جامعة تشرين

كلية الهندسة المدنية

قسم هندسة المواصلات والنقل

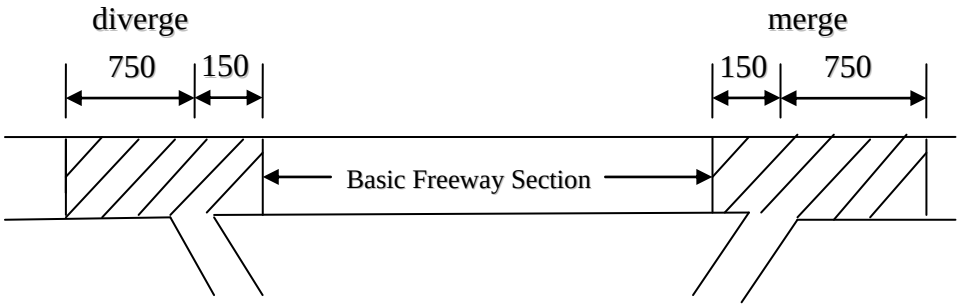
BASIC FREEWAY SEGMENTS

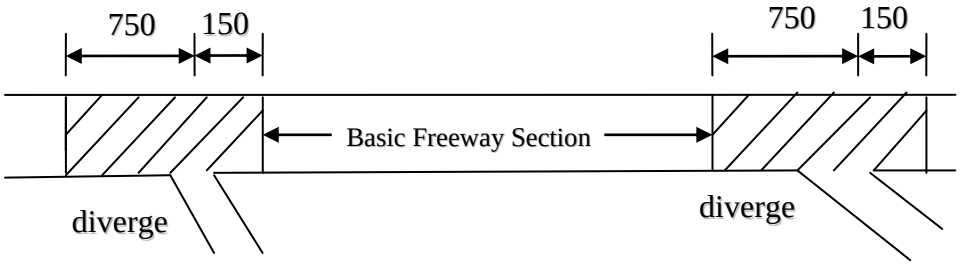
قطاعات الطرق الحرة الأساسية

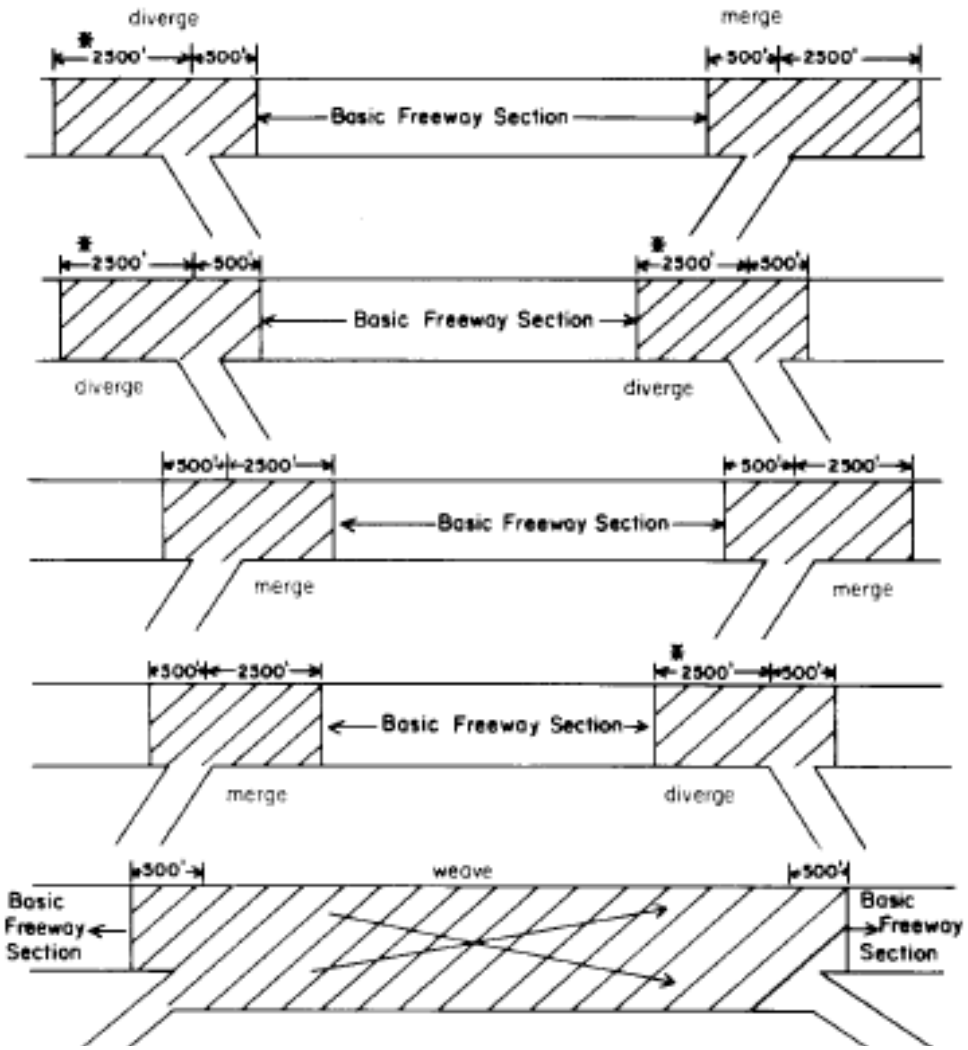
د.م. أكرم رستم

تقسم الطرق الحرة إلى ثلاثة أقسام وهي :

- قطاعات أساسية
- قطاعات التماوج
- الرامبات







1-قطاعات الطرق الحرة الأساسية :

تستخدم المنهجية المتبعة هنا في تحليل السعة، مستوى الخدمة، متطلبات حارة المرور، وتأثيرات المرور والمزايا التصميمية لقطاعات الطرق الحرة الأساسية .

2-الشروط الأساسية لقطاعات الطرق الحرة الأساسية :

تتمثل الشروط الأساسية التي تحصل عندها ظروف السعة الكاملة لقطاع أساسي لطريق حر بطقس جيد، ظروف رؤية جيدة وعدم وجود أي حدث عرضي أو حوادث مفاجئة، وفي حال عدم توفر هذه الشروط فإن السرعة ومستوى الخدمة والسعة تميل إلى الانخفاض.

