط الطرق الفردية والمركبات الموجودة على الشبكة ولكن ليس الممرات الفردية على كل جزء من أجزاء الطريق.

3. **النمذجة الكلية Macro modeling**

يمكن أن تمثل النماذج الكلية منطقة جغرافية كبيرة، مثل منطقة حضرية بأكملها، لكن لا يمكنها تمثيل المركبات الفردية أو الأشخاص على الشبكة. أمّا خصائص النماذج الكلية فهي:

- منطقة كبيرة
- شبكة واسعة متعدد الأنماط
- دراسة مناطق التوليد والجذب

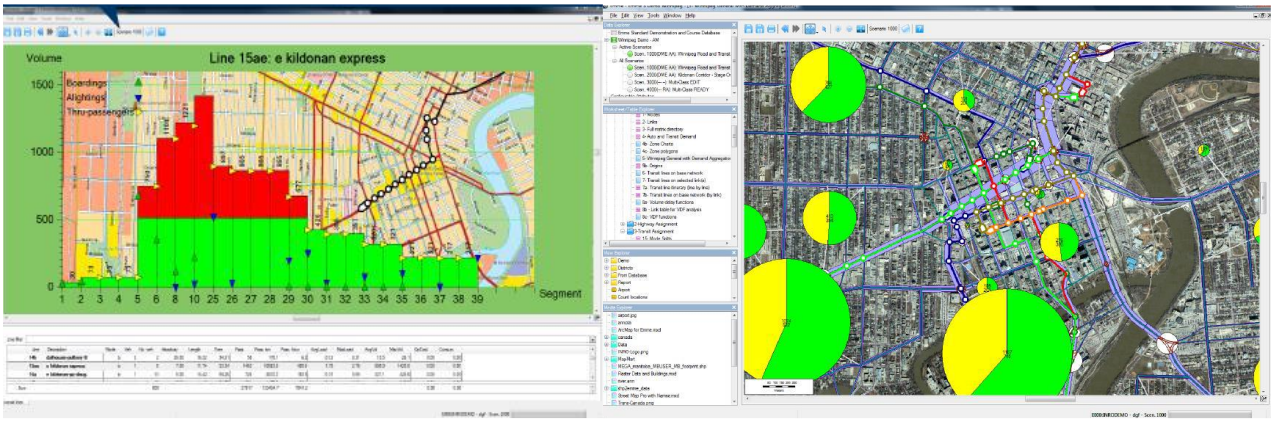


الشكل 16: مستويات النمذجة

4.2.1 أهم أدوات النمذجة الكلية

4.2.1.1 EMME

Emme (Equilibre Multimodal, Multimodal Equilibrium)، تم تطويره في مركز أبحاث النقل (CRT) في جامعة مونتريال في السبعينيات. يستخدم برنامج محاكاة حركة المرور الكلية Emme لنمذجة أنظمة المرور الحضرية والإقليمية والوطنية. Emme هو أداة لتحليل حركة المرور يستخدمها مخططو النقل ومحللو المرور حول العالم. يمكن لـ Emme أيضاً قراءة البيانات من GIS مباشرةً ومحاكاة النتائج ثلاثية الأبعاد. يستخدم Emme في أكثر من 85 دولة ، بما في ذلك أستراليا وكندا والولايات المتحدة الأمريكية وجنوب إفريقيا وأمريكا الوسطى والجنوبية ، كما آسيا ومعظم الدول الأوروبية.



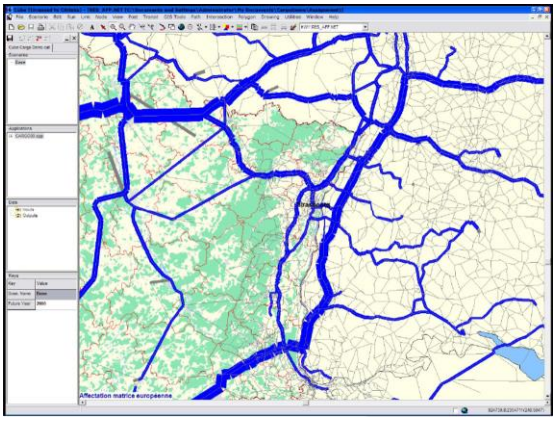
الشكل 17: EMME

الشكل 18 : EMME in 3D

4.2.1.2 CUBE VOYAGER

Cube Voyager هو نظام برمجي لتخطيط النقل تم تطويره في المملكة المتحدة ومصمّم للتنبّؤ بحركة الركاب والشحن. يقدم Cube أدوات متقدمة ومرنة لتوليد وتوزيع وتقسيم النمط وتخصيص النقل الشخصي والبضائع بالإضافة إلى تحليل مفصّل للقضايا البيئية. Cube Voyager هو جيل جديد من برامج التنبؤ بالطلب على التنقل والذي يعتمد على المنتجات القديمة TRIPS و TRANPLAN.

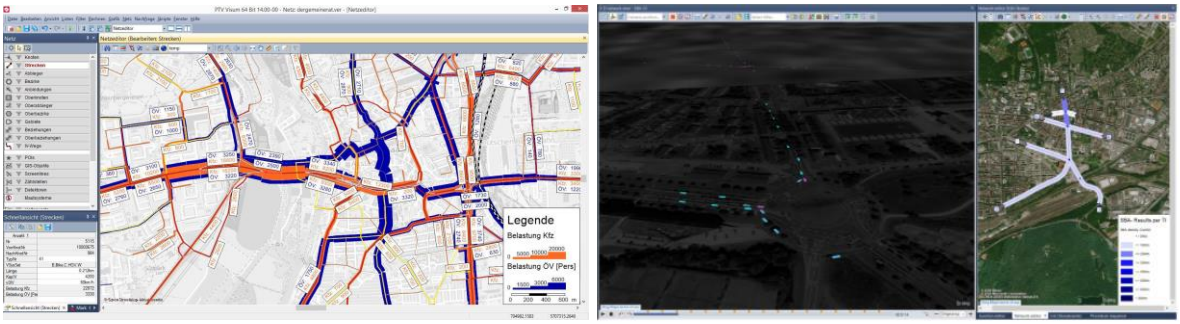
النمذجة مدعومة ببيانات وسيناريوهات فعالة وسهلة الاستخدام تسمح بالتكامل السلس مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS).



الشكل 19 : Cube Voyager

4.2.1.3 VISUM

يجري PTV VISUM تحليلات حركة المرور وإدارة البيانات المستندة إلى نظم المعلومات الجغرافية GIS. كما يقدر ان ينمذج جميع مستخدمي الطريق وتفاعلاتهم وأن يخطط لخدمات النقل العام ولتطوير استراتيجيات وحلول نقل متقدمة ومثبتة للمستقبل. يمكن لـ PTV Visum تقييم الاستراتيجيات المختلفة وسيناريوهات "ماذا لو" المتعددة لأنماط مختلفة من النقل مثل الخاص والعام والمشترك وحتى المستقل. يدعم برنامج تخطيط المرور القرارات والخطط وفقًا لأهداف محددة أثناء تقديم النتائج، وفي نفس الوقت، تقليل مخاطر الاستثمار لأصحاب المصالح.



الشكل 20 : PTV Visum

4.2.1.4 TransCAD

TransCAD هو نظام المعلومات الجغرافية (GIS) المصمم خصيصاً للاستخدام من قبل مخططي النقل لتخزين بيانات النقل وعرضها وإدارتها وتحليلها ويجمع بين إمكانات نظم المعلومات الجغرافية ونمذجة النقل في منصة واحدة. .يمكن استخدام TransCAD لجميع وسائط النقل، بأي مقياس أو مستوى من التفاصيل. ويوفر TransCAD:

- محرك GIS مع ملحقات خاصة لرسم الخرائط ، وأدوات التحليل المصممة لتطبيقات النقل.
- وحدات التطبيق للتوجيه، والتنبؤ بطلب السفر، والنقل العام، والخدمات اللوجستية، وإدارة الأراضي.

