جامعة تشرين
كلية الهندسة المدنية
السنة الأولى ماجستير

"FREEWAY WEAVING"

بإشراف:
الدكتور :أكرم رستم

تقديم:
المهندسة: براء ضوّا

18 Mars/2008

المنهجية المتبعة في حساب التماوج لها خمس موديلات :

- موديلات تتنبأ بمعدلات سرعة الجريان للعربات المتماوجة و غير المتماوجة ضمن قطاع التماوج .
- موديلات تصف الاستخدام النسبي لحارات المرور من قبل العربات المتماوجة و غير المتماوجة كما تحدد هذه النماذج فيما إذا كانت الحركة حرة أو مقيدة .
- ألغوريتم يحول السرعات المتوقعة إلى معدلات الكثافة ضمن قطاع التماوج.
- تحديد معيار مستوى الخدمة (los) الذي يعتمد على الكثافة ضمن قطاع التماوج.
- موديل يحدد سعة قطاع التماوج .

مخطط يوضح المنهجية المستخدمة في حساب قطاعات التماوج الحرة

المدخلات:

بيانات هندسية

الغزارات المتماوجة و غير المتماوجة .

سرعة الجريان الحر للقطاعات الحرة قبل و بعد قطاع التماوج.

تعديل الغزارة: PHF ،العربات الثقيلة ، تعداد السائقين

حساب معدلات الغزارة

إنشاء نموذج متوقع لقطاع التماوج.

حساب التماوج الحر و السرعات غير المتماوجة

تحقق من عملية التدفق القسري (غير الحر)

إذا كان غير حر (قسري)

حساب التماوج غير الحر و السرعات غير المتماوجة.

إذا كان حر

حساب معدل سرعة الجريان ضمن قطاع التماوج.

حساب الكثافة ضمن قطاع التماوج..

تحديد مستوى الخدمة

- يحدد مستوى الخدمة بمقارنة الكثافة المحسوبة مع القيم الموضحة في الجدول الموضح أدناه

”معيار مستوى الخدمة للقطاعات المتماوجة“

مستوى الخدمة	الكثافة(Pc/km/ln)	
	قطاعات التماوج الحرة	قطاعات التماوج التوزيعية التجميعية المتعددة الحارات
A	≤ 6.0	≤ 8.0
B	> 6.0–12.0	> 8.0–15.0
C	> 12.0–17.0	> 15.0–20.0
D	> 17.0–22.0	> 20.0–23.0
E	> 22.0–27.0	> 23.0–25.0
F	> 27.0	> 25.0

يتيح هذا الجدول:

١- تحديد للكثافات الكبيرة عند أي مستوى خدمة معطى.
٢- مقارنة بين القطاعات الحرة الأساسية و القطاعات المتعددة الحارات

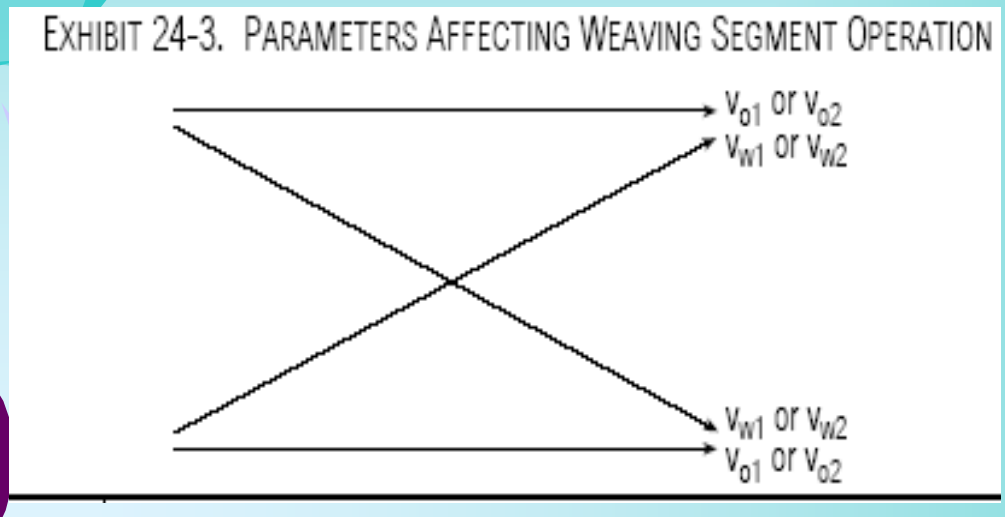
- **بارامترات (متحولات) قطاع التماوج:**

إن دراسة و تحليل قطاعات التماوج تتطلب منا تحديد مجموعة من المتحولات المتعلقة بالطرق التي ندرسها سواء أكانت موجودة أو قيد الإنشاء بالإضافة إلى المتحولات المتعلقة بشروط المرور وذلك قبل تطبيق المنهجية .

تتضمن هذه المتحولات:

- **طول قطاع التماوج .**
- **عدد الحارات .**
- **طبيعة المنطقة .**

كما يتم توضيح هذه البارمترات في الجدول الموضح :



- **L:** طول قطاع التماوج.
- **N:** عدد الحارات.
- **Nw:** عدد الحارات التي ستستخدم من قبل العربات المتماوجة إذا كانت حرية الحركة محققة.
- **Nw(max):** العدد الأعظمي للحارات التي يمكن استخدامها من قبل العربات المتماوجة وفق الشكل المعطى .
- **Nnw:** عدد الحارات المستخدمة من قبل العربات غير المتماوجة .
- **V:** معدل التدفق الكلي في قطاع التماوج .
- **V01:** العدد الأكبر من معدلات التدفق غيلر المتماوجة في قطاع التماوج(Pc/h).
- **V02:** العدد الأصغر من معدلات التدفق غير المتماوجة في قطاع التماوج (Pc/h).
- **Vw1:** العدد الأكبر من معدلات التدفق المتماوجة في قطاع التماوج (Pc/h).
- **Vw2:** العدد الأصغرمن معدلات التدفق المتماوجة في قطاع التماوج (Pc/h).
- **Vw:** معدل التدفق المتماوج الكلي في القطاع (Pc/h)(Vw=Vw1+Vw2).
- **Vnw:** معدل التدفق غير المتماوج الكلي في القطاع (Pc/h)(Vnw=V01+V02).
- **VR:** معدل الغزارة : نسبة بين معدل التدفق المتماوج إلى معدل التدفق الكلي في قطاع التماوج. (VR=Vw/V)
- **R:** معدل التماوج: نسبة بين معدل التدفق المتماوج الأدنى إلى معدل التدفق الكلي (R=Vw2/Vw).
- **Sw:** سرعة العربات المتماوجة في قطاع التماوج (km/h).
- **Snw:** سرعة العربات الغيرمتماوجة في قطاع التماوج (km/h).
- **S:** سرعة جميع العربات في قطاع التماوج (km/h).
- **D:** كثافة العربات في قطاع التماوج(pc/km/ln).
- **Ww:** معامل كثافة (شدة) التماوج للتنبؤ بالسرعة المتماوجة .
- **Wnw:** معامل كثافة (شدة) التماوج للتنبؤ بالسرعة الغير المتماوجة .

❖إذا كانت سرعة الجريان الحر غير معروفة فلابد من تحديد صفات قطاع التماوج الأساسي في الطرق متعددة حارات المرور .