ترتبط العلاقة المحددة بين السرعة،الغزارة، والكثافة بغزارة المرور والظروف الطرقية، وتم تحديد مجموعة من الشروط الأساسية لقطاعات الطرق الحرة والتي تمثل المنطلق للمنهجية الخاصة بدراسة وتحليل هذه القطاعات، هذه الشروط هي:

- عرض حارة المرور الأصغري 3.6m،
- عرض الأكتاف اليمينية الخالية من العوائق المؤثرة في حركة المرور لا تقل عن 1.8m،
- المنطقة الوسطية الافصلة والخالية من العوائق لا تقل عن 0.6m،
- يتألف تيار المرور بشكل كامل من العربات الخفيفة (عربات المسافرين)،
- هناك 5 حارات مرور أو أكثر للاتجاه الواحد (في المناطق المدينية فقط)،
- تباعد العقد التبادلية لا يقل عن 3 km،
- المنطقة مستوية والميول لا تزيد عن 2%،
- يشكّل السائقون الذين يستخدمون الطريق بشكل متكرر ومنتظم النسبة الرئيسية من مجموع السائقين .
- تضمن هذه الشروط الأساسية مستوى تشغيل مرتفع مع سرعة جريان حر 10 m/h; وأكثر.

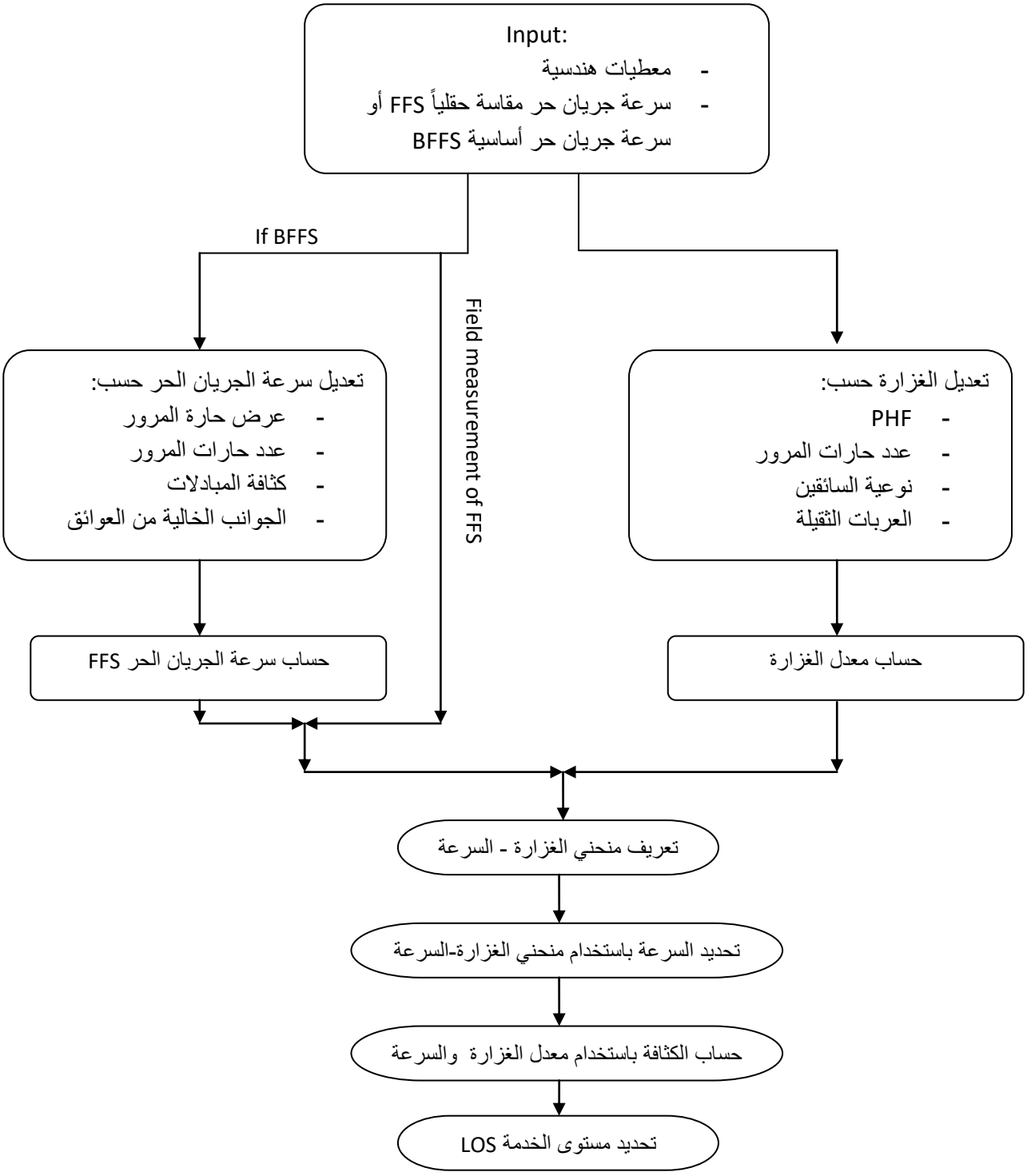
إن المنهجية السابقة لا يمكن تطبيقها واعتمادها في بعض الحالات دون إجراء بعض التعديلات عليها، من هذه الحالات:

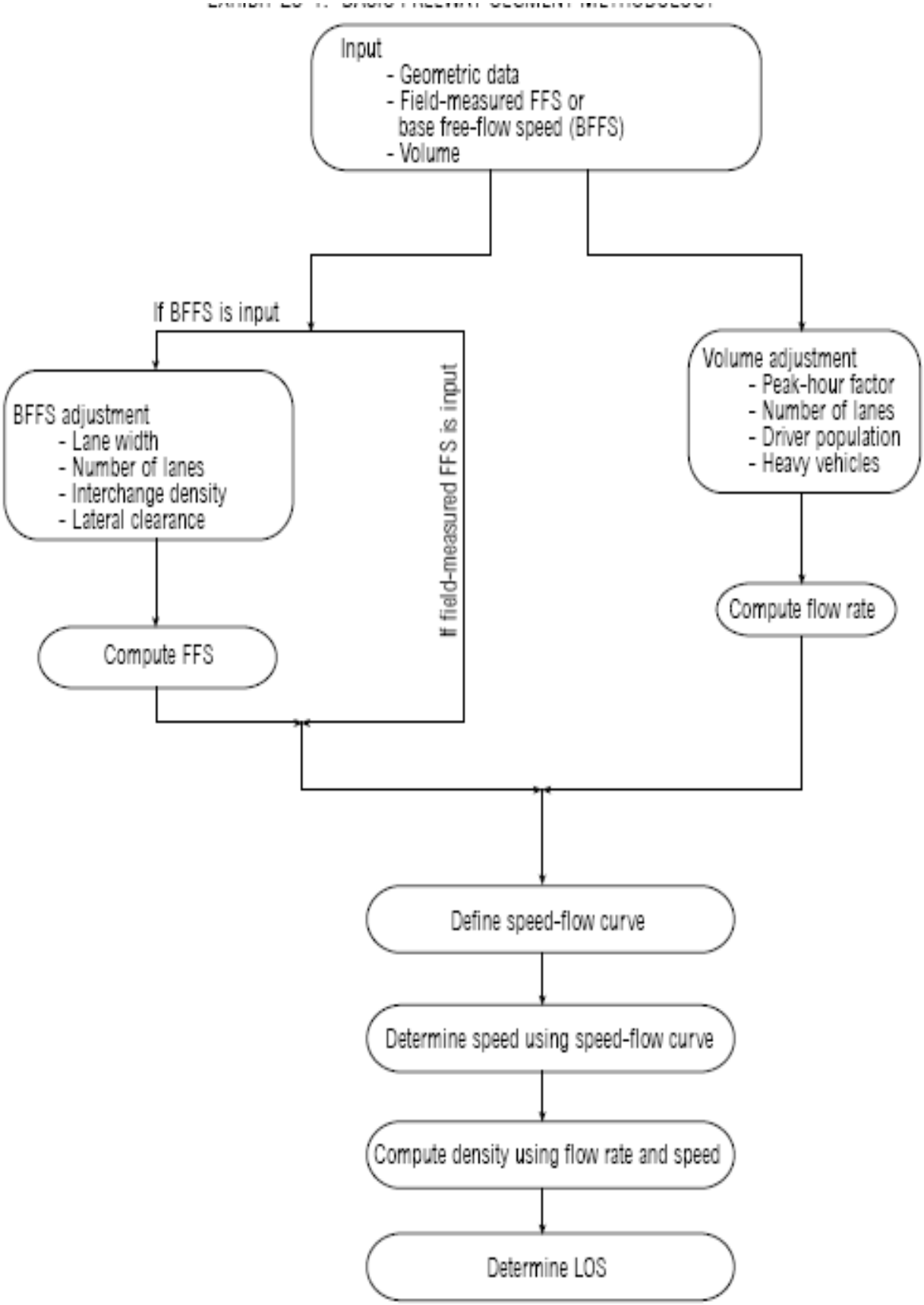
- حارات خاصة محجوزة لنوع وحيد من العربات مثل حارات الشاحنات، حارات مناطق الميل الصاعد .
- امتداد الجسور وأقسام الأنفاق .
- القطاعات القربية من الساحات العامة .
- المنشآت المخصصة لسرعة جريان حر أقل من 90km/h أو تتجاوز 120km/h .
- ظروف الطلب التي تتجاوز قيمة السعة،
- تأثير الإعاقات اللاحقة للحركة أو وجود أرتال للعربات على قطاع معين،

- حدود السرعة المعلومة ومستوى التحكم من قبل الشرطة أو وجود أنظمة نقل ذكية تتعلق بإرشاد العربة أو السائق،

في هذه الحالات يجب إجراء التعديل الملائم من قبل المحلل والذي يأخذ بالاعتبار الظروف المذكورة أعلاه.

3- المنهجية المتبعة :




Input
- Geometric data
- Field-measured FFS or
base free-flow speed (BFFS)
- Volume
If BFFS is input
If field-measured FFS is input
BFFS adjustment
- Lane width
- Number of lanes
- Interchange density
- Lateral clearance
Compute FFS
Volume adjustment
- Peak-hour factor
- Number of lanes
- Driver population
- Heavy vehicles
Compute flow rate
Define speed-flow curve
Determine speed using speed-flow curve
Compute density using flow rate and speed
Determine LOS

إن قطاع الطريق الحر الأساسي يمكن أن يميز بثلاثة قياسات أساسية :

1. الكثافة من ناحية سيارات المسافرين لكل km لكل حارة .
2. السرعات من ناحية متوسط سرعة عربات المسافرين .
3. نسبة الغزارة إلى السعة v/c .

إن القياسات الثلاثة السابقة هي قيم مترابطة بحيث إذا علمت قيمة اثنين من هذه القياسات فإن القيمة الثالثة يمكن أن تحسب .

الجدول التالي يوضح مجال الكثافة لكل مستوى خدمة في قطاعات الطرق الحرة الأساسية .

مستوى الخدمةLOS	مجال الكثافة (pc/km/ln)
A	0-7
B	>7-11
C	>11-16
D	>16-22
E	>22-28
F	>28

ملاحظة :

ضعف الحركة ، التوقف والازدحام ومستوى خدمة F يحدث عندما تبدأ أرتال العربات بالتشكل على الطريق الحر حيث تميل الكثافة إلى الزيادة بحدة ضمن الرتل وقد تكون إلى حد كبير أعلى من القيمة العظمى 28pc/km/Ln لـ LOS E.

تحديد سرعة الجريان الحر FFS :

تعريف : هي السرعة لعربات المسافرين والمقاسة من اجل معدل غزارة منخفض لقطاع معين من الطريق الحر حيث تكون السرعات عملياً ثابتة في هذا المجال لمعدلات الغزارة .

يتم استخدام طريقتان لتحديد FFS لقطاع الطريق الحر الأساسي :

الطريقة الأولى : القياس الحقلي :

- يتم جمع البيانات مباشرة وهذه البيانات تستخدم بلا أية تعديلات لحساب سرعة الجريان الحر .
- بيانات السرعة التي تتضمن كل من سيارات المسافرين والعربات الثقيلة يمكن أن تستخدم لتضاريس مستوية أو انحدارات متوسطة ولكن بجب أن لا تكون مستخدمة للتضاريس المتقلبة والجبلية .
- دراسة السرعة يجب أن تجرى في مواقع تكون ممثلة على القطاع وذلك عندما تكون الغزارة والكثافة منخفضة (معدل الغزارة قد يكون بحدود 1300pcu/h/ln).
- أيام العمل خارج ساعات الذروة تكون أوقات جيدة عموماً لملاحظة الانخفاض في متوسط معدلات الغزارة .
- معدل كل سرعات عربات المسافرين المقاسة في الحقل تحت شروط حجم مروري متوسط يمكن أن تستخدم مباشرة كـ FFS لقطاع الطريق الحر .