لدى TransCAD تطبيقات لجميع أنواع بيانات النقل ولجميع وسائل النقل لبناء معلومات النقل وأنظمة دعم القرار.

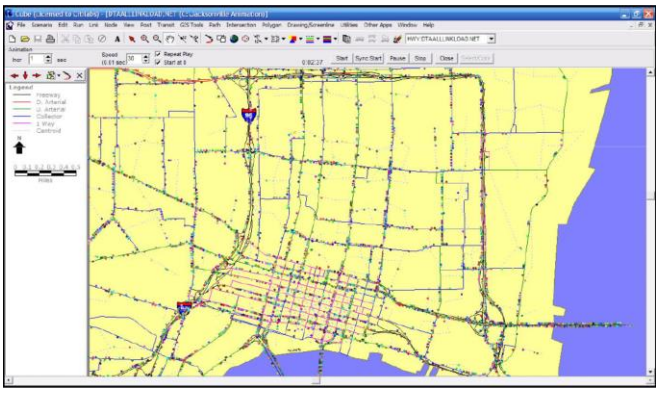
الشكل 21 :TransCAD

4.2.2 أهم أدوات النمذجة الوسطية

4.2.2.1 CUBE Avenue

CUBE Avenue، امتداد لـ CUBE Voyager، هو العرض "الوسطي" الذي يسمح بتحديد مستوى التفاصيل للمركبة والوقت ومدخلات الشبكة من أجل فحص حركة المرور كمركبات فردية أو كفصائل من مركبات متعددة، وتحديد زيادات الوقت من حيث الدقائق أو الساعات ، وتحديد خصائص التقاطع. يمزج CUBE Avenue من CityLab بين أساليب تعيين حركة المرور المجهرية مع تقدم حركة المرور والفترات الزمنية النموذجية للنماذج المجهرية. هذا المقياس يجعل CUBE Avenue أداة فعالة لتقييم مشاكل المرور الشائعة من خلال:

- دراسة السياسات المحددة زمنياً، مثل تسعير الطرق المتغيرة أو إغلاق الممرات.
- قياس آثار الازدحام المروري
- قياس الاصطفاف عند التقاطعات ودمج النقاط في الشبكة
- عزل التأثيرات الثانوية من تقاطع إلى آخر
- تقييم فوائد مشاريع نظام النقل الذكي (ITS)
- محاكاة تغييرات البنية التحتية والتشغيلية والسياسات البديلة لتحسين خطط واستراتيجيات الإخلاء في حالات الطوارئ



الشكل 22: CUBE Avenue

4.2.3 أهم أدوات النمذجة الوسطية/الدقيقة

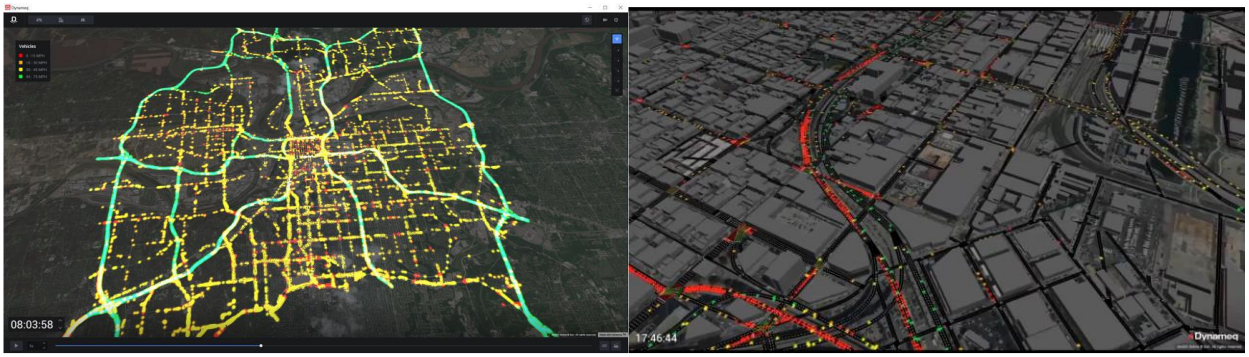
4.2.3.1 DYNAMEQ

Dynameq هو نموذج لمحاكاة وتعيين حركة المرور ديناميكي يجمع بين الخصائص الوسطية والدقيقة لإنشاء محاكاة حركة مرور مناسبة لتخطيط مدينة. يوفر Dynameq قابلية التوسع من ممر واحد مزدحم إلى مدينة بأكملها، كل ذلك دون فقدان التفاصيل. توفر مسارات المركبات عبر الشبكة بأكملها الشفافية اللازمة لفهم ما يحدث في الشبكة بالضبط.

Dynameq يحاكي المركبات الفردية من خلال سلوك تتبع السيارات وتغيير الممر وقبول الفجوات لإنتاج نماذج مرور واقعية ولديها أدوات لدراسة ما يلي:

- عمل وتوزيع الإشارات المرورية
- أولوية إشارة العبور
- دوارات
- قياس المنحدر
- تكوين التبادل
- إدارة حركة المرور النشطة

Dynameq لا يعطي إدارة تلقائية لإشارات المرور (يجب على المستخدم إدخال المعلومات).



الشكل 23: Dynameq

4.2.4 أهم أدوات النمذجة الدقيقة

4.2.4.1 CUBE Dynasim

يحاكي البرنامج بشكل واقعي تدفقات وتفاعل الشارع بالكامل بما في ذلك جميع أنواع المستخدمين:

- المركبات التي تسير في المنطقة
- السيارات المتداولة والموقوفة
- الشاحنات التي تتوقف وتقوم بالتسليم
- دراجات نارية تقود أو تشق طريقها في حركة المرور
- الحافلات وعربات السكك الحديدية والدوامات التي تتوقف وتستبق التحكم في حركة المرور حسب الاقتضاء
- تفاعل الدراجات والمشاة مع جميع المركبات الأخرى والبيئة

الشكل 24: CUBE Dynasim

4.2.4.2 AIMSUN

تم إتطوير AIMSUN في جامعة UPC في برشلونة وهو عبارة عن حزمة محاكاة تدمج أدوات التخصيص الثابتة ومحاكاة دقيقة. AIMSUN هو أحد برامج محاكاة حركة المرور المجهرية المستخدمة بشكل شائع في الوقت الحاضر من قبل متخصصي النقل. يمكن توفير نموذج مفصّل للغاية لشبكة المرور والاختلاف المحدد في التصنيف بين السائق ونوع السيارة في هذا البرنامج. AIMSUN يوفر ميزات لمحاكاة المركبات والمشاة في نفس الوقت. يمكن أيضًا تصميم معدات المرور وأجهزة التحكم مثل إشارات المرور وكاشف حركة

المرور ولوحة الرسائل المتغيرة VMS وأجهزة قياس المنحدرات. علاوة على ذلك ، يمكن استخدام نموذج المحاكاة لإجراء تجارب على نموذج للنظام لاستخلاص نتيجة صحيحة للنظام الحقيقي.

الشكل 25: AIMSUN

4.2.4.3 VISSIM

PTV Vissim هو برنامج لمحاكاة حركة المرور يمكنه محاكاة تفاعلات المركبات المعقدة بشكل واقعي على المستوى المجهري، ويمكنه نمذجة الطلب والعرض والسلوك بالتفصيل، ويمكنه محاكاة أشكال جديدة من التنقل ويمكنه تقديم تكامل سلس مع PTV Visum. هو برنامج صادر عن PTV بجامعة كارلسروه (ألمانيا)، ويعمل على محاكاة حركة المرور بحيث يسهل التعرف على تأثير أي تغير مقترح في شبكة النقل. يمكن أن يستخدم VISSIM لمحاكاة الطرق والسكك الحديدية والخطوط الجوية والبحرية. يعرض VISUM البيانات التي تم إدخالها مسبقًا على شكل مركبات ومشاه في بعدين أو ثلاثة أبعاد، حيث يتحكم البرنامج في حركة المركبات والتفاعل فيما بينها حسب رغبة المستخدم.