تحديد معدلات الجريان:

تستند جميع الموديلات و المعادلات المستخدمة على معدلات التدفق في ذروة الـ ١٥ دقيقة للعربات المكافئة في الساعة و بالتالي بناء على ذلك لابد من تحويل الغزارات المتكررة وفق العلاقة التالية :

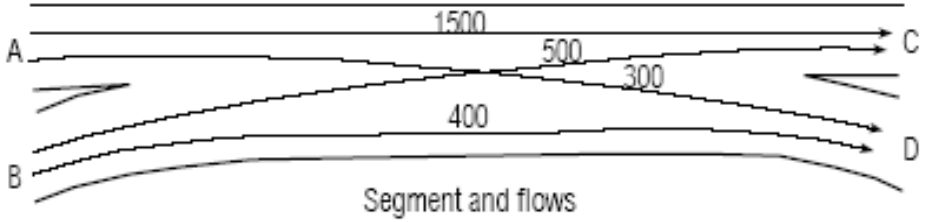
$$v = \frac{V}{PHF * f_{HV} * f_p}$$

- V : معدل الجريان خلال ذروة الـ ١٥ دقيقة في الساعة .
- V: الغزارة الساعية.
- f_{hv}: معامل تأثير العربات الثقيلة (من القطاع الحرالأساسي أو الطرق المتعددة الحارات)
- f_p: معامل عدد السائقين (من القطاع الحر الأساسي أو الطرق متعددة الحارات)

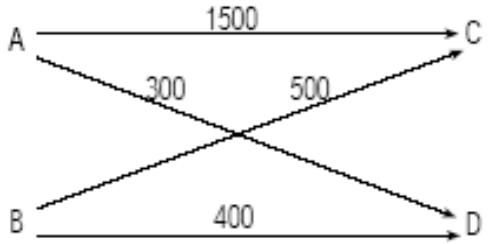
شكل تخطيطي لقطاع التماوج

يعتبر هذا الشكل بمثابة مرجع لكل المعلومات المدخلة المطلوبة لتطبيق الطريقة و تظهر لدينا الغزارات كمعدلات تدفق للعربات السياحية المكافئة .

EXHIBIT 24-4. CONSTRUCTION AND USE OF WEAVING DIAGRAMS



Segment and flows



Weaving diagram

"شكل قطاع التماوج"

- يستند شكل قطاع التماوج على عدد التغييرات المطلوبة لحارة المرور من أجل كل حركة تماوج.
- حددت النماذج الثلاثة للتماوج كالتالي :

EXHIBIT 24-5. DETERMINING CONFIGURATION TYPE

Number of Lane Changes Required by Movement v_{w1}	Number of Lane Changes Required by Movement v_{w2}		
	0	1	≥ 2
0	Type B	Type B	Type C
1	Type B	Type A	N/A
≥ 2	Type C	N/A	N/A

Note:
N/A = not applicable; configuration is not feasible.

N/A: شكل غير ممكن

❖ **النموذج A:**
عربات متماوجة في كلا الاتجاهين عليها أن تقوم بتغيير واحد لحارة المرور لتكمل مناورة التماوج بنجاح.

❖ **النموذج B:**
عربات متماوجة في اتجاه واحد يمكنها إكمال مناورة التماوج دون تغيير للحارة في حين أنه على جميع العربات الأخرى القيام بتغيير واحد لحارة المرور لتكمل بنجاح مناورة التماوج.

❖ **النموذج C:**
عربات متماوجة في اتجاه واحد يمكنها إكمال مناورة التماوج دون تغيير الحارة في حين أنه على العربات الأخرى في قطاع التماوج القيام بتغيير حارتي مرور أو أكثر لتكمل بنجاح مناورة التماوج .

"تحديد السرعات المتماوجة و غير المتماوجة"

- إن أساس عملية تحليل قطاع التماوج هو دراسة السرعات الرئيسية للتدفقات المتماوجة و غير المتماوجة .
- يجب التنبؤ بهذه السرعات بشكل منفصل لأنه تحت تأثير بعض الشروط يمكن أن تختلف تماماً .
- توضح هذه العلاقة ألغوريتم التنبؤ بمعدل السرعات المتماوجة و غير المتماوجة :

$$S_i = S_{min} + \frac{S_{max} - S_{min}}{1 + W_i}$$

- S_i: معدل سرعة العربات المتماوجة (i=w) و غير المتماوجة (i=nw) (km/h) .
- S_{min}: السرعة الدنيا المتوقعة في قطاع التماوج (km/h) .
- S_{max}: السرعة القصوى المتوقعة في قطاع التماوج (km/h) .
- W_i:معامل شدة(كثافة) التماوج للتدفقات المتماوجة (i=w) و غير المتماوجة (i=nw)

تؤخذ السرعة الدنيا ٢٤ km/h و السرعة القصوى هي معدل سرعة الجريان الحر للقطاعات الحرة الداخلة و الخارجة من قطاع التماوج مع إضافة ٨ km/h وذلك لتعديل النحراف الحاصل في الألغوريتم بالنسبة للسرعات المرتفعة غير المتوقعة.

إن أخذ سرعات دنيا و قصوى يقيد الألغوريتم بمجال تنبؤ معقول و وفقاً لهذه الفرضيات فإن التنبؤ بالسرعة يعطى بالعلاقة :

$$S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$$

S_{FF}: معدل سرعة الجريان الحر للقطاعات الحرة الداخلة و الخارجة من قطاع التماوج .

إن التقديرات الأولية للسرعة تكون باعتبار العمليات حرة ثم يختبر الفرض لاحقاً عندما تصبح العمليات غير حرة.

❖ من خلال المعادلتين السابقتين يمكن أن نلاحظ:

- كلما زاد طول قطاع التماوج زادت السرعات و عدد المناورات اللازمة لتغيير الحارة .
- كلما زادت نسبة العربات المتماوجة ضمن تيار العربات نقصت السرعة بنتيجة الاضطراب (عدم الاستقرار) الكبير الذي تسببه النسبة المرتفعة من العربات المتماوجة في تيار المرور .
- كلما زاد المعدل الكلي للتدفق للحارة الواحدة نقصت السرعة بنتيجة ازدياد توارد العربات .
- العمليات غير الحرة تعطي سرعات تماوج منخفضة و سرعات غير متماوجة أعلى من العمليات الحرة .

هذا يعكس حقيقة أن :

- العربات المتماوجة غير حرة كفاية لتحقق الاستقرار المطلوب .
- العربات غير المتماوجة لديها بالمقابل حرية من الحرية اللازمة لتحقيق الاستقرار المطلوب لها.

- ❖ أشكال النموذج B أكثر قدرة على تصريف تدفقات التماوج المرتفعة .
- ❖ السرعات المتماوجة فيها أكبر من أشكال النموذج A,C من أجل نفس الطول و العرض.
- ❖ تأثر السرعة بالطول يكون أكبر من أجل أشكال النموذج A لأن العربات المتماوجة تتسارع أو تتباطأ أثناء اجتيازها لقطاع التماوج .
- ❖ تتأثر السرعات غير المتماوجة بمعدل الغزارة VRبشكل أكبر في النموذجين B,C لأن هذين النموذجين :
  - ➢ يستوعبان نسب أعلى من العربات المتماوجة .
  - ➢ يوجد في كل منهما حارة مخصصة من أجل حركة تماوج واحدة .
  - ➢ العربات غير المتماوجة تتشارك الحارات مع العربات المتماوجة على عكس النموذج A حيث فرصة انفصال الحارات أكبر للتدفقات المتماوجة و غير المتماوجة .
- ❖ تتركز العربات المتماوجة في الحارتين المجاورتين لخط الذروة أما العربات غير المتماوجة فتكون في الحارات الأبعد .
- ❖ قطاعات النموذج Aليست أفضل من قطاعات النماذج B,C عند نفس الطول و العرض و التدفق لأن للنموذج Aله قيود أكثر صرامة من حيث مقدار المرور المتماوج الذي يكون غير مقيد في النماذج الأخرى .