الطريقة الثانية : تقدير سرعة الجريان الحر :

- يتم تقدير سرعة الجريان الحر على أساس الخصائص الطبيعة لقطاع الطريق الحر المدروس .
- الخصائص الطبيعية تتضمن : عرض الحارة – عدد الحارات – مسافة الأكتاف الجانبية اليمينة – كثافة التبادل .

- المعادلة التالية تستخدم لتقدير سرعة الجريان قطاع طريق حر أساسي

$$FFS=BFFS-F_{lw}-F_{lc}-F_N-F_{ID}$$

FFS : سرعة الجريان الحر km/h .

BFFS : سرعة الجريان الحر الأساسية

للمدن : BFFS =110 km/h

للريف : BFFS =120km/h

F_{lw} : معامل عرض الحارة يؤخذ من الجدول (km/h).

F_{lc} :معامل مسافة الكتف الجانبي الأيمن من الجدول (km/h).

F_N: معامل عدد الحارات من الجدول (km/h).

F_{ID} : معامل كثافة التبادل من الجدول (km/h).

سرعة الجريان الحر الأساسية BFFS :

يتم تقدير BFFS لقطاع حر بواسطة تعديل عائق سرعة الحر الأساسية لعكس تأثير العوامل الأربعة :

عرض الحارة – المسافة الجانبية – عدد الحارات – كثافة التبادل .

معامل عرض الحارة Flw :

- الشرط الأساسي لعرض الحارة $\geq$ 3.6m
- عندما يكون عرض الحارة < 3.6m تقل سرعة الجريان الحر

الجدول التالي يوضح المعاملات Flw لعرض كل حارة مرور :

Lane Width (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LW} (km/h)
3.6	0.0
3.5	1.0
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3.0	10.6

معامل المنطقة الجانبية الخالية من العوائق f_{lc} :

المنطقة الجانبية الخالية من العوائق $\leq$ 1.8m على الجانب الأيمن ، و0.6m أو أكثر في الجانب الوسط أو الأيسر .

عندما تكون المنطقة الجانبية الخالية من العوائق للجانب الأيمن <1.8m فإن سرعة الجريان الحر تنخفض .

Right-Shoulder Lateral Clearance (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{Lc} (km/h)			
	Lanes in One Direction			
	2	3	4	≥ 5
≥ 1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	1.0	0.7	0.3	0.2
1.2	1.9	1.3	0.7	0.4
0.9	2.9	1.9	1.0	0.6
0.6	3.9	2.6	1.3	0.8
0.3	4.8	3.2	1.6	1.1
0.0	5.8	3.9	1.9	1.3

- المنطقة الجانبية الخالية من العوائق والأقل من 0.6m على كل من الجانب الأيمن أو الأيسر للطريق الحر تعتبر نادرة .
- لا توجد معاملات متوفرة لعكس تأثير المنطقة الوسطية الخالية من العوائق والأقل من 0.6m .
- تؤخذ قياسات المسافة من حافة رصف الكتف إلى أقرب حافة للحارة .

ملاحظة هامة :

يجب قبل أخذ تأثير المعامل Flc تحديد فيما إذا كانت الأجسام أو العوائق على طول الجانب اليميني للطرق الحرة الحالية معيقة فعلاً للحركة مثل هذه العوائق قد تكون مستمرة مثل الجدران الإستنادية ، الحواجز البيتونية ، حواجز الحماية في المنعطفات أو قد تكون غير مستمرة مثل التدعيم الخفيف ودعامات الجسور .

في بعض الحالات قد يعتاد السائقون على بعض أنواع العوائق في هذه الحالة تأثيرها على غزارة المرور قد يكون مهملاً

معامل عدد الحارات f_N :

من أجل عدد حارات في اتجاه واحد ≤ 5 تكون قيمة $f_N=0$

بانخفاض عدد الحارات تنخفض قيمة BFFS

من أجل **قطاعات الطرق الريفية** الحرة فإن قيمة $f_N=0$

الجدول التالي يوضح قيمة المعامل f_N من أجل الطرق الحرة للمدن والضواحي

عدد حارات المرور (اتجاه واحد)	التخفيض في سرعة الجريان الحر f_N (km/h)
≥5	0.0
4	2.4
3	4.8
2	7.3

معامل كثافة المبادلات f_{ID} :

- إن كثافة التبادل الأساسية هي 0.3 تبادل لكل 1km أو 3.3km مسافة التبادل
- بازدياد كثافة التبادل تنخفض سرعة الجريان الحر الأساسية .
- كثافة التبادل تحدد لقطاع 10km من الطريق الحر الذي يقع فيه القطاع المدروس (5km ضد التيار و5km مع التيار).
- التبادل يعرف كاستخدام رامب واحد على الأقل وبالتالي التبادلات التي تكون خارج الرمبات سوف لن تعتبر في تحديد كثافة التبادل .
- التبادلات المعتبرة يجب أن تتضمن تبادلات مثالية مع الشريانات أو الطرق السريعة أو الطرق الحرة الثانوية إلى تبادلات الطرق الحرة .

والجدول التالي يوضح المعامل F_{ID}:

عدد المبادلات في الكم	التخفيض في سرعة الجريان الحر f_{ID} (km/h)
≤ 0.3	0.0
0.4	1.1
0.5	2.1
0.6	3.9
0.7	5.0
0.8	6.0
0.9	8.1
1.0	9.2
1.1	10.2
1.2	12.1

تحديد معدل الغزارة :

معدل الغزارة الساعي يجب أن يعكس تأثير العربات الثقيلة والاختلاف الزمني لغزارة المرور على مدار الساعة وخصائص سائق المناطق السكانية .

$$V_P = \frac{V}{PHF.N.f_{HV}.f_P}$$

V_P : معدل غزارة المرور المكافئ خلال 15minلكل حارة pc/h/ln

V : حجم المرور الساعي veh/h .