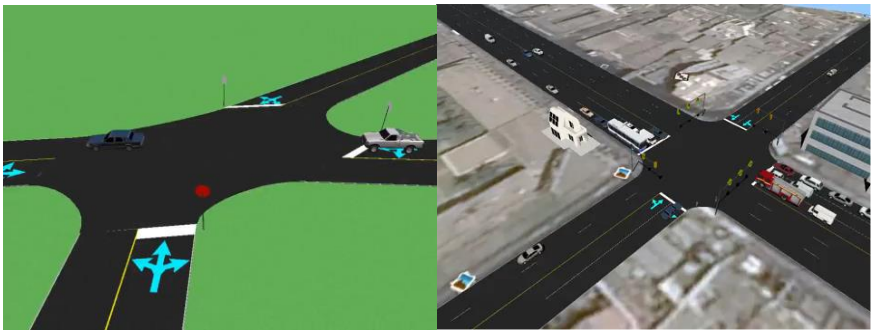
أهم تطبيقات VISSIM هي دراسة أثر إنشاء طريق جديد، ودارسة اثر التغيرات المقترحة على الشبكة الحالية.

الشكل 26: VISSIM

4.2.4.4 SYNCHRO

يساعد Synchro المهندسين على نمذجة أنظمة المرور وتحسينها وإدارتها ومحاكاتها. يستخدم Synchro بشكل أساسي لنمذجة تدفق حركة المرور وإشارات المرور وتحسين توقيت إشارات المرور. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن استخدامه لتحليل الطرق الرئيسية والتقاطعات ذات الإشارات / بدون إشارات. لا يمكن استخدام Synchro لتحليل الطرق السريعة أو أنظمة التبادل أو الرصف المنحدرة ، ويجب استخدامه لتحليل التقاطعات والممرات. يمكن لـ Synchro تحديد مستوى الخدمة ، والإعاقات ، ومدة الانتظار على الإشارات المرورية ، والسعة ، وتوقيت إشارة المرور ، إلخ..

الأشياء التي عادة ما تكون محاطة بها التقاطعات مثل الأشجار والمباني وما إلى ذلك .. يجب إدخالها في البرنامج من قبل المستخدم.

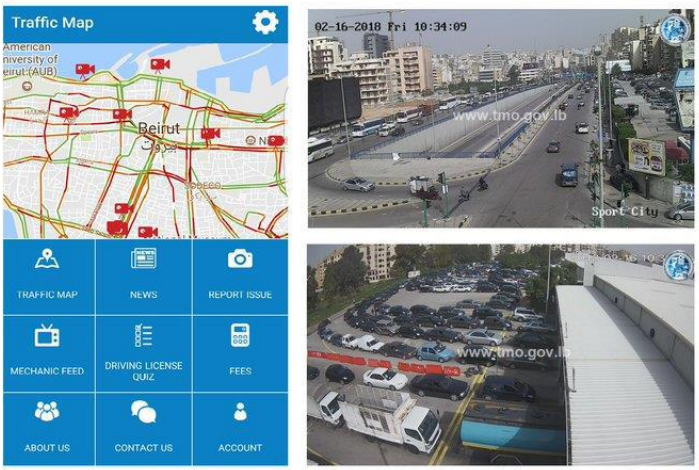


الشكل 27: Synchro مع وبدون إدخال المعلومات الإضافيّة

4.2.4.5 البرامج الأخرى

هناك العديد من البرامج الأخرى التي يمكنها محاكاة النماذج الدقيقة ، مثل

- Paramics (لمحاكاة حركة السيارة في الوقت الفعلي وظروف الاصطفاف للشبكات المزدحمة)
- Corsim (عبارة عن حزمة برامج محاكاة حركة المرور الدقيقة لأنظمة الإشارات أو أنظمة الطرق السريعة أو كليهما معًا)
- HCS (يقوم بتنفيذ الإجراءات المحددة في دليل سعة الطرق السريعة (HCM) الصادر عن مجلس أبحاث النقل (TRB))



الشكل 28: غرفة التحكم المروري

4.2.5 قيود النمذجة

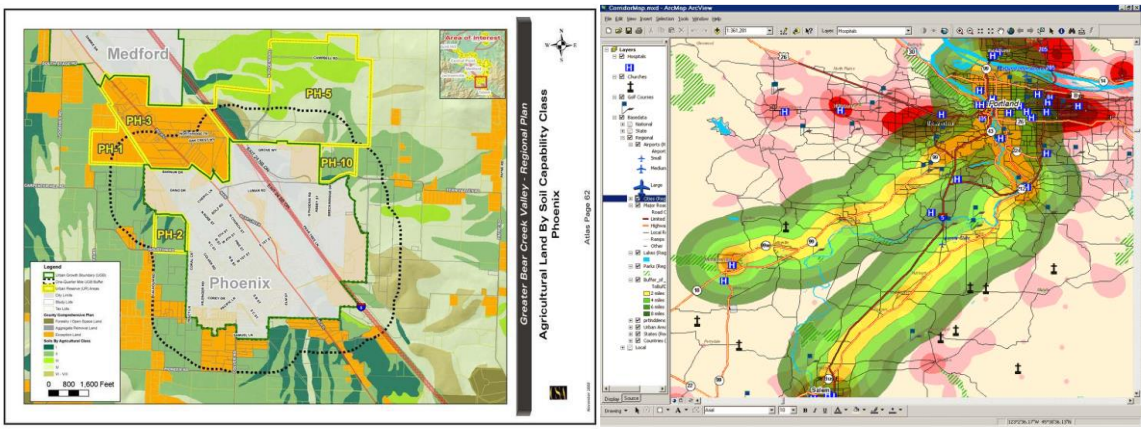
كل تقنية نمذجة، سواء كانت كلية أو وسطية أو دقيقة، لها محددات وضوابط. ترتبط أهمية النتائج بعدة عوامل وهي:

- جودة المعايرة
- عندما تكون مراعاة أحجام الحركة المحلية في مصفوفة الطلب ← النمذجة غير ممكنة
- معايير المحاكات
- خصائص شبكة الطرق
- التقارب بين العرض والطلب

4.3 نظام المعلومات الجغرافي GIS

نظام المعلومات الجغرافية (GIS) هو نظام معلومات متخصص في إدخال وإدارة وتحليل وإعداد التقارير عن المعلومات الجغرافية (المتعلقة بالمكان). يمكن استخدام نتائج نظم المعلومات الجغرافية لتلبية احتياجات تطبيقات النقل ولتسهيل دراسات النقل وتحسينها.

نظام المعلومات الجغرافية هو البرنامج الأكثر شيوعًا لجمع البيانات لأنه قادر ان يتعامل مع كمّيّة كبيرة ومختلفة من المعلومات ويمكن قراءة ملفات نظام المعلومات الجغرافية بواسطة برامج التخطيط والنمذجة الأخرى. يمكن أن يساعد نظام المعلومات الجغرافية في تخطيط ومراقبة وإدارة البنية التحتية والإستراتيجية بشكل أكثر فعالية من خلال أنواع مختلفة من المخططات، والرسوم التوضيحية، والخرائط، والمستندات الجغرافية ، ...