❖تحديد كثافة التماوج (شدته):

معاملات شدة التماوج (Ww,Wnw)هي مقياس لتأثير حركة التماوج على معدل السرعة لكل من العربات المتماوجة و غير المتماوجة .

$$W_i = \frac{a(1+VR)^b \left(\frac{V}{N}\right)^c}{(3.28L)^d}$$

Wi: معاملات كثافة التماوج للتدفقات المتماوجة وغير المتماوجة .
VR: معدل الغزارة .
V: معدل التدفق الكلي في قطاع التماوج .
N: العدد الكلي من الحارات في قطاع التماوج .
L: طول قطاع التماوج (m)
a,b,c,d: ثوابت للمعايرة .

ثوابت لحساب معاملات كثافة التماوج

- إن ثوابت حساب معاملات شدة التماوج **(a,b,c,d)** معطاة في الجدول الموضح أدناه و إن قيم هذه الثوابت تختلف بناء على ثلاث عوامل :
  - فيمإذا التنبؤ بمعدل بالسرعة هو للعربات المتماوجة أو غير المتماوجة .
  - شكل نمط التماوج (**A,B or C**) .
  - فيمإذا العمليات حرة أو غير حرة .

$$W = \frac{a(1+VR)^b \left(\frac{v}{N}\right)^c}{(3.28L)^d}$$

	Constants for Weaving Speed, S_w				Constants for Nonweaving Speed, S_{nw}			
	a	b	c	d	a	b	c	d
Type A Configuration								
Unconstrained	0.15	2.2	0.97	0.80	0.0035	4.0	1.3	0.75
Constrained	0.35	2.2	0.97	0.80	0.0020	4.0	1.3	0.75
Type B Configuration								
Unconstrained	0.08	2.2	0.70	0.50	0.0020	6.0	1.0	0.50
Constrained	0.15	2.2	0.70	0.50	0.0010	6.0	1.0	0.50
Type C Configuration								
Unconstrained	0.08	2.3	0.80	0.60	0.0020	6.0	1.1	0.60
Constrained	0.14	2.3	0.80	0.60	0.0010	6.0	1.1	0.60

تحديد طبيعة العملية (الحركة)

- إن تحديد فيما إذا كانت الحركة في قطاع التماوج حرة أو قسرية يعتمد على مقارنة متحولين :

❖ **Nw**: عدد الحارات التي ينبغي استعمالها من قبل العربات المتماوجة لتحقيق الاستقرار أو حركة حرة .

❖ **Nw(max)**: العدد الأعظمي من الحارات التي يمكن استخدامها من قبل العربات المتماوجة و ذلك وفق نمط التماوج المعطى .

- تختلف قيم طلب استخدام الحارات من قبل العربات المتماوجة وذلك لأنها تتشارك الحارات مع العربات الغير متماوجة .
- الحالات التي تكون فيها **Nw <Nw(max)** هي حرة لعدم وجود عوائق في استخدام العربات المتماوجة للعدد الذي تحتاجه من الحارات لتحقق الاستقرار المطلوب .
- الحالات التي تكون فيها **Nw ≥Nw(max)** تكون العربات المتماوجة غير حرة في استخدام **Nw(max)** و بالتالي لن يتاح لها الجزء المطلوب من الطريق للقيام بعمليات مستقرة
- إن ألغوريتمات حساب **Nw, Nw(max)** موضحة في الجدول التالي :.

EXHIBIT 24-7. CRITERIA FOR UNCONSTRAINED VERSUS CONSTRAINED OPERATION OF WEAVING SEGMENTS

Configuration	Number of Lanes Required for Unconstrained Operation, N_w	N_w(max)
Type A	$1.21(N)\ VR^{0.571}L^{0.234}/S_w^{0.438}$	1.4
Type B	$N[0.085 + 0.703VR + (71.57/L) - 0.0112(S_{nw} - S_w)]$	3.5
Type C	$N[0.761 + 0.047VR - 0.00036L - 0.0031(S_{nw} - S_w)]$	3.0[a]

Note:
a. For two-sided weaving segments, all freeway lanes may be used by weaving vehicles.

من أجل جانبي قطاع التماوج ،يمكن استخدام جميع الحارات الحرة من قبل قطاع التماوج

- تعتمد العلاقات على التنبؤ بالسرعات الحرة المتماوجة و غير المتماوجة .
- تأخذ العلاقات هذه النتائج و تتنبأ بعدد الحارات المطلوبة للعربات المتماوجة لتحقق حرية في اختيار السرعة.
- إذا دلت النتائج على وجود عمليات غير حرة فينبغي إعادة حساب السرعات باستخدام علاقات السرعات غير الحرة .
- **Nw(max)** هو العائق الأكبر في قطاعات النموذج **A** و يعكس حاجة العربات المتماوجة للاصطفاف في حارتي المرور البعيدتين عن خط الذروة .
- في قطاعات النموذجين **B,C** تكون حارة التماوج أكثر انشغالاً من قبل العربات المتماوجة .
- كلما زاد طول قطاع التماوج في النمط **A** ، تنتج عمليات غير حرة بشكل أكبر .
- كلما زاد طول القطاع تكون سرعة العربات المتماوجة قابلة للازدياد .
- كلما زاد طول القطاع تحتاج العربات المتماوجة حيزاً أكبر و سيزيد احتمال أن تطلب أكثر من الحد الأعلى ١.٤ من الحارات لتحقق استقرارها .
- في النموذجين **B,C** يكون تأثير الطول على سرعات التماوج أقل .

- التسارع و التباطؤ من قطاعات التماوج الرئيسية هو بالنتيجة أقل من النموذجين B,C.
- تداخل العربات المتماوجة مع العربات غير المتماوجة في نفس الحارات يجعل السرعات الناتجة أقل تأثراً بالطول .
- تنقص نسبة الحارات اللازمة للعربات المتماوجة حتى تحقق عملية حرة كلما زاد الطول .
- على الدارس ملاحظة أنه تحت تأثير ظروف خاصة (معدل جريان مرتفع ، طول قليل للقطاع) فإن العلاقة الخاصة بقطاعات النموذج B يمكن أن تعطينا قيماً توافق Nw<N و هذا غير عملي .

" تحديد سرعة قطاع التماوج "

في البداية لابد من تقدير السرعات و تحديد نمط العمليات (و الذي بدوره قد يسبب إعادة حساب للسرعة) يعطى معدل السرعة الأساسية يحسب استناداً إلى العلاقة :

- **S**: السرعة الرئيسية للعربات في قطاع التماوج (km/h) .
- **Sw**: السرعة الرئيسية للعربات المتماوجة في قطاع التماوج (km/h) .
- **Snw**: السرعة الرئيسية للعربات غير المتماوجة في قطاع التماوج (km/h) .
- **V**: معدل التدفق الكلي في قطاع التماوج (pc/h).
- **Vw**: معدل التدفق المتماوج في قطاع التماوج (pc/h).
- **Vnw**: معدل التدفق غير المتماوج في قطاع التماوج (pc/h).

$$S = \frac{V}{\left(\frac{V_w}{S_w}\right) + \left(\frac{V_{nw}}{S_{nw}}\right)}$$

"تحديد الكثافة"

- يستخدم معدل سرعة العربات لحساب كثافة كل العربات في قطاع التماوج كما يظهر في العلاقة :
- D: معدل الكثافة لجميع العربات في قطاع التماوج .

$$D = \frac{\left(\frac{v}{N}\right)}{S}$$

"تحديد سعة قطاع التماوج "

سعة قطاع التماوج هي أي جمع للتدفقات المسببة للكثافة للوصول إلى حد لمستوى الخدمة LOS E/F يصل إلى pc/km/ln ٢٧للطرق الحرة و pc/km/ln ٢٥ للطرق متعددة الحارات و بالتالي تختلف السعة وفق عدد من المتحولات :

نمط التماوج . عدد الحارات. سرعة الجريان الحر للطرق الحرة أو متعددة الحارات

طول القطاع معدل الغزارة

يظهر الجدول الموضح قيم السعة لقطاع التماوج من أجل عدد من الحالات مع ملاحظة ما يلي :

- تقترح الدراسات الحقلية ألا تتجاوز معدلات التدفق المتماوج القيم التالية :

2.8pc/hللنموذج A ، ٤pc/h للنموذج B ، ٣.٥pc/h للنموذج C و حتى تدفقات التماوج الأعلى المدروسة ستسبب إخفاقاً بغض النظر عن نتائج الدارس الذي استخدم التنبؤ.