PHF : معامل ساعة الذروة .

f_{Hv} : معامل تأثير العربات الثقيلة .

f_p : معامل نوعية السائقين .

معامل ساعة الذروة PHF :

- معامل ساعة الذروة أو معامل عدم توازن الحركة في ساعة الذروة PHf يمثل الإختلاف في غزارة المرور خلال ساعة .حيث تم إيجاد أن نسب الغزارة الموجودة في ذروة فترة 15دقيقة خلال ساعة لن تثبت خلال كامل الساعة .
- على الطرق الحرة يكون مجال PHf النموذجي (0.95 → 0.8).
- PHf= 0.8←الطرق الريفية الحرة أو شروط ساعة الذروة في المدينة .
- PHf= 0.95← شروط ساعة الذروة في الريف أو في الضواحي .

معامل العربات الثقيلة f_{HV} :

إن حجوم المرور على الطرق الحرة تتضمن مزيج من أنواع العربات المختلفة يجب أن تعدل إلى نسبة مكافئة تجسد سيارات المسافرين لكل ساعة ولكل حارة ولذلك تم استعمال المعامل f_{Hv} .

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + \boldsymbol{P}_T(\boldsymbol{E}_T - 1) + \boldsymbol{P}_R(\boldsymbol{E}_R - 1)}$$

E_T : معامل تحويل الشاحنات والباصات إلى عربات حسابية .

E_R: معامل تحويل عربات الاستجمام إلى عربات حسابية .

P_T: نسبة الشاحنات والباصات في رتل العربات .

P_R : نسبة عربات الاستجمام في رتل العربات .

يبين الجدول التالي معاملات التحويل حسب طبيعة المنطقة:

المعامل	نوع المنطقة		
	مستوية	متنوعة التضاريس	جبلية
شاحنات وباصات E_T	1.5	2.5	4.5
عربات استجمام E_R	1.2	2.0	4.0

معامل نوعية السائقين f_P:

- إن خصائص تيار المرور التي تمثل اساس للمنهجية المستخدمة تقوم على أساس السائقين الذين يستخدمون الطريق بشكل متكرر وعلى اطلاع بخصائصه، ومن المعلوم أن السائق في المناطق الترفيهية يستخدم الطريق بكفاءة أقل، وبشكل عام يلاحظ أن السعة تنخفض في عطلة نهاية الأسبوع في المناطق الترفيهية .
- معامل التعديل f_P استخدم ليعكس هذا التأثير حيث تتراوح قيمته من 1→0.85
- من أجل سائق على خبرة بالمنطقة(استخدام متكرر للطريق) يكون $f_p=1$

قطاعات الطرق الحرة الممتدة :

يمكن اعتبار أن قطاع الطريق الحر والذي يحتوي عدد من المرتفعات والمنحدرات وقطاعات مستوية عبارة عن قطاع طريق ممتد على أن لا يكون الميل ممتد لمسافة طويلة أو شديدة الانحدار .

عند تحليل القطاع الممتد فإن تضاريس الطريق الحر تصنف إلى :

- المنطقة المستوية : تسمح للعربات الثقيلة أن تبقى بنفس سرعة سيارات المسافرين وقيمة الميول لا تتجاوز 2%.
- المنطقة المتقلبة : إن تضاريس المنطقة المتقلبة عبارة عن مجموعة من الميول الأفقية والشاقولية والتي تسبب انخفاض في سرعة العربات الثقيلة بشكل حقيقي أخفض من سيارات المسافرين .
- المنطقة الجبلية : إن تضاريس المنطقة الجبلية هي عبارة عن مجموعة من الميول الأفقية والشاقولية والتي تؤثر بشكل كبير على سرعة تقدم العربات الثقيلة .

والجدول التالي يعطي مكافئات عربات المسافرين على قطاع طريق حر ممتد .

تقسيم الطرق الحرة :

- السعة وتحليل مستوى الخدمة LOS يتطلب أن قطاع الطريق الحر يملك شروط مرور منتظم وخصائص جسم الطريق .
- القطاع يحدد كتغير إما في المرور أو في شروط جسم الطريق .
- القطاعات الممتدة لمسافة أكبر من 0.5Km وبميل ≤ 3% أو عندما يكون الميل< 3% لمسافة أطول من 1Km فإن القطاع يجب أن يدرس كقطاع مفصول بسبب تأثيره الهام على غزارة المرور .
- من ناحية المرور على رمب أو خارج الرمب يعتبر كحد قطاع لكون حجم المرور للطرق الحره يتغير .
- بداية ونهاية الميول المركبة أو البسيطة تعتبر كحدود .
- الشروط المتبعة تفرض أن قطاع الطريق الحر يكون مقسم إلى :

•التغير في عدد الحارات .

•التغير في المنطقة الجانبية للكتف اليميني الخالية من العوائق .

•تغير الميل بقيمة 2% أو أكثر أو ميول ثابتة أطول من 1200m .

•التغير في حدود السرعة .

مكافئة الميول المعينة :

مكافئة الميول الصاعدة :

إن قيم ET و ER لقطاعات متدرجة حيث أن هذه المعاملات تتفاوت بالدرجات المئوية وطول الميل ونسبة العربات الثقيلة في تيار المرور .

تزداد المكافئات بازدياد عدد العربات الثقيلة لأن هذه العربات تميل إلى تشكيل مجموعات فصائل العربات والتي لها خصائص تشغيلية منتظمة أكثر كمجموعة من سيارات المسافرين .

يوضح الجدولان التاليان قيم ET و ER :

النقاط الحرجة عند تحليل الميول :

عند تحليل الميول الصاعدة تكون **النقطة الحرجة هي نهاية الميل** حيث يكون للعربات الثقيلة التأثير الأقصى على الحركة .

- ✓ إذا وقعت وصلات الرمب في وسط الميل فإن نقطة الوصل ستكون نقطة حرجة .
- ✓ في حالة الميول المركبة فإن كل موقع تكون فيه سرعة العربات الثقيلة أبطأ يعد موقع حرج .
- ✓ في حال لدينا ميل قدره 5% تبع بميل 2% فإن نهاية الميل 5% يعتبر موقع حرج حيث أن العربات الثقيلة ستتسارع على القسم ذو الميل 2%

❖ مكافئات الميول الهابطة (الإنحدارات) :

عندما تكون الميول شديدة الانحدار يجب على الشاحنات أن تستعمل مستوى منخفض لتجنب حصول سرعات أكبر من اللازم وبالتالي فقدان السيطرة في هذه الحالة يكون تأثيرهم أعظم مما سيكون عليه في المناطق المستوية

ملاحظة :

لأجل عربات الاستجمام تعامل المنطقة كمنطقة مستوية .