الشكل 29: مستويات النمذجة

5 تحليل وإعداد التقارير

5.1 تحليل

الهدف من تحليل النقل هو تزويد صانعي القرار بالمعلومات الهامة المطلوبة لتطوير وصيانة مكونات منظومة النقل التي تكون آمنة ومستجيبة للاحتياجات والرغبات العامة، ولها تأثيرات بيئية محدودة، ومتوازنة مع التمويل المتاح لإجراءات الإدارة اللازمة. يتم إكمال تحليل النقل عادةً على عدة مستويات تقنية وقانونية وتشريعية. أمّا المعلومات المراد تحليلها فهي:

- إستخدام سعة التقاطع ومستوى خدمة التقاطع
- نسبة الإشباع للطرق
- إستخدامات الأرض في المشروع (الطابع العمراني)
- الإصطفاف
- تحليل المسار
- هندسة طريق المداخل / المخارج
- اجراءات السلامة
- إدارة حركة المرور

5.2 إعداد التقارير

يجب أن يحتوي التقرير شامل لدراسة الأثر المروري بشكل عام على ما يلي:

1. **مقدمة وملخص**
   أ. المقدمة: الغرض من التقرير وأهداف الدراسة
   ب. ملخص: ملخص تنفيذي
2. **التطوير المقترح**
   أ. الموقع
   ب. مراحل التطوير والتوقيت (إن وجد)
3. **منطقة الدراسة**
   أ. منطقة النفوذ
   ب. سهولة الوصول إلى الموقع
   ج. إستخدام الأراضي الحالي والتطور المستقبلي المعتمد والمتوقع
4. **جمع البيانات والمسوحات**
   أ. الخصائص المادية: خصائص الطريق ، و إدارة حركة المرور ، النقل العام ، والمشاة ،
   ب. الحجوم المرورية: ساعات الذروة
5. **تقييم الوضع الراهن**
   أ. مستوى الخدمة الحالي خلال ساعات الذروة
   ب. شروط السلامة
6. **تولد الرحلات من المشروع**
   أ. حسب الدليل الخاص (أو مرجعية معتمدة من قبل الإدارة)
   ب. تولد الرحلات وتوزعها
   ج. إختيار الأنماط

7. **تقييم الوضع المستقبلي**
   أ. عامل النمو
   ب. مستوى الخدمة للطرق داخل منطقة التأثير
   ج. مستوى الخدمة للتقاطعات المحيطة بالمشروع
   د. تحليل قائمة الانتظار
   ه. إحتياجات التحكم في حركة المرور ، إن وجدت
   و. سهولة الوصول إلى المشروع
8. **التوصيات والتدابير**
   أ. تحسينات الطرق والتقاطعات
   ب. تحسينات تشغيلية
   ج. إدارة المرور
   د. تحسينات الوصول
   ه. معايير السلامة
9. **التصميم النظري**
   أ. خطط التصميم التصوري للمشاريع المقترحة
10. **الملاحق**
   أ. تحسب حركة البيانات البيانات الخام
   ب. نموذج أوراق الحساب

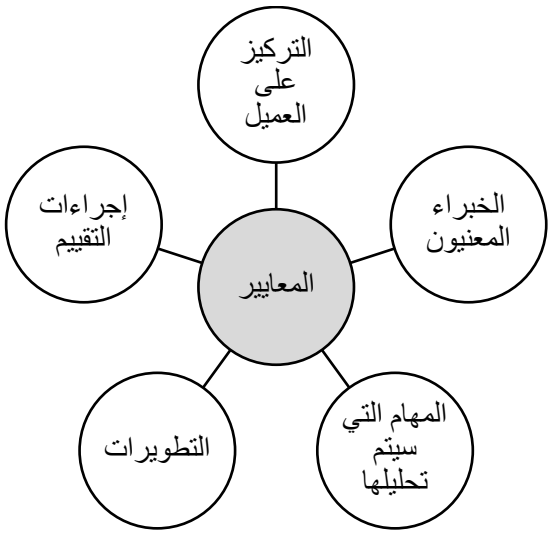
6 القوانين التي يتعين على السلطات إعدادها

لا ينبغي إجراء دراسة الأثر المروري بدون الإعتماد على مجموعة من الإرشادات القانونية التي من شأنها أن تزود مالكي الأراضي وشركات التطوير والاستشاريين بمنهجية لإعداد دراسات الأثر المروري التي تلبي متطلبات البلدية؛ وبالتالي تضمن الإحاطة بكافة الإشكاليات التي من الممكن أن يولدها المشروع المعني. ستسهل هذه الإرشادات إجراء مراجعات شاملة وسريعة من قبل البلدية وتخفض التكاليف والتأخيرات المحتملة للمطورين؛ وتساهم في إنشاء إطار يساهم في فهم هذا الجانب من عملية مراجعة التنمية والموافقة عليها من قبل البلدية والجهات المعنية.

6.1 لماذا الدليل؟

على الرغم من أن دراسة الأثر المروري هو مشكلة خاصة بالموقع يمكن أن تعتمد على العديد من المتغيرات، مثل كمية ونوع البيانات المتاحة وبعض المعلومات الموضعية الأخرى، إلا أن الدّليل يعطي خيارات متنوعة للحصول على نتائج محددة. لذلك، يتيح الدليل مرونة كافية لمعد الدراسة لاستخدام طرق مبتكرة تستند إلى حكم الهندسة السليمة. إنّ الدليل يعتبر مهماً للأسباب التالية:

- تأمين نطاق عمل مشترك وموحد للتحليل وتقدير تكلفة الدراسة (توحيد المنهجيّة وآليات العمل)
- ضمان جودة الدراسة من خلال إعتماد معايير موحّدة
- وجود معرفة ببيئة المدينة (فهم لمقوّمات المدينة ، شبكة النقل والتنقل السلس...)
- توحيد المعلومات لإستخدامها من قبل المدينة أو المنطقة (توحيد لكل المعايير التي تُستعمل مثل تولد الرحلات، ساعات الذروة... لمنع الإرتجال والاستنساب. المعلومات موحّدة لكن متنوّعة وشاملة)



الرسم البياني 2 : محتويات دليل TIS

6.2 محتويات الدليل

لكل دولة / مدينة دليل خاص بها يحدد الاحتياجات والمراحل التي يجب اتباعها، كذلك المرجعيّات والجهات المعنيّة لمتابعة الدراسة. محتويات هذا الدليل قد تكون:

1- المتطلبات اللازمة حسب حجم المشروع (الخطوة الأولى في كل دليل هي تحديد حجم المشروع. المدينة كلها؟ ...)
2- مؤهلات مكاتب الدروس (الخصائص المتعلقة بالاستشاري من موارد بشرية وتقنية ولوجيستية)
3- شبكة النقل التي تغطي حجم المشروع مقابل مستوى المتطلبات (وفق حجم المشروع)

4- معدلات تولد الرحلات (ترتبط بالمساحات المبنية)
5- الدليل الذي سيتم استخدامه، إن وجد
- دليل التصميم الهندسي ، دليل السلامة على الطرق ، دليل وقوف السيارات ، ...
6- البرامج التي سيتم إستخدامها (أحيانًا يمكن أن تحدد البلديات حصرية تامة لبرنامج نمذجة معيّن)
7- أنماط النقل التي يجب أخذها في الاعتبار (النقل المشترك؟ النقل السلس؟)
8- مستوى تفاصيل استبيانات حركة المرور
9- جهات أخرى للتنسيق معها (التنظيم المدني، البلديات، أو جهات تابعة للوزارات)
10- المراجعات وإجراءات الموافقة والجدول الزمني (إجرائات الموافقة على الاستشارة من الجهة الرسمية ، ما الذي ينبغي أن تتضمنه المشاريع القابلة للتنفيذ)