- ينبغي أن تضع الدراسات الحقلية حدوداً على نسبة التدفقات المتماوجة VR (١.٠٠ ،٠.٤٥، ٠.٣٥ أو ٠.٢ للنمط A بحارتين أو ثلاث أو أربع أو خمس حارات) (٠.٨ للنمط B) (٠.٥ للنمط C)
- الطول الأعظمي الذي يستطيع عنده الدارس للتماوج أن يحيط به هو ٧٥٠m من أجل جميع أنماط التماوج .

EXHIBIT 24-8. CAPACITY FOR VARIOUS WEAVING SEGMENTS

Volume Ratio, VR	Length of Weaving Segment (m)				
	150	300	450	600	750[a]
(A) Type A Weaving Segments—120-km/h Free-Flow Speed					
Three-Lane Segments					
0.10	6050	6820	7200[b]	7200[b]	7200[b]
0.20	5490	6260	6720	7050	7200[b]
0.30	5040	5780	6240	6570	6830
0.40	4660	5380	5530	5800[c]	6050[c]
0.45[d]	4430	5000[c]	5270[c]	5550[c]	5800[c]
Four-Lane Segments					
0.10	8060	9010	9600[b]	9600[b]	9600[b]
0.20	7320	8340	8960	9400	9600[b]
0.30	6710	7520[c]	8090[c]	8510[c]	8840
0.35[e]	6370[c]	7160[c]	7700[c]	8000[f]	8000[f]
Five-Lane Segments					
0.10	10,080	11,380	12,000[b]	12,000[b]	12,000[b]
0.20[g]	9150	10,540[c]	11,270[c]	11,790[c]	12,000[b]
(B) Type A Weaving Segments—110-km/h Free-Flow Speed					
Volume Ratio, VR	Length of Weaving Segment (m)				
	150	300	450	600	750[a]
Three-Lane Segments					
0.10	5770	6470	6880	7050[b]	7050[b]
0.20	5250	5960	6280	6680	6900
0.30	4830	5520	5940	6240	6480
0.40	4480	5150	5250[c]	5530[c]	5760[c]
0.45[d]	4190	4790[c]	5020[c]	5310[c]	5530[c]
Four-Lane Segments					
0.10	7690	8630	9180	9400[b]	9400[b]
0.20	7000	7940	8500	8900	9200
0.30	6440	7180[c]	7710[c]	8090[c]	8390[c]
0.35[e]	6080[c]	6830[c]	7360[c]	7730[c]	8030[c]
Five-Lane Segments					
0.10	9610	10,790	11,470	11,750[b]	11,750[b]
0.20[g]	8750	10,030[c]	10,690[c]	11,160[c]	11,520[c]

Notes:
Refer to the last page of Exhibit 24-8.

EXHIBIT 24-8 (CONTINUED). CAPACITY FOR VARIOUS WEAVING SEGMENTS

Volume Ratio, VR	Length of Weaving Segment (m)				
	150	300	450	600	750[a]
(C) Type A Weaving Segments—100-km/h Free-Flow Speed					
Three-Lane Segments					
0.10	5470	6110	6480	6730	6910
0.20	5000	5640	6020	6290	6490
0.30	4610	5240	5620	5900	6110
0.40	4290	4900	4990[c]	5250[c]	5460[c]
0.45[d]	4000	4520[c]	4790[c]	5040[c]	5200[c]
Four-Lane Segments					
0.10	7300	8150	8630	8970	9220
0.20	6660	7520	8030	8380	8650
0.30	6080[c]	6830[c]	7310[c]	7650[c]	7920[c]
0.35[e]	5780[c]	6520[c]	6990[c]	7330[c]	7600[c]
Five-Lane Segments					
0.10	9120	10,180	10,790	11,210	11,500[b]
0.20[g]	8330	9500[c]	10,080[c]	10,510[c]	10,830[c]
(D) Type A Weaving Segments—90-km/h Free-Flow Speed					
Volume Ratio, VR	Length of Weaving Segment (m)				
	150	300	450	600	750[a]
Three-Lane Segments					
0.10	5160	5730	6050	6270	6430
0.20	4730	5310	5650	5880	6060
0.30	4380	4850	5290	5540	5720
0.40	4090	4420[c]	4730[c]	4960[c]	5140[c]
0.45[d]	3850	4240[c]	4470[c]	4780[c]	4950[c]
Four-Lane Segments					
0.10	6880	7460	8070	8350	8570
0.20	6310	7080	7530	7840	8080
0.30	5790[c]	6360[c]	6890[c]	7190[c]	7430[c]
0.35[e]	5520[c]	6180[c]	6590[c]	6910[c]	7140[c]
Five-Lane Segments					
0.10	8600	9550	10,080	10,440	10,710
0.20[g]	8060[c]	8930[c]	9460[c]	9820[c]	10,100[c]

Notes:
Refer to the last page of Exhibit 24-8.

EXHIBIT 24-8 (CONTINUED). CAPACITY FOR VARIOUS WEAVING SEGMENTS

(E) Type B Weaving Segments—120-km/h Free-Flow Speed

Volume Ratio, VR	Length of Weaving Segment (m)				
	150	300	450	600	750[a]
Three-Lane Segments					
0.10	7200[b]	7200[b]	7200[b]	7200[b]	7200[b]
0.20	6830	7200[b]	7200[b]	7200[b]	7200[b]
0.30	6120	6690	7010	7200[b]	7200[b]
0.40	5550	6100	6430	6670	6850
0.50	5100	5630	5950	6180	6370
0.60	4750	5260	5570	5800	5980
0.70	4180	4990	5290	5520	5690
0.80[h]	3900	4820	5000[f]	5000[f]	5000[f]
Four-Lane Segments					
0.10	9600[b]	9600[b]	9600[b]	9600[b]	9600[b]
0.20	9110	9600[b]	9600[b]	9600[b]	9600[b]
0.30	8170	8910	9350	9600[b]	9600[b]
0.40	7400	8140	8570	8890	9130
0.50	6670[c]	7500	7930	8000[f]	8000[f]
0.60	6070[c]	6670[f]	6670[f]	6670[f]	6670[f]
0.70	5580[c]	5760[f]	5760[f]	5760[f]	5760[f]
0.80[h]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]
Five-Lane Segments					
0.10	12,000[b]	12,000[b]	12,000[b]	12,000[b]	12,000[b]
0.20	11,390	12,000[b]	12,000[b]	12,000[b]	12,000[b]
0.30	10,210	11,140	11,690	12,000[b]	12,000[b]
0.40	9270[c]	10,000[f]	10,000[f]	10,000[f]	10,000[f]
0.50	8000[f]	8000[f]	8000[f]	8000[f]	8000[f]
0.60	6670[f]	6670[f]	6670[f]	6670[f]	6670[f]
0.70	5760[f]	5760[f]	5760[f]	5760[f]	5760[f]
0.80[h]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]

Notes:
Refer to the last page of Exhibit 24-8.