الجدول التالي يوضح قيم ET :

❖ مكافئات الميول المركبة :

- ✓ إن التصميم العمودي لأكثر الطرق الحرة ينتج سلسلة مستمرة من التدرجات .
- ✓ تستخدم في هذه الحالة تقنية الميل المتوسط والذي يعرف بأنه حاصل قسمة الإرتفاع الكلي من بداية الميل المركب مقسوماً على طول الميل .
- ✓ إن تقنية الميل المتوسط مقبولة للتدرجات التي قيمة الميول فيها أقل من 4% من طول التدرج الكلي المركب الأقل من 1200m.

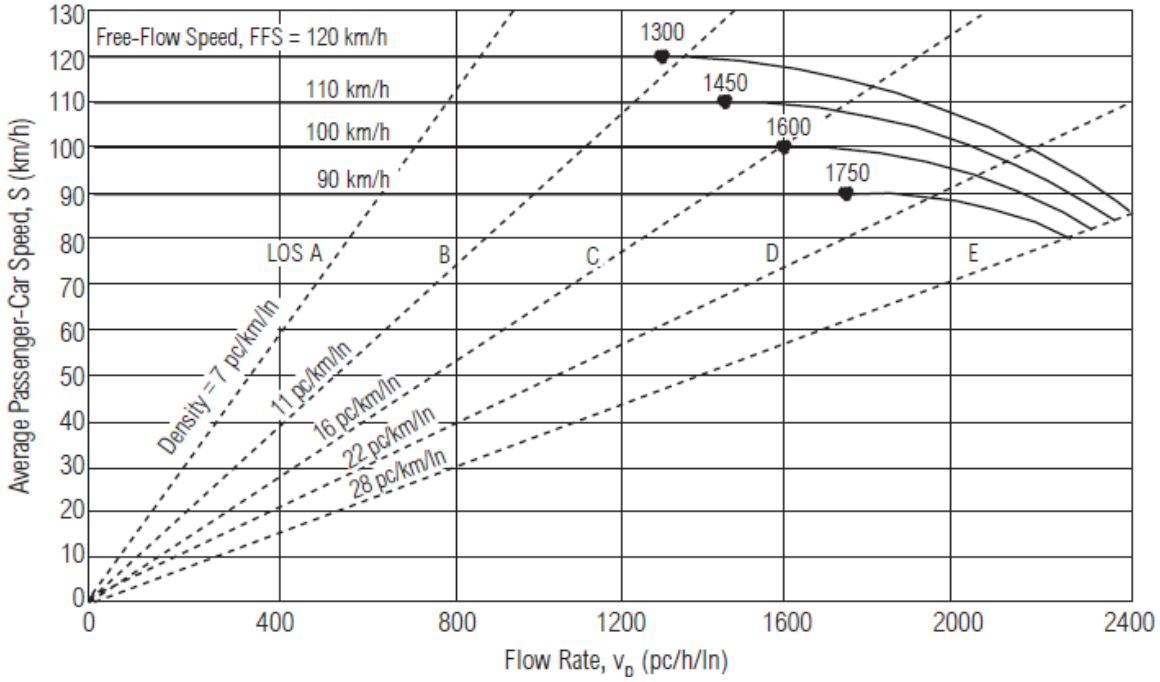
تحديد LOS :

- الخطوة الأولى : تقسيم الطريق الحر إلى قطاعات .
- الخطوة الثانية :

1- نحسب FFS من إحدى الطريقتين (التقديرية أو القياس الحقلي)

2- من المنحني التالي الذي يظهر العلاقة بين السرعة الوسطية والغزارة والكثافة و LOS على أساس قيم الكثافة الحدية للقطاعات الأساسية للطرق الحرة .

EXHIBIT 23-3. SPEED-FLOW CURVES AND LOS FOR BASIC FREEWAY SEGMENTS



ملاحظة :

تتفاوت السعة من أجل سرعة التدفق الحر . تكون السعة بقيم Pcu/h/Ln (2400، 2350، 2300، 2250) من أجل سرعة جريان حر km/h(120، 110 ، 100، 90) على التوالي .

من أجل :

$$90 \leq FFS \leq 120$$

ومعدل غزارة $(3100 - 15FFS) < Vp \leq (1800+5FFS)$

تكون السرعة الوسطية S :

$$S = FFS - \left[\frac{1}{28}(23FFS - 1800)\left(\frac{V_p + 15FFS - 3100}{20FFS - 1300}\right)^{2.6}\right]$$

ومن أجل:

$$90 < FFS \leq 120$$

$$Vp \leq (3100 - 15FFS)$$

تكون السرعة الوسطية S :

$$S = FFS$$

D : الكثافة .

VP: معدل الغزارة pc/h/Ln .

S : السرعة المتوسطة لعربات المسافرين .

4- يتم تحديد مستوى الخدمة LOS لقطاع الطريق الحر الأساسي من مقارنة الكثافة المحسوبة مع مجال الكثافة في الجدول التالي :

حساسية النتائج لإدخال المتغيرات :