6.3 عيوب الدليل

تختلف التطورات المتعلقة بالنقل من مشروع إلى آخر، حتى داخل نفس المنطقة. وقد يشكل في بعض الأحيان مشكلة للمخططين الذين يتعين عليهم اتباع نفس الدليل لمشاريع مختلفة في ظل ظروف مختلفة. على الرغم من أن معظم الكتيبات أصبحت الآن أكثر شمولاً وتطوراً ، إلا أنه لا تزال هناك بعض العيوب مثلًا:

- تضارب في البيانات المطلوبة
- عدم تحديث الدليل (ليس هناك تحديث دائم للكتيّب بينما تتطور المعطيات علر الأرض بسرعة)
- عدم وجود شبكة واضحة تتعلق بحجم المشروع بمتطلبات السلطات التقديرية (عدم وجود ترابط بين حجم المشروع والمتطلبات ، عدم وجود رؤية واحدة بين الأطراف)
- تضارب في التوصيات المقترحة من عدة مشاريع قيد التشغيل في نفس الوقت (تعارض بين مشاريع ت يتم تطويرها بنفس الوقت على نفس المدينة أو المنطقة)
- اقتراح مشاريع طرق ثقيلة ومكلفة للغاية (اقتراحات لمشاريع تقدم حلول ولكن هي كبيرة ومكلفة فتعيق هذه الصعوبات تحقيقها)
- إرشادات غامضة في الدليل
  ← مزيد من الوقت (التأخير وهدر الوقت)
  ← اختلافات بين الاستشاري والمطور
  ← اختلافات بين المطور والقطاع العام
  ← دراسة عالية التكلفة أو جودة مشكوك فيها
  ← احتمال إيقاف المشروع (هناك دور على البلدية للتأكد من عدم حدوث ذلك)

6.4 المسؤوليات

من المسؤول عن تطبيق الدليل؟

تهدف معايير ومتطلبات الدليل إلى ضمان نظام نقل فعال وآمن. يجب الالتزام بهذه المتطلبات والمعايير قدر الإمكان.

عادة ما تكون الهيئة المسؤولة عن تنفيذ هذه المعايير والمتطلبات هي القطاع العام ، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر:

- البلدية أو وزارة البلديات، دائرة البلديات والنقل
- وزارة البلديات والبيئة
- سلطات النقل بالمدينة

- الوزارات المعنية (وزارة النقل)

تختلف مسؤولية ضمان تنفيذ الدليل للمدن الكبرى عن المدن الصغيرة. نظرًا لأن المشاريع في المدن الكبرى تتداخل مع المشاريع الكبيرة الأخرى التي تحدث، فإن هذا يجعل التفاعل مع البلديات أمرًا ضروريًا. ومع ذلك ، أياً كان المسؤول ، فإن التنسيق مع السلطات الأخرى من العوامل الهامة لإنجاح المشروع.

الشكل 30: أمثال عن الهيئات المسؤولة عن تطبيق الدليل

6.5 الموافقات

السلطات المسؤولة هي الوحيدة التي يمكنها الموافقة على الدراسة، يجب ألا تكون الموافقة مرتبطة بتأييد السلطات الأخرى، وإذا حدث العكس، فستكون عملية لا نهاية لها.

لا ينبغي أن يكون هناك العديد من الجهات المسؤولة بل يجب أن تكون القرارات من طرف واحد، من أجل التوزيع الواضح للمسؤوليات. إذا كان هناك العديد من الأطراف المعنية، في حالة ظهور بعض المشاكل، فسيقوم كل طرف بإلقاء اللوم على الآخر، وهذا سيؤدي إلى مزيد من التأخير والصراعات وتشتت المسؤوليات.

من أجل تطوير مدينة أكثر استدامة، ينبغي التنسيق بين التطويرات العمرانية التي من الممكن أن يتم تنفيذها خلال نفس الفترة، ويجب ربط الحلول ذات الصلة.

6.6 أمثلة على القواعد الإرشاديّة

6.6.1 الدليل الإرشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة جدة

إن الدليل الارشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة جدة يتضمّن:

- المسؤوليات: بلديّة جدة ، إجراءات وزارة النقل والجهات الأخرى ذات الاختصاص مع الأخذ في الاعتبار أحدث خطة نقل رئيسية لمدينة جدة.
- معايير المرور والطرق المستخدمة مُحدّدة
- برنامج نموذج المرور المراد استخدامه (TransCAD)
- التنسيق مع المستشارين الآخرين للمشاريع المجاورة
- جمع البيانات والمسوحات المرورية المطلوبة (إحصائيات المرور ، فحص الطرق ، المشاة ، إلخ)
- معدلات تولد الرحلات
- فترات النمذجة: ساعات الذروة صباحًا ومساءً وظهرًا (مع إرشادات لتحديد عوامل الجذب والطلب ، نظرًا لأن هذا الدليل لا يحتوي على معدلات توليد الرحلات ، فإنه يسمح باستخدام دليل دبي ، ولكنه لا يلزمه)
- ثلاثة سيناريوهات مستقبليّة بفاصل زمني 5 سنوات ليتم تقييمها (يمكن تعديل هذه السنوات وفقًا للسنوات المتاحة)
- يجب اعتماد جميع الافتراضات المستخدمة في الدراسة (أنماط النقل ، استعمال السيارة ، ...) من قبل البلدية
- متطلبات مواقف السيارات (تختلف حسب استخدام الأراضي)

- متطلبات النقل العام
- متطلبات المشاة
- خطط مرحلية وخطط تحسين الطرق الأمثل ماليًا جدول زمني وأسعار هذه المشاريع)
- على الاستشاري اقتراح إجراءات التخفيف والتحسين التي يجب مناقشتها مع العميل والسلطات من خلال تصميم مفاهيمي للتخفيفات المقترحة.

هذه الإرشادات مهمة جداً لدراسة تأثير حركة المرور لأنها تقدم لجميع الاستشاريين إرشادات واضحة ومحددة للحصول على نتائج أكثر توحيداً وتحديداً. يجب ان تُناقش قواعد الحلول والاقتراحات مع كل الهيئات المختصّة ومطوّر المشروع كي يأخذها بعين الاعتبار.

6.6.2 الدليل الإرشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة دبي

إن الدليل الارشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة دبي يتضمّن:

- معدلات تولد الرحلات ومواقف السيارات لتحليل مشاريع التنمية الجديدة (مدروجة بالتفصيل)
- التعليمات والأوصاف اللازمة حول كيفية استخدام معدلات تولد الرحلات ومواقف السيارات الواردة في ملاحق الدليل الإرشادي
- معدلات الرحلات في ساعات الذروة صباحًا ومساءً وظهرًا لحركة المرور في الشوارع المجاورة
- الإطار المرجعي لإجراء مسوحات حول معدلات تولد الرحلات ومواقف السيارات في المستقبل

كما يتضمن الدليل طريقة موحّدة للحصول على أحدث معدلات تولد الرحلات ومواقف السيارات. لا تذكر الإرشادات أي شيء عن منهجية دراسة الأثر المروري.