EXHIBIT 24-8 (CONTINUED). CAPACITY FOR VARIOUS WEAVING SEGMENTS

(F) Type B Weaving Segments—110-km/h Free-Flow Speed

Volume Ratio, VR	Length of Weaving Segment (m)				
	150	300	450	600	750[a]
Three-Lane Segments					
0.10	7050[b]	7050[b]	7050[b]	7050[b]	7050[b]
0.20	6460	6950	7050[b]	7050[b]	7050[b]
0.30	5810	6320	6620	6830	6980
0.40	5280	5790	6090	6300	6470
0.50	4860	5350	5650	5860	6030
0.60	4550	5010	5300	5510	5680
0.70	4320	4770	5050	5250	5410
0.80[h]	3650	4600	4880	5000[f]	5000[f]
Four-Lane Segments					
0.10	9400[b]	9400[b]	9400[b]	9400[b]	9400[b]
0.20	8610	9270	9400[b]	9400[b]	9400[b]
0.30	7750	8430	8820	9100	9310
0.40	7040	7720	8120	8400	8620
0.50	6370[c]	7140	7530	7820	8000[f]
0.60	5810[c]	6670[f]	6670[f]	6670[f]	6670[f]
0.70	5350[c]	5760[f]	5760[f]	5760[f]	5760[f]
0.80[h]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]
Five-Lane Segments					
0.10	11,750[b]	11,750[b]	11,750[b]	11,750[b]	11,750[b]
0.20	10,760	11,590	11,750[b]	11,750[b]	11,750[b]
0.30	9690	10,540	11,030	11,370	11,640
0.40	8830[c]	9650	10,000[f]	10,000[f]	10,000[f]
0.50	7960[c]	8000[f]	8000[f]	8000[f]	8000[f]
0.60	6670[f]	6670[f]	6670[f]	6670[f]	6670[f]
0.70	5760[f]	5760[f]	5760[f]	5760[f]	5760[f]
0.80[h]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]

Notes:
Refer to the last page of Exhibit 24-8.

EXHIBIT 24-8 (CONTINUED). CAPACITY FOR VARIOUS WEAVING SEGMENTS

(G) Type B Weaving Segments—100-km/h Free-Flow Speed

Volume Ratio, VR	Length of Weaving Segment (m)				
	150	300	450	600	750[a]
Three-Lane Segments					
0.10	6750	6900[b]	6900[b]	6900[b]	6900[b]
0.20	6070	6510	6750	6900[b]	6900[b]
0.30	5490	5950	6210	6400	6540
0.40	5010	5470	5740	5930	6070
0.50	4620	5070	5340	5530	5680
0.60	4330	4760	5020	5220	5360
0.70	4120	4530	4790	4970	5120
0.80[h]	3600	4380	4630	4820	4960
Four-Lane Segments					
0.10	9000	9200[b]	9200[b]	9200[b]	9200[b]
0.20	8100	8680	9010	9200[b]	9200[b]
0.30	7320	7930	8280	8530	8710
0.40	6680	7290	7650	7900	8100
0.50	6060[c]	6760	7120	7370	7580
0.60	5540[c]	6340	6670[f]	6670[f]	6670[f]
0.70	5130[c]	5640[b]	5760[f]	5760[f]	5760[f]
0.80[h]	4800[c]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]
Five-Lane Segments					
0.10	11,250	11,500[b]	11,500[b]	11,500[b]	11,500[b]
0.20	10,120	10,850	11,260	11,500[b]	11,500[b]
0.30	9150	9910	10,350	10,660	10,890
0.40	8370[c]	9110	9560	9880	10,000[f]
0.50	7570[c]	8000[f]	8000[f]	8000[f]	8000[f]
0.60	6670[f]	6670[f]	6670[f]	6670[f]	6670[f]
0.70	5760[f]	5760[f]	5760[f]	5760[f]	5760[f]
0.80[h]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]

Notes:
Refer to the last page of Exhibit 24-8.

EXHIBIT 24-8 (CONTINUED). CAPACITY FOR VARIOUS WEAVING SEGMENTS

(H) Type B Weaving Segments—90-km/h Free-Flow Speed

Volume Ratio, VR	Length of Weaving Segment (m)				
	150	300	450	600	750[a]
Three-Lane Segments					
0.10	6270	6600	6750[b]	6750[b]	6750[b]
0.20	5670	6050	6270	6410	6520
0.30	5150	5560	5790	5950	6070
0.40	4720	5130	5370	5540	5670
0.50	4370	4770	5010	5190	5320
0.60	4110	4500	4730	4900	5030
0.70	3910	4290	4520	4690	4820
0.80[h]	3440	4150	4380	4540	4670
Four-Lane Segments					
0.10	8350	8800	9000[b]	9000[b]	9000[b]
0.20	7560	8070	8360	8550	8690
0.30	6870	7410	7720	7940	8100
0.40	6290	6840	7160	7390	7560
0.50	5740[c]	6360	6680	6920	7090
0.60	5270[c]	5990	6310	6530	6670[f]
0.70	4890[c]	5350[c]	5760[f]	5760[f]	5760[f]
0.80[h]	4590[c]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]
Five-Lane Segments					
0.10	10,440	10,990	11,250[b]	11,250[b]	11,250[b]
0.20	9450	10,090	10,440	10,680	10,860
0.30	8580	9260	9650	9920	10,120
0.40	7890[c]	8550	8950	9230	9450
0.50	7170[c]	7960	8000[f]	8000[f]	8000[f]
0.60	6580[c]	6670[f]	6670[f]	6670[f]	6670[f]
0.70	5760[f]	5760[f]	5760[f]	5760[f]	5760[f]
0.80[h]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]	5000[f]

Notes:
Refer to the last page of Exhibit 24-8.

EXHIBIT 24-8 (CONTINUED). CAPACITY FOR VARIOUS WEAVING SEGMENTS

(I) Type C Weaving Segments—120-km/h Free-Flow Speed

Volume Ratio, VR	Length of Weaving Segment (m)				
	150	300	450	600	750[a]
Three-Lane Segments					
0.10	7200[b]	7200[b]	7200[b]	7200[b]	7200[b]
0.20	6590	7200[b]	7200[b]	7200[b]	7200[b]
0.30	5890	6540	6930	7200	7200[b]
0.40	5530	5960	6350	6620	6840
0.50[i]	4890	5500	5870	6140	6360
Four-Lane Segments					
0.10	9600[b]	9600[b]	9600[b]	9600[b]	9600[b]
0.20	8780	9600[b]	9600[b]	9600[b]	9600[b]
0.30	7850	8720	9230	9590	9600[b]
0.40	7110	7950	8470	8750[f]	8750[f]
0.50[i]	6520	7000[f]	7000[f]	7000[f]	7000[f]
Five-Lane Segments					
0.10	12,000[b]	12,000[b]	12,000[b]	12,000[b]	12,000[b]
0.20	11,520[c]	12,000[b]	12,000[b]	12,000[b]	12,000[b]
0.30	10,140[c]	11,170[c]	11,670[f]	11,670[f]	11,670[f]
0.40	8750[f]	8750[f]	8750[f]	8750[f]	8750[f]
0.50[i]	7000[f]	7000[f]	7000[f]	7000[f]	7000[f]

(J) Type C Weaving Segments—110-km/h Free-Flow Speed

Volume Ratio, VR	Length of Weaving Segment (m)				
	150	300	450	600	750[a]
Three-Lane Segments					
0.10	7010	7050[b]	7050[b]	7050[b]	7050[b]
0.20	6240	6830	7050[b]	7050[b]	7050[b]
0.30	5610	6200	6550	6790	6980
0.40	5090	5670	6020	6270	6470
0.50[i]	4680	5240	5590	5840	6030
Four-Lane Segments					
0.10	9350	9400[b]	9400[b]	9400[b]	9400[b]
0.20	8320	9100	9400[b]	9400[b]	9400[b]
0.30	7470	8270	8730	9060	9300
0.40	6240	7560	8030	8360	8620
0.50[i]	5830	6990	7000[f]	7000[f]	7000[f]
Five-Lane Segments					
0.10	11,750[b]	11,750[b]	11,750[b]	11,750[b]	11,750[b]
0.20	10,900[c]	11,750[b]	11,750[b]	11,750[b]	11,750[b]
0.30	9630[c]	10,570[c]	10,910	11,320	11,630
0.40	8590[c]	8750[f]	8750[f]	8750[f]	8750[f]
0.50[i]	7000[f]	7000[f]	7000[f]	7000[f]	7000[f]

Notes:
Refer to the last page of Exhibit 24-8.