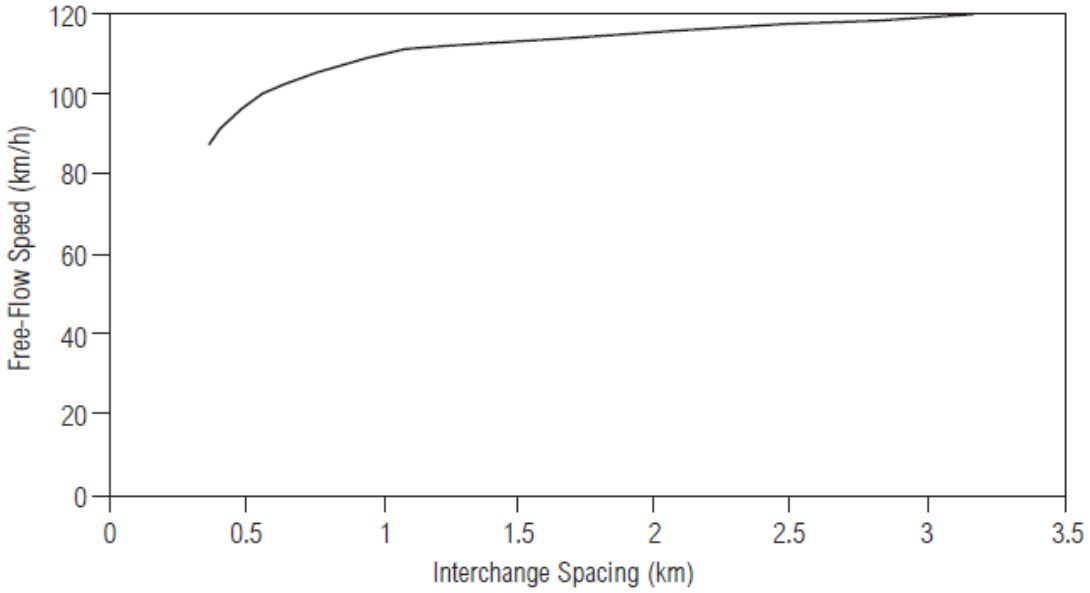
- نسبة V/C لها تأثير صغير نسبياً على السعة حتى تتجاوز 54-80%
- اعتماد FFS والتي تكون حساسة لعرض الحارة وعرض الأكتاف وعدد الحارات والمسافات بين عقد التبادل لها تأثير أكبر على السرعة المتوسطة.
- FFS للطرق الريفية الحرة تكون حساسة لمتوسط المسافة بين عقد التبادل وذلك لمسافة أقل 1km في الإتجاه الواحد .
- يوضح الجدول التالي سرعة الجريان الحر للطرق الريفية الحرة ومتوسط المسافة بين تبادلات الطرق الحرة .

يستخدم المخطط التالي لتحديد FFS للطرق الريفية الحرة معطاة بمتوسط مسافة التبادل

*السعة لكل حارة للطرق الريفية الحرة تكون 2400Pc/h/Ln **وذلك باعتبار أن الطرق الريفية الحرة لها مسافات بين عقد التبادل أكبر من 3km وحارتي مرور على الأقل في اتجاه واحد.**

المخطط التالي يستخدم لتحديد السعة للطرق الريفية الحرة من أجل تباعدات مختلفة للعقد التبادلية وعدد مختلف من الحارات .

EXHIBIT 23-13. RURAL FREEWAY FFS
(SEE FOOTNOTE FOR ASSUMED VALUES)



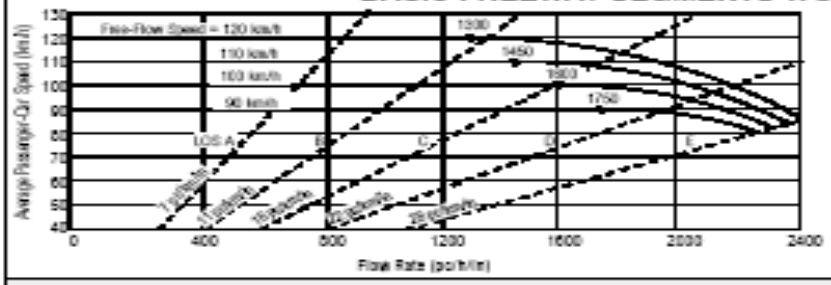
أظهرت الدراسة عدد من المسائل التي يمكن استخدام تطبيقاتها.

Problem No.	Description	Application
1	Find LOS for an existing four-lane freeway	Operational (LOS)
2	Find number of lanes for a suburban freeway	Design (N)
3	Find LOS for an existing six-lane urban freeway, and find LOS that occurs in 3 years. Also find when the freeway will exceed capacity	Operational (LOS), Planning (LOS), and Planning (N)
4	Find LOS for an upgrade and a downgrade on an existing four-lane freeway	Operational (LOS)
5	Find opening-day demand volumes and number of lanes for a new urban freeway facility	Planning (LOS) and Planning (v_p)

	الوصف	التطبيق
1	إيجاد مستوى الخدمة لطريق سريع قائم بأربع حارات مرور	تحليل LOS
2	إيجاد عدد حارات المرور لطريق سريع في ضواحي المدن	التصميم (N)
3	إيجاد مستوى الخدمة لطريق مديني سريع وإيجاد LOS خلال ثلاث سنوات وكذلك تحديد متى يتم تجاوز سعة الطريق السريع	تحليل LOS و التخطيط (Planning)
4	إيجاد مستوى الخدمة لمنطقة ميل صاعد أو هابط لطريق سريع بأربع حارات مرور	تحليل LOS
5	إيجاد غزارة الطلب على المرور عند افتتاح الطريق الحر وعدد حارات المرور لطريق سريع يتم إنشاؤه	التخطيطLOS ، والتخطيط Vg

نموذج ورقة العمل المثالية المستخدمة لحل المشاكل السابقة

BASIC FREEWAY SEGMENTS WORKSHEET



Application	Input	Output
Operational (LOS)	FFS, N, v_p	LOS, S, D
Design (N)	FFS, LOS, v_p	N, S, D
Design (v_p)	FFS, LOS, N	v_p, S, D
Planning (LOS)	FFS, N, AADT	LOS, S, D
Planning (N)	FFS, LOS, AADT	N, S, D
Planning (v_p)	FFS, LOS, N	v_p, S, D

General Information

Analyst _____
Agency or Company _____
Date Performed _____
Analysis Time Period _____

Site Information

Highway/Direction of Travel _____
From/To _____
Jurisdiction _____
Analysis Year _____

❑ Operational (LOS) ❑ Design (N) ❑ Design (v_p) ❑ Planning (LOS) ❑ Planning (N) ❑ Planning (v_p)

Flow Inputs

Volume, V _____ veh/h
Annual avg. daily traffic, AADT _____ veh/day
Peak-hour proportion of AADT, K _____
Peak-hour direction proportion, D _____
DDHV = AADT * K * D _____ veh/h
Driver type ❑ Commuter/Weekday ❑ Recreational/Weekend

Peak-hour factor, PHF _____
% Trucks and buses, P_T _____
% RVs, P_R _____
General terrain
❑ Level ❑ Rolling ❑ Mountainous
Grade Length _____ km Up/Down _____ %