6.6.3 الدليل الإرشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة أبوظبي

إن الدليل الارشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة أبوظبي يحتوي بشكل أساسيّ على ما يلي:

- المعايير التي سيتم استخدامها لتحديد مدى ضرورة دراسة الاثر المروري ودراسة مواقف السيارات
- المنهجيّة التي يجب اتباعها
- الاجتماع الأولي أمراً واجباً (يجب إدراج جميع القرارات المتخذة في هذا الاجتماع في التقرير)
- مبادئ توجيهية حول
  - منطقة الدراسة
  - المرافق الرئيسية التي يجب تحليلها
  - الإطار الزمني
  - ساعات الذروة للتحليل
  - مستوى خدمة مختلف مكونات شبكة النقل
- الافتراضات التي سيتم استخدامها
- المعلومات المطلوبة والمُراد إدراجها في "تحليل الوضع الحاليّ"
- وصف مفصّل لمكونات الظروف الأساسيّة المستقبلية
- وصف التطوير: المتطلبات الفنيّة لتقدير معدّلات تولد الرحلات وتوزيع الرحلات ومواقف السيارات
- خطورة تأثير الدراسة ومستوى تدابير التخفيف
- استخدام متطلبات وشروط مخطط الموقع كأساس للمراجعة من قبل البلدية
- إرشادات حول التدقيق على تصاميم المواقف والطلب على المواقف
- الخصائص العامة ، والميزات ، والهيكل بتقرير دراسة الأثر المروري

لا يحتوي هذا الدليل على عوامل الجذب والتولّد.

6.6.4 الدليل الإرشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة قطر

يحتوي الدليل الارشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة دبي بشكل أساسي على ما يلي:

- من هو الطرف المسؤول عن المراجعة والموافقة (وزارة البلدية والبيئة).
- يشير الدليل الإرشادي إلى أن وزارة البلديات والبيئة لها الحق في فرض أي متطلبات أو شروط إضافية في أي مرحلة أثناء أو بعد فترة الدراسة بناءً على التطوير المقترح وموقع المشروع وحجمه وتأثيراته على شبكة الطرق المجاورة والمحيطة
- شروط تطبيق الدراسة:
  - تولد الرحلات أقل من 100 رحلة: لا دراسة
  - تولد الرحلات ما بين 100 و 500 رحلة: دراسة عامة
  - تولد الرحلات أكثر من 500 رحلة: دراسة تفصيلية
- المراجع والمعايير للمرور وللطرق الواجب استخدامها (لتعديل الطرق أو بناء طرق جديدة)
- برامج النماذج المرورية الواجب استخدامها (VISUM)
- إجراءات دراسة النقل
- تقرير منهجية دراسة النقل
- تقرير مراجعة المشروع / التطوير
- متطلبات المسار والمرافق والتحليل والتصميم للمشاة والدراجات ووسائل النقل العام.
- قائمة بالمعلومات والبيانات المطلوبة التي يجب جمعها
- قائمة الجهات التي سيتم التواصل معها لجمع البيانات
- متطلبات وزارة البلدية والبيئة لإجراء استبيانات حركة المرور (التعداد المروري الآلي ، التعداد المروري اليدوي ، مركز إدارة المرور ، TTS)
- متطلبات تقرير تحليل حركة المرور
- المنهجيات والتحاليل والمكونات وجميع المعامل والافتراضات اللازمة لنموذج النقل (خطة النقل الرئيسية في قطر TMPQ) المستخدم حاليًا لاختبار أي مشروع نقل
- محتويات تقرير النموذج
- الأساليب التحليلية المستخدمة لاستخلاص نتائج الدراسة واستنتاجاتها وتوصياتها
- قائمة بمعلومات التصميم ومعيار التقييم
- متطلبات تقييم حركة المرور ، ومؤشرات الأداء الرئيسية التي ينبغي اعتمادها (تنطبق أيضًا مؤشرات الأداء الرئيسية الموجودة في الدليل الإرشادي لدراسة الاثر المروري بمدينة دبي)
- قائمة بكل المواضيع المطلوبة وقائمة بالمخرجات المتوقعة من هذه الدراسة
- الهيكل والعناصر المطلوبة في تقرير تقييم الأثر المروري
- تقديم تصميم المفهوم وإرشادات المراجعة
- إرشادات تصميم مواقف السيارات
- إرشادات تصميم مرافق المشاة
- إرشادات تصميم مرافق الدراجات

6.6.5 ملخّص عن المحتويات المتوفرة في كل دليل

يعرض الجدول أدناه ملخّصاً للمعايير والمعلومات المتوفرة في كل دليل، ويبيّن أن دليلي قطر وأبو ظبي هما الأكثر إشباعاً بالمعلومات، ولكن مع ذلك دليل دبي هو الدليل الوحيد من بين الأربعة الذي يحتوي على معلومات حول تولد الرحلات، وبالمثل فإن دليل جدة هو أيضاً الدليل الوحيد الذي يحتوي على معلومات حول الخطط المرحلية والخطط المثلى لتحسين الطرق.

الجدول 2: ملخص المحتويات المتوفرة لكل دليل

	جدة	قطر	دبي	ابوظبي
قابلية تطبيق دراسة الأثر المروري		✓		✓
الدليل (الأدلّة) ، والمبادئ التوجيهية ، والافتراضات المطلوبة لاستخدامها	✓	✓		
برامج نماذج المرور المطلوبة	✓	✓		
إجراءات دراسة النقل ومحتوى التقرير		✓		✓
إرشادات لمنطقة الدراسة والمرافق الرئيسية التي يجب تحليلها				✓
إرشادات للاجتماع الأولي وتطوير الخطة التأسيسية				✓
جمع البيانات والمسوحات المرورية المطلوبة	✓	✓	✓	✓
تولد الرحلات			✓	
فترات النمذجة (ساعات الذروة)	✓	✓	✓	✓
متطلبات وتحليل مواقف السيارات	✓	✓	✓	✓
إجراءات وضع خطة للمواقف مناسبة				✓
متطلبات وتحليل وضع المشاة والنقل العام	✓	✓		✓
متطلبات وتحليل وضع الدراجات الهوائية		✓		✓
خطط مرحلية وخطط تحسينات الطرق المثلى ماليًا + تصميم مفاهيمي للتعديلات المقترحة	✓			

7 مؤهلات الاستشاري الإستشاري

أي تطوير جديد سيؤثر بشكل مباشر على شبكة النقل، سواء كان على نطاق ضيق أو كبير. لهذا السبب، يجب أن يسبق إجراء تقييم للأثر المروري دائمًا التطوير الفعلي، ولكي يكون لهذا التقييم نتائج دقيقة، يجب أن يتمتع مكتب دروس النقل بالمؤهلات التالية:

- سنوات من الخبرة
- مجال الخبرة
- شهادات جامعية
- اعتماد من نقابة مهنية أو غرفة تجارة

كحد أدنى، يعتبر مهندس المرور إلزامياً، في المشاريع الكبيرة يكون وجود مخطط حضري ومهندس تصميم طرق أمراً ضرورياً. لا يتعلق الأمر بحجم الشركة بل بالخبرة التخصصية في مجال المرور والنقل.

في حالة لبنان على سبيل المثال، ولأن مرسوم دراسة الأثر المروري لم تتم الموافقة عليه بعد، فقد ألزمت النقابة المهندسين بإجراء دراسة الأثر المروري لأي مشروع يتطلب ذلك. هذا مثال على أهمية وجود مهندسين متخصصين ومهنيين يسعون جاهدين لتطبيق القواعد اللازمة من أجل تعظيم كفاءة المشاريع وبالتالي تحسين الظروف الديموغرافية والاجتماعية لمدينتهم.