EXHIBIT 24-8 (CONTINUED). CAPACITY FOR VARIOUS WEAVING SEGMENTS

(K) Type C Weaving Segments—100-km/h Free-Flow Speed

Volume Ratio, VR	Length of Weaving Segment (m)				
	150	300	450	600	750[a]
Three-Lane Segments					
0.10	6570	6900[b]	6900[b]	6900[b]	6900[b]
0.20	5890	6410	6700	6900	6900[b]
0.30	5310	5850	6160	6370	6540
0.40	4840	5370	5680	5910	6080
0.50[i]	4460	4970	5290	5510	5690
Four-Lane Segments					
0.10	8760	9200[b]	9200[b]	9200[b]	9200[b]
0.20	7850	8540	8930	9200	9200[b]
0.30	7080	7790	8210	8500	8720
0.40	6450	7150	7580	7880	8110
0.50[i]	5950	6630	7000[f]	7000[f]	7000[f]
Five-Lane Segments					
0.10	11,500[b]	11,500[b]	11,500[b]	11,500[b]	11,500[b]
0.20	10,250[c]	11,050[c]	11,170	11,500	11,500[b]
0.30	9110[c]	9960[c]	10,260	10,620	10,900
0.40	8170[c]	8750[f]	8750[f]	8750[f]	8750[f]
0.50[i]	7000[f]	7000[f]	7000[f]	7000[f]	7000[f]

Notes:
Refer to the last page of Exhibit 24-8.

EXHIBIT 24-8 (CONTINUED). CAPACITY FOR VARIOUS WEAVING SEGMENTS

(L) Type C Weaving Segments—90-km/h Free-Flow Speed

Volume Ratio, VR	Length of Weaving Segment (m)				
	150	300	450	600	750[a]
Three-Lane Segments					
0.10	6120	6520	6730	6750[b]	6750[b]
0.20	5510	5970	6230	6400	6520
0.30	5000	5480	5750	5940	6090
0.40	4570	5050	5330	5530	5680
0.50[i]	4230	4700	4980	5180	5330
Four-Lane Segments					
0.10	8150	8700	8980	9000[b]	9000[b]
0.20	7350	7960	8300	8530	8700
0.30	6660	7300	7670	7920	8110
0.40	5640	6730	7110	7370	7580
0.50[i]	5300	6260	6640	6900	7000[f]
Five-Lane Segments					
0.10	10,770[c]	11,250[b]	11,230	11,250[b]	11,250[b]
0.20	9580[c]	10,270[c]	10,380	10,660	10,870
0.30	8570[c]	9310[c]	9580	9900	10,140
0.40	7720[c]	8470[c]	8750[f]	8750[f]	8750[f]
0.50[i]	7000[f]	7000[f]	7000[f]	7000[f]	7000[f]

- a: قطاعات تماوج أطول من ٧٥٠m عولجت كمناطق معرضة للتماوج و التفرع .
- b: سعة قيدت بالسعة الحرة الأساسية .
- c: سعات تحت ظروف الحركة غير الحرة .
- d: قطاعات A بثلاث حارات أداؤها غير جيد عند معدلات غزارة أكبر من ٠.٤٥ كما يمكن أن نتوقع حصول حركات محدودة و بعض الأرتال في مثل هذه الحالات .
- e : قطاعات A بأربع حارات أداؤها غير جيد عند معدلات غزارة أكبر من ٠.٣٥ كما يمكن أن نتوقع حصول حركات محدودة و بعض الأرتال في مثل هذه الحالات .
- f: سعة مقيدة بمعدل تدفق متماوج أقصى مسموح : 2.8pc/h للنموذج A ، ٤pc/h للنموذج B ، ٣.٥pc/h للنموذج C .
- g: قطاعات A بخمس حارات أداؤها غير جيد عند معدلات غزارة أكبر من ٠.٢ كما يمكن أن نتوقع حصول حركات محدودة و بعض الأرتال في مثل هذه الحالات .
- h: قطاعات تماوج B أداؤها غير جيد عند معدلات غزارة أكبر من ٠.٨ كما يمكن أن نتوقع حصول حركات محدودة و بعض الأرتال في مثل هذه الحالات .
- i: قطاعات تماوج C أداؤها غير جيد عند معدلات غزارة أكبر من ٠.٥ كما يمكن أن نتوقع حصول حركات محدودة و بعض الأرتال في مثل هذه الحالات .

❖ السعات التي ظهرت معنا تمثل معدلات تدفق في ال ١٥ دقيقة الأعظمية تحت ظروف مطافئة و تقترب من 10pc/h .

❖ لإيجاد السعة تحت توضع معطى للشروط العامة نستخدم العلاقة : $C=C_b*f_{HV}*F_p$

- C: السعة في الشروط العامة و تظهر كمعدل تدفق لذروة ال١٥ دقيقة (veh/h)
- C_b : السعة في الشروط الأساسية تظهر كمعدل تدفق لذروة ال١٥ دقيقة كما في الجدول الأخير.
- f_{HV} : معامل تأثير العربات الثقيلة (على الطرق متعددة الحارات و القطاعات الحرة الرئيسية)
- F_p : معامل تأثير عدد السائقين (على الطرق متعددة الحارات و القطاعات الحرة الرئيسية)

❖ إذا أردنا السعة في حدود الغزارة الساعية فيجب حسابها وفق العلاقة: $C_h=C*PHF$

- C_h: السعة في الشروط العامة يعبر عنها بالغزارة الساعية .

EXHIBIT 24-9. FREEWAY WEAVING WORKSHEET

FREEWAY WEAVING WORKSHEET

General Information

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

Site Information

Freeway/Direction of Travel _____
Weaving Segment Location _____
Jurisdiction _____
Analysis Year _____

☐ Operational (LOS) ☐ Design (N, L, Type) ☐ Planning (LOS) ☐ Planning (N, L, Type)

Inputs

Sketch (show lanes, L, v_{o1}, v_{o2}, v_{w1}, v_{w2})

Freeway free-flow speed, S_{FF} = _____ km/h
Weaving number of lanes, N = _____
Weaving segment length, L _____ m
Terrain ☐ Level ☐ Rolling
Weaving type ☐ Type A ☐ Type B ☐ Type C
Volume ratio, VR = $\frac{v_w}{v}$ _____
Weaving ratio, R = $\frac{v_{w2}}{v_w}$ _____

Conversion to pc/h Under Base Conditions

(pc/h)	AADT (veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	% HV	f_{HV}	f_p	$v = \frac{V}{PHF * f_{HV} * f_p}$
v_{o1}									
v_{o2}									
v_{w1}									
v_{w2}									
v_w									
v_{nw}									
v									

Weaving and Nonweaving Speeds

	Unconstrained		Constrained	
	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)
a (Exhibit 24-6)				
b (Exhibit 24-6)				
c (Exhibit 24-6)				
d (Exhibit 24-6)				
Weaving intensity factor, W_i $W_i = \frac{a(1 + VR)^b (v_w/N)^c}{(3.28L)^d}$				
Weaving and nonweaving speeds, S_i (km/h) $S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$				

Number of lanes required for unconstrained operation, N_w (Exhibit 24-7) _____
Maximum number of lanes, N_w(max) (Exhibit 24-7) _____
☐ If $N_w < N_w$(max) unconstrained operation ☐ If $N_w \geq N_w$(max) constrained operation