Calculate Flow Adjustments

f_p _____
E_T _____

E_R _____
$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$ _____

Speed Inputs

Lane width _____ m
Rt.-shoulder lateral clearance _____ m
Interchange density _____ I/km
Number of lanes, N _____
FFS (measured) _____ km/h
Base free-flow speed, BFFS _____ km/h

Calculate Speed Adjustments and FFS

f_{LW} _____ km/h
f_{LC} _____ km/h
f_{ID} _____ km/h
f_N _____ km/h
$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_{ID} - f_N$ _____ km/h

LOS and Performance Measures

Operational (LOS) or Planning (LOS)

$v_p = \frac{V \text{ or } DDHV}{PHF * N * f_{HV} * f_p}$ _____ pc/h/ln
S _____ km/h
D = v_p /S _____ pc/km/ln
LOS _____

Design (v_p) or Planning (v_p)

LOS _____
v_p _____ pc/h/ln
$V = v_p * PHF * N * f_{HV} * f_p$ _____ veh/h
S _____ km/h
D = v_p /S _____ pc/km/ln

Design (N) or Planning (N) 1st Iteration

N _____ assumed
$v_p = \frac{V \text{ or } DDHV}{PHF * N * f_{HV} * f_p}$ _____ pc/h/ln
LOS _____

Design (N) or Planning (N) 2nd Iteration

N _____ assumed
$v_p = \frac{V \text{ or } DDHV}{PHF * N * f_{HV} * f_p}$ _____ pc/h/ln
S _____ km/h
D = v_p /S _____ pc/km/ln
LOS _____

Glossary

N - Number of lanes
V - Hourly volume
v_p - Flow rate
LOS - Level of service
DDHV - Directional design-hour volume
S - Speed
D - Density
FFS - Free-flow speed
BFFS - Base free-flow speed

Factor Location

E_R - Exhibits 23-8, 23-10
E_T - Exhibits 23-8, 23-9, 23-11
f_p - Page 23-12
LOS, S, FFS, v_p - Exhibits 23-2, 23-3
f_{LW} - Exhibit 23-4
f_{LC} - Exhibit 23-5
f_N - Exhibit 23-6
f_{ID} - Exhibit 23-7

مسألة 1:

طريق حركة حرة مكون من 4 حارات(حارتين لكل اتجاه)، في منطقة ريفية متقلبة التضاريس، حدود السرعة 110 km/h ،

-نسبة العربات الثقيلة 5% - عرض حارة المرور 3.3 mK

-PHF = 0.92 ، - عرض الجوانب 0.6 m

-عدد المبادلات في 1 كم = 0.6 مبادل

-غزارة ساعة الذروة 2000 veh/h (لاتجاه واحد)

افرض: - عدم وجود باصات وعربات استجمام،

-BFFS= 120 km/h

-F_P=1

الحل:

1- حساب معدل الغزارة : $V_P = \frac{V}{(PHF).(N).(f_{HV}).(f_{P)}}$

$$V_P = \frac{2000}{(0.92).(2).(f_{HV}).(1.0)}$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0.05(2.5 - 1) + 0} = 0.93$$

$$V_P = 1169\,pc/h/ln$$

2- حساب سرعة الجريان الحر:

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{Lc} - f_N - f_{ID}$$

$$FFS = 120 - 3.1 - 3.9 - 0.0 - 3.9$$

FFS= 109.1 km/h

3- تحديد مستوى الخدمة: من الشكل (2-23) نجد أن LOS B .

مسألة 2:

تم تصميم طريق حركة حرة في ضاحية مدينة والمطلوب تحديد عدد الحارات المطلوب لتحقيق مستوى خدمة LOS D خلال ساعة الذروة.

معطيات:

- غزارة المرور 4000 veh/h للاتجاه الواحد
- PHF = 0.85 - منطقة مستوية
- عدد المبادلات في الكيلومتر = 0.9 - نسبة العربات الثقيلة 15%
- نسبة عربات الاستجمام 3% - عرض حارة المرور 3.6 m
- الجوانب الخالية من العوائق 1.8 m،

افرض: - f_P=1 BFFS = 120 km/h

- هناك تأثير لعدد الحارات على سرعة الجريان الحر حيث يقع الطريق الحر في منطقة ضاحية المدينة،

الحل:

يتم حساب معدل الغزارة، السرعة، الكثافة ومستوى الخدمة من أجل طريق حركة حرة بأربع حارات ثم تتم زيادة عدد الحارات إلى 6 ثم إلى 8 وهكذا حتى يتحقق مستوى خدمة D.

1- حساب معدل الغزارة : $V_P = \frac{V}{(PHF).(N).(f_{HV}).(f_{P)}}$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0.15(2.5 - 1) + 0.03(1.2 - 1)} = 0.925$$

- من أجل طريق بأربع حارات مرور:

$$V_P = \frac{4000}{(0.85).(2).(0.925).(1.0)} = 2544 pc/h/ln$$

وهذا الوضع غير مقبول حيث أن القيمة 2544 pc/h/ln أكبر من سعة حارة مرور واحدة وهي 2400 pc/h/ln.

- من أجل طريق بست حارات مرور:

$$V_P = \frac{4000}{(0.85).(3).(0.925).(1.0)} = 1696 pc/h/ln$$

2- حساب سرعة الجريان الحر لطريق حركة حرة بست حارات مرور:

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{Lc} - f_N - f_{ID}$$

$$FFS = 120 - 0 - 0 - 4.8 - 8.1$$
FFS= 107.1 km/h

3- تحديد مستوى الخدمة: من الشكل (2-23) نجد أن LOS C .

النتائج: - هناك حاجة لست حارات مرور،

- LOS = C
- السرعة 107 km/h
- الكثافة 16 pc/km/ln

التطبيق المستخدم	مدخلات (input)	مخرجات (output)
تحليل عملياتي (LOS)	FFS,N,V_P	LOS, S, D
تصميم (N)	FFS, LOS, V_P	N, S, D
تصميم (V_P)	FFS, LOS, N	V_P, S, D
تخطيط (LOS)	FFS,N,AADT	LOS, S, D
تخطيط (N)	FFS, LOS, AADT	N, S, D
تخطيط (V_P)	FFS, LOS, N	V_P, S, D