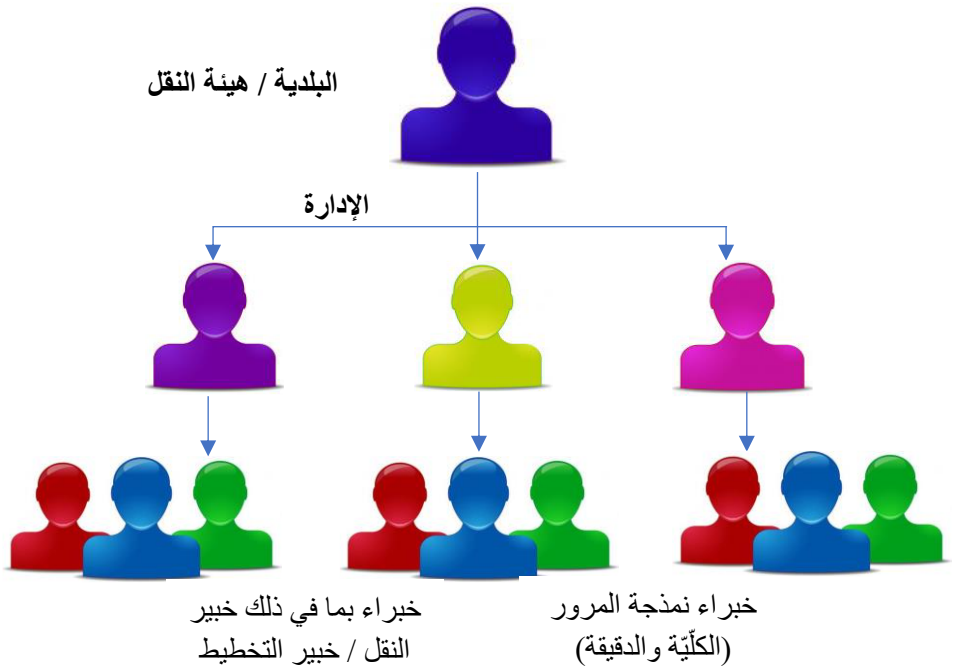
8 الجوانب المؤسسية والتنظيمية

8.1 الحوكمة والإدارة

بعض الجوانب المؤسسيّة والتنظيميّة التي يجب مراعاتها عند إجراء دراسة الأثر المروري

1- الحوكمة:
   - كيف ومن يتخذ القرارات النهائية؟
   - ما هي المسؤوليات التي تقع على عاتق القادة؟
   - من يجب أن يكون الأعضاء؟
2- الإدارة:
   - كيف يتم تطبيق القواعد / الإجراءات؟
   - ما هي أنواع الموارد المتاحة للمنظمات؟

يوضح الشّكل أدناه الهيكليّة العامّة للجانب المؤسسي والإداري لإجراء دراسة الأثر المروري



الشكل 31: الجوانب المؤسسية والتنظيمية لدراسة الأثر المروري

8.2 الهواجس

تعد دراسات النقل عمليّة معقدة بطبيعتها، لأنها تعتمد على العديد من المتغيرات، والتأثيرات المتبادلة مع القطاعات الأخرى (البيئة والاقتصاد، ...)، وتتطلب عدداً كبيراً من أصحاب المصلحة ، وتعتمد أيضاً على ديناميكيات التفاعل بين القطاع العام و القطاع الخاص. بالإضافة إلى الأسباب المذكورة أعلاه، هناك العديد من الهواجس التي من الممكن أن تحدث أو تحدث بالفعل والتي يجب أن يكون المخطط على علم بها في دراسات الأثر المروري ، مثلًا:

- القيود
  - وجود فريق مؤهل ومهني (في البلدان النامية ، عدد مهندسي النقل المهرة في دراسات الأثر المروري منخفض)
  - خسارة للشركات الكبرى ذات الخبرة الدولية
  - نقص الميزانية
  - العوامل السياسية
  - عدم وجود البيانات المطلوبة أو البيانات المحدثة
  - عدم توفر المعايير الموضوعة والقابلة للتطبيق
  -
- خطر الاحتكار
  - ضغط استشاري
- ضغط المطورين / السلطات
- دراسة لا نهاية لها
  - إثقال كاهل الدراسة يؤدي إلى عملية لا نهاية لها
- خطر التسخيف

9 خارطة طريق لتنفيذ دراسة الأثر المروري

9.1 المقدمة

تقييم الأثر المروري هو عملية جمع وتحليل المعلومات وتوثيق التأثير الذي يحتمل أن يحدثه مشروع ما على أداء شبكة الطرق، وإظهار كيف يمكن تجنب هذه الآثار أو تقليلها أو إدارتها أو التخفيف من حدتها. يهدف التحليل إلى تقييم تأثيرات السلامة والكفاءة على المستخدمين، بالإضافة إلى أي تأثيرات على حالة البنية التحتية للنقل.. يمكن لتقييم الأثر المروري أيضًا تحديد كيفية الوصول إلى الموقع عن طريق حركة المرور وفي السياق الحضري للنقل العام وراكبي الدراجات والمشاة، وما هي البنية التحتية اللازمة لتسهيل ذلك.

يجب أن تأخذ توصيات دراسة الأثر المروري في الاعتبار رؤية المدينة / البلد أو أي خطة رئيسية قائمة، ويجب على السلطات المسؤولة التأكد من عدم وجود تعارض بين تدابير التخفيف المقترحة والتوصيات الواردة في جميع تقارير دراسة الأثر المروري.

9.2 المنهجية

لتنفيذ دراسة تأثير حركة المرور بنجاح، يجب إتباع المنهجية التالية:

1- وصف التطوير المقترح
- من خلال وصف الموقع والتطوير المقترح (أي الاستخدام المقترح للموقع).

2- جمع البيانات
- إذا تم بالفعل تعداد حركة المرور من قبل، يجب أن يتأكد المخطط من تحديثها، وهذا يعني أنه إذا كان النموذج متوفراً بالفعل، فيجب إضافة جميع البيانات الجديدة عليه، وإذا لم يكن نموذج حركة المرور موجوداً بعد، فيجب أن يبدأ المخطط ببنائه حتى يكون للمدينة نموذج شامل يتم تحديثه باستمرار مع كل تطوير عمراني جديد.

3- تحليل الوضع الحالي
- أداء التقاطعات والشبكة
- السلامة على الطرق
- النقل العام
- مواقف السيارات
- البنية التحتية
- الطبوغرافيا

4- حركة المرور المتوقعة
- تولد الرحلات
- توزيع الرحلات
- اختيار الأنماط
- تخصيص الرحلات

5- تحليل التحسين (تقييم الاثر)

6- التوصيات وإجراءات التعديل (التي تتناسب مع حجم المشروع وحجم تأثيره على شبكة النقل المحيطة)

7- التصميم المفاهيمي (تصميم التحسينات المقترحة)

الرسم البياني 3 : المنهجية

علماً أنه إذا لم يكن لدى المدينة تمويل أو نوايا لبناء / تحديث الطرق وشبكة النقل ، فيجب تقنين التطور العمراني.

9.3 التوصيات

يمكن أن تحتوي دراسة الأثر المروري على العديد من المخرجات والتوصيات، كل منها يعتمد على ما تحتاجه المدينة / المنطقة، وحجم المشروع، والميزانية، والأثار البيئية والعديد من العوامل الأخرى. بعض التوصيات الرئيسية التي يمكن أن تعمل عليها دراسة الأثر المروري هي:

- إمكانية الوصول
- حركة المرور داخل منطقة الدراسة
- السلامة على الطريق للمركبات والأوضاع السلسة (دراجات ، مشاة ، ...)
- تصميم وتشغيل مواقف السيارات

يجب أن يركز الاستشاري دائماً خططه على تشجيع التحول من استخدام السيارات الخاصة إلى استخدام الوسائل البديلة الصديقة للبيئة كالنقل العام والتنقل السلس.

9.4 مستويات المشروع

بناءً على تأثير التطوير، يمكن أن تكون التوصيات المقترحة فئات في ثلاثة مستويات:

- مشاريع منخفضة التكلفة
- مشاريع متوسطة التكلفة
- مشاريع عالية التكلفة

ترتفع التكلفة وتزداد الحلول تعقيدًا حسب حجم المشروع.