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service, and Capacity

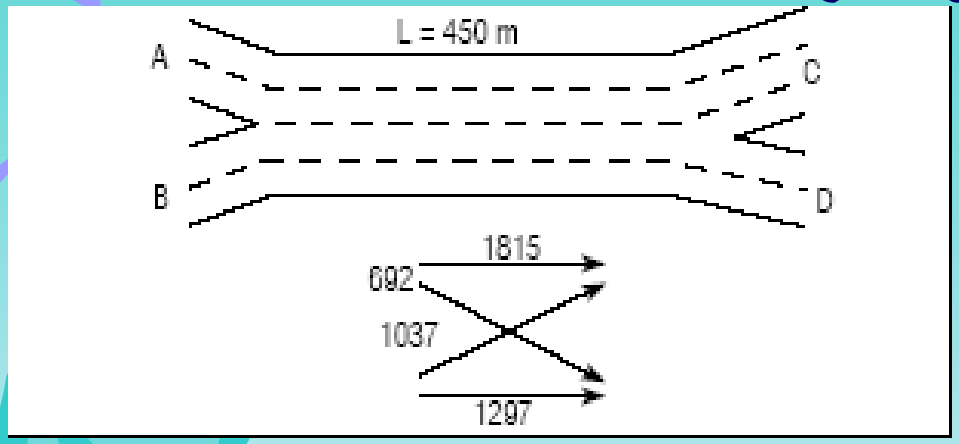
Weaving segment speed, S (km/h) $S = \frac{V}{\left(\frac{v_w}{S_w}\right) + \left(\frac{v_{nw}}{S_{nw}}\right)}$	
Weaving segment density, D (pc/km/ln) $D = \frac{v/N}{S}$	
Level of service, LOS (Exhibit 24-2)	
Capacity for base condition, c_b (pc/h) (Exhibit 24-8)	
Capacity as a 15-min flow rate, c (veh/h) $c = c_b * f_{HV} * f_p$	
Capacity as a full-hour volume, c_h (veh/h) $c_h = c(PHF)$	

IV. EXAMPLE PROBLEMS

Problem No.	Description	Application
1	Determine level of service of a major weaving segment	Operational (LOS)
2	Determine level of service of a ramp-weaving segment	Operational (LOS)
3	Determine level of service of a ramp-weaving segment with constrained operation	Operational (LOS)
4	Design a major weaving segment for a desired level of service	Design (N, L, Type)
5	Design a weaving segment using sensitivity analysis	Planning (N, L, Type)

المثال الأول :

- قطاع التماوج : قطاع تماوج رئيسي على طريق مديني كما يظهر في ورقة العمل .
- المطلوب : ما هو مستوى الخدمة و السعة على قطاع التماوج ؟
- المعطيات :



- الغزارة (A-C): 1815 veh/h
- الغزارة (A-D): 692 veh/h
- الغزارة (B-C): 1037 veh/h
- الغزارة (B-D): 1297 veh/h
- ١٠% شاحنات ، PHF=0.91
- للطرق الحرة FFS=110km/h
- السائقون حائزون على تذكرة نظامية ، طول قطاع التماوج :450m ، منطقة مستوية
- مقدمة للحل : كل المتحولات المدخلة معروفة و بالتالي لا توجد قيم مهملة مطلوبة ، تم تحويل الغزارات المطلوبة إلى معدلات غزارة كما تم تحديد نمط التماوج المتوقع ، حسبت السرعات المتماوجة و غير المتماوجة و استخدمت لتحديد سرعة قطاع التماوج ، تم حساب كثافة قطاع التماوج و تم تحديد مستوى الخدمة . أخيراً تم تحديد السعة .
- الخطوات :

➢ تحديد معامل تأثير العربات الثقيلة :

- Fhv =1/(1+PT(ET-1)+PR(ER-1)=1/(1+0.1(1.5-1)+0=0.952

➢ fp=1.00

➢ تحويل الغزارات veh/h إلى معدلات غزارة pc/h :

$$v = \frac{V}{(PHF)(f_{HV})(f_p)}$$

$$v(A\text{-}C) = \frac{1,815}{(0.91)(0.952)(1.000)} = 2,095 \text{ pc/h}$$

$v(A\text{-}D) = 799$ pc/h

$v(B\text{-}C) = 1,197$ pc/h

$v(B\text{-}D) = 1,497$ pc/h

$$W_i = \frac{a(1+VR)^b\left(\frac{v}{N}\right)^c}{(3.28L)^d} \qquad S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$$

$$W_w = \frac{0.08(1+0.357)^{2.2}\left(\frac{5,588}{4}\right)^{0.70}}{(3.28 * 450)^{0.50}} = 0.648$$

$$W_{nw} = \frac{0.0020(1+0.357)^{6.0}\left(\frac{5,588}{4}\right)^{1.0}}{(3.28 * 450)^{0.50}} = 0.454$$

$$S_w = 24 + \frac{110 - 16}{1 + 0.648} = 81.0 \text{ km/h}$$

$$S_{nw} = 24 + \frac{110 - 16}{1 + 0.454} = 88.6 \text{ km/h}$$

- تحديد نمط التماوج :

النمط B (الحركة A-D تتطلب تغييراً واحداً للحارة

الحركة B-C لا تتطلب أي تغيير)

- حساب المتحولات الأساسية :

Vw=1197+799=1996pc/h

Vnw=2095+1497=3592pc/h

V=1996+3592=5588pc/h

VR=1996/5588=0.357

R=799/1996=0.400

- حساب السرعات المتماوجة و غير المتماوجة باعتبار حركة حرة :

- التحقق من نمط الحركة :

Nw=4{0.085+0.703(0.357)+(71.57/450)-0.0112(88.6-81.0)}=1.64

- **Nw(max)=3.5** و بالتالي الحركة حرة

- حساب سرعة قطاع التماوج :

$$S = \frac{V}{\left(\frac{V_w}{S_w}\right)+\left(\frac{V_{nw}}{S_{nw}}\right)} = \frac{5,588}{\left(\frac{1,996}{81.0}\right)+\left(\frac{3,592}{88.6}\right)} = 85.7 \text{ km/h}$$

- حساب كثافة قطاع التماوج :

$$D = \frac{\left(\frac{V}{N}\right)}{S} = \frac{\left(\frac{5,588}{4}\right)}{85.7} = 16.3 \text{ pc/km/ln}$$

- تحديد مستوى الخدمة :

مستوى الخدمة **C**

- تحديد سعة قطاع التماوج :

$c_b = 8,421$ pc/h [Exhibit 24-8(F)]

$c = c_b \times f_{HV} \times f_p = 8,421 \times 0.952 \times 1.000 = 8,017$ veh/h

$c_h = c \times PHF = 8,017 \times 0.91 = 7,295$ veh/h

النتائج:

- سيعمل قطاع التماوج هذا عند مستوى خدمة C في ساعة الذروة .
- كثافة قطاع التماوج هي ١٦.٣pc/km/ln
- قـُدّرت سعة قطاع التماوج بـ veh/h ٨.٠٢٠ (لغزارة الـ١٥ دقيقة) أو veh/h ٧.٢٩٠ (للغزارة الساعية الكلية).