الشكل 32: مستويات المشروع

9.4.1 مشاريع منخفضة التكلفة

عادةً ما تكون المشاريع الصغيرة أقل تكلفة وتحتاج إلى وقت محدود للتنفيذ، هذه المشاريع قد تكون على سبيل المثال:

- تعديلات إدارة تقاطعات المرور (إشارات المرور ، الاتجاهات)
- ممر إضافي / جزئي
- تعديلات تنظيم مواقف السيارات في الشارع
- تعديلات حركة السير

الشكل 33: مشروع منخفض التكلفة

9.4.2 مشاريع متوسطة التكلفة

المشاريع المتوسطة هي مشروع أكثر تعقيداً وبتكلفة أعلى من المشاريع الصغيرة، مثل:

- بناء ممر سفلي أو ممر عالي
- مساحات إضافية لوقوف السيارات داخل المشروع
- تعديلات إمكانية الوصول للمشروع
- إضافة ممر متحرك

- إضافة موقف للحافلات

الشكل 34: مشروع متوسط التكلفة

9.4.3 مشاريع عالية التكلفة

تعد المشاريع عالية التكلفة من أكثر المشاريع تعقيدًا وتكلفة ، مثل:

- إنشاءات التقاطعات والأنفاق والجسور
- تنفيذ نمط جديد من المواصلات (مثلًا خط جديد للنقل العام)
- إضافة محطة مترو أو سكّة حديد جديدة
- البنية التحتية التي تحتاج إلى مصادرة الملكيّة

الشكل 35: مشاريع عالية التكلفة

9.5 عملية تنفيذ المشاريع

يواجه تنفيذ دراسات الأثر المروري العديد من المعوقات، إلا أن استراتيجية التغلب على هذه المعوقات هي: التحقق من التضارب المحتمل بين المشاريع الموصى بها في نفس المدينة، وضمان الترابط المناسب بين جميع المشاريع المقترحة، وتحديد مواعيد تنفيذها استناداً إلى فترة إنشاء التطوير، وتحليل التكلفة والأثار البيئية، وأيضاً تحديد مصادر التمويل.

1- **التحقق من التعارضات**

عادة ما يتم إجراء دراسات الأثر المروري من قبل استشاريين مختلفين، ولا يمكن أن تتطابق التوصيات المقترحة مع المشاريع الأخرى المقترحة في نفس المدينة. يجب مقارنة جميع المشاريع الموصى بها في نفس منطقة الدراسة، ويجب تنفيذ حل مشترك يخدم خطة التنمية الحضرية ورؤية المدينة. اذا تعارضات التوصيات مع رؤية المدينة ، فيقتضي تغييرها.

2- **كفاءة المشاريع**

يجب أن تكون جميع التوصيات المقدمة متجانسة مع رؤية النقل بالمدينة وإستراتيجية تطوير التخطيط الحضري، والخطة الرئيسية للنقل، والخطة الحضرية الرئيسية، واستراتيجية المدينة، ومتطلبات البيئة.

3- **دراسات إضافية**

قد تكون هناك حاجة لدراسات إضافية لضمان تنفيذ التوصيات المقترحة، مثل:

- العوامل الإقتصادية (أي إعداد الميزانية وتمويل المشروع ، تحليل التكلفة والمزايا)
- العوامل الإجتماعية (أي التكيف المجتمعي للمشروع)
- العوامل السياسية (أي تدخل السلطات المحلية)
- العوامل البيئية (أي المناطق المتوفرة للمشروع)
- الوضع الحالي (أي ظروف البنية التحتية المتوفرة والدراسات السابقة)

4. **الجدول الزمني للتنفيذ**

يحتوي كل تطوير على جدول زمني لتنفيذ التوصيات المقترحة، ويجب تنسيقها من أجل إعداد جدول زمني مشترك لتنفيذ المشاريع، وذلك لتجنب أي تعارض محتمل خلال التنفيذ وضمان تحسين المشاريع المنفذة في نفس المنطقة في فترات مختلفة.

5. **تمويل المشاريع**

يعد إعداد تمويل المشاريع أمراً ضرورياً قبل مرحلة التنفيذ. يمكن اعتبار مصادر التمويل المختلفة وفقًا لقرار البلدية / الحكومة:

- التمويل الحكومي أو البلدي (التمويل العام أو القروض)
- تمويل مالك التطوير (تمويل كامل أو جزئي)

إذا لم يكن لدى البلدية التمويل المناسب لتنفيذ توصيات دراسة تأثير حركة المرور، وحتى إذا لم يكن مستثمر العقار التجاري ملزمًا بالضرورة بتمويل توصيات الدراسة، ولكن إذا كان لديه الوعي الكافي لمعرفة مدى تأثير شبكة النقل على مشروعه، فقد يعرض المساهمة بتمويل تنفيذ توصيات الدراسة.

10 مناقشات ورشة العمل

خلال ورشة العمل ، أثيرت العديد من المناقشات حول المواضيع التالية:

1. *ماذا لو أن الدراسة وتوصياتها لا يمكن تمويلها من قبل البلدية أو المستثمر؟*

إذا تأخر المستثمر بشكل مستمر بسبب معوقات في الدراسة، فقد لا يُنفذ المشروع. في حالة نقص التمويل، يجب على الاستشاريين محاولة ترشيد تكاليف الحلول المقترحة .

2. *مواقف السيارات*

مواقف السيارات لها تأثير كبير على شبكة الطرق ، كما أن جزأً من الازدحام سببه مواقف السيارات لذلك يقتضي اللجوء إلى بناء مواقف سيارات متعددة الطوابق أو مواقف سيارات تحت الأرض. يمكن استخدام مواقف السيارات تحت الأرض كحافز أو أداة لجذب الناس إلى المبنى وتقليل وقوف السيارات في الشارع (على سبيل المثال من خلال تقديم فترة وقوف مجانية ثم تحديد رسوم رمزية لبقية الوقت، وهذا سيحقق أيضًا إيرادات كبيرة للمستثمر)

3. *دراسات الحالة*

تم تقديم أمثلة على التأثير السلبي لعدم إجراء دراسة الأثر المروري لبعض التطورات العقارية، مثل:

- ABC مول - الاشرفية - بيروت ، لبنان
- Landmark (مبنى متعدد الطوابق) - بيروت ، لبنان
- ABC مول - فردان - بيروت ، لبنان
- Northgate (مركز تسوق) - قطر
- Lusail Entertainment (تطوير متعدد الاستعمالات) - قطر
- أبراج سوريا - دمشق ، سوريا

11 الخاتمة

جميع المشاريع العمرانية سواءً كانت كبيرة أو ثانوية تولد حركة مرور. ستحكم عوامل مثل نوع التطوير والوظائف المرتبطة به والموقع وحجم التطوير وعدد الأشخاص المتوقع أن يستخدموه على حركة مرور المركبات. تؤثر حركة مرور المركبات الإضافية الناتجة عن أي تطوير جديد على محيطه وشبكة النقل المجاورة. فالهدف من "دراسة الأثر المروري" هو إجراء تحليل شامل حول كيفية تأثير التطوير المقترح على شبكة الطرق الحالية والمنطقة، وكذلك لمعرفة التدابير الاحترازية والإستباقية التي يجب إتخاذها لمنع أي أثر سلبي أو التخفيف منه.

الهدف النهائي لدراسة الأثر المروري هو معرفة أن كافة الأطراف (المطور - والسلطات المحلية – اللاعبين الإقتصاديين والإجتماعيين) ستكون لديها إمكانية الوصول إلى المعلومات المشتركة ذات الصلة بالتطوير المقترح لتسهيل عملية الموافقة.

على الرغم من أن دراسة الأثر المروري لا يتم إجراؤها بشكل فعال في معظم البلدان النامية، إلا أنها تساهم في تحقيق الإستدامة لذلك يجب أن تصبح إلزامية عند منح السلطات المحلية الموافقة على التطورات الجديدة واسعة النطاق خاصة في مناطق المدينة.