FREEWAY WEAVING WORKSHEET

General Information

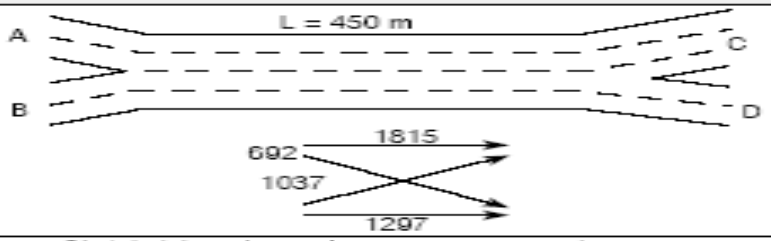
Analyst	M.E.
Agency or Company	CEI
Date Performed	8/3/99
Analysis Time Period	AM-Peak

Site Information

Freeway/Direction of Travel	-
Weaving Segment Location	-
Jurisdiction	-
Analysis Year	1999

☒ Operational (LOS) ☐ Design (N, L, Type) ☐ Planning (LOS) ☐ Planning (N, L, Type)

Inputs



Sketch (show lanes, L, v_{o1}, v_{o2}, v_{w1}, v_{w2})

Freeway free-flow speed, S_{FF} = 110 km/h
Weaving number of lanes, N = 4
Weaving segment length, L = 450 m
Terrain ☒ Level ☐ Rolling
Weaving type ☐ Type A ☒ Type B ☐ Type C
Volume ratio, VR = $\frac{v_w}{v}$ = 0.357
Weaving ratio, R = $\frac{v_{w2}}{v_w}$ = 0.400

Conversion to pc/h Under Base Conditions

(pc/h)	AADT (veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	% HV	f_{HV}	f_p	$v = \frac{V}{PHF * f_{HV} * f_p}$
v_{o1}				1,815	0.91	10	0.952	1.000	2,095
v_{o2}				1,297	0.91	10	0.952	1.000	1,497
v_{w1}				1,037	0.91	10	0.952	1.000	1,197
v_{w2}				692	0.91	10	0.952	1.000	799
v_w				1,729	0.91	10	0.952	1.000	1,996
v_{nw}				3,112	0.91	10	0.952	1.000	3,592
v				4,841	0.91	10	0.952	1.000	5,588

Weaving and Nonweaving Speeds

	Unconstrained		Constrained	
	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)
a (Exhibit 24-6)	0.08	0.0020		
b (Exhibit 24-6)	2.2	6.0		
c (Exhibit 24-6)	0.70	1.0		
d (Exhibit 24-6)	0.50	0.50		
Weaving intensity factor, $W_i = \frac{a(1+VR)^b (w/N)^c}{(3.28L)^d}$	0.648	0.454		
Weaving and nonweaving speeds, $S_i = 24 + \frac{S_{FF}-16}{1+W_i}$ (km/h)	81.0	88.6		

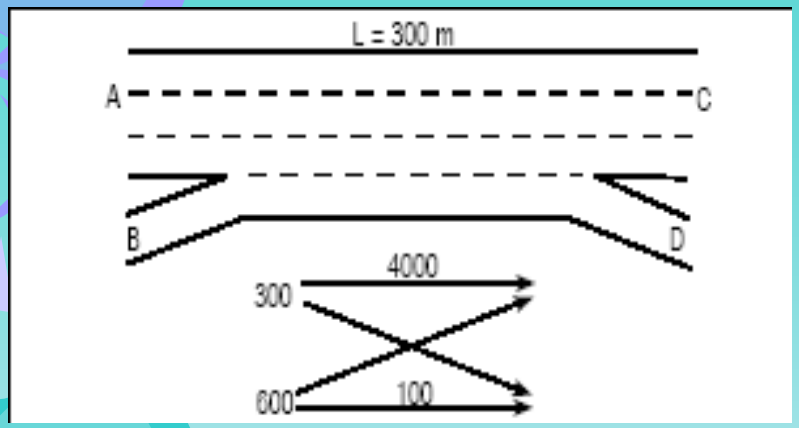
Number of lanes required for unconstrained operation, N_w (Exhibit 24-7) = 1.64
Maximum number of lanes, N_w(max) (Exhibit 24-7) = 3.5
☒ If $N_w < N_w$(max) unconstrained operation ☐ If $N_w \geq N_w$(max) constrained operation

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service, and Capacity

Weaving segment speed, $S = \frac{v}{\left(\frac{v_{nw}}{S_{nw}}\right) - \left(\frac{v_w}{S_w}\right)}$ (km/h)	85.7
Weaving segment density, $D = \frac{v/N}{S}$ (pc/km/ln)	16.3
Level of service, LOS (Exhibit 24-2)	C
Capacity for base condition, c_b (pc/h) (Exhibit 24-8)	8,421
Capacity as a 15-min flow rate, c (veh/h) $c = c_b * f_{HV} * f_p$	8,017
Capacity as a full-hour volume, c_h (veh/h) $c_h = c(PHF)$	7,295

المثال الثاني :

- قطاع التماوج: قطاع تماوج رامبة على طريق ريفي كما يظهر في ورقة العمل :
- المطلوب : ما هو مستوى الخدمة و سعة قطاع التماوج ؟



- المعطيات :
- معدل التدفق (A-C)= 4000pc/h
- معدل التدفق (B-C)= 600pc/h
- معدل التدفق (B-D)= 100pc/h
- معدل التدفق (A-D)= 300pc/h
- FFS=120km/h للطرق الحرة
- طول قطاع التماوج = 300m
- مقدمة للحل : كل المتحولات المدخلة معروفة و بالتالي لا توجد قيم مهملة مطلوبة ، أعطيت التدفقات المطلوبة بالعربة السياحية المكافئة بالساعة تحت تأثير شروط أساسية و بالتالي لا يطلب تحويل التدفقات كما تم تحديد نمط التماوج المتوقع ، حسبت السرعات المتماوجة و غير المتماوجة و استخدمت لتحديد سرعة قطاع التماوج ، تم حساب كثافة قطاع التماوج و تم تحديد مستوى الخدمة . أخيراً تم تحديد السعة .
- الخطوات :
  - تحديد نمط قطاع التماوج :النمط A(الحركة A-D والحركة B-C تتطلب تغييراً واحداً للحارة)
  - حساب المتحولات الأساسية :

$$Vw=600+300=900pc/h$$
$$Vnw=4000+100=4100pc/h$$
$$V=900+4100=5000pc/h$$
$$VR=900/5000=0.180$$
$$R=300/900=0.333$$

- حساب السرعات المتماوجة و غير المتماوجة باعتبار حركة حرة :

$$W_i = \frac{a(1+VR)^b\left(\frac{V}{N}\right)^c}{(3.28L)^d} \qquad S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$$

$$W_w = \frac{0.15(1+0.180)^{2.2}\left(\frac{5,000}{4}\right)^{0.97}}{(3.28 * 300)^{0.80}} = 0.879$$

$$W_{nw} = \frac{0.0035(1+0.180)^{4.0}\left(\frac{5,000}{4}\right)^{1.3}}{(3.28 * 300)^{0.75}} = 0.410$$

$$S_w = 24 + \frac{120 - 16}{1 + 0.879} = 79.3 \text{ km/h}$$

$$S_{nw} = 24 + \frac{120 - 16}{1 + 0.410} = 97.8 \text{ km/h}$$

- التحقق من نمط الحركة :

$$Nw = 1.21(N)VR^{0.571}L^{0.234}/Sw^{0.438}$$

$$Nw = 1.21(4)(0.180^{0.571})(300^{0.234})/79.3^{0.438} = 1.02$$

Nw(max)=1.4 بالتالي الحركة حرة

- حساب سرعة قطاع التماوج :

$$S = \frac{V}{\left(\frac{V_w}{S_w}\right)+\left(\frac{V_{nw}}{S_{nw}}\right)} = \frac{5,000}{\left(\frac{900}{79.3}\right)+\left(\frac{4,100}{97.8}\right)} = 93.9 \text{ km/h}$$

- حساب كثافة قطاع التماوج :

$$D = \frac{\left(\frac{V}{N}\right)}{S} = \frac{\left(\frac{5,000}{4}\right)}{93.9} = 13.3 \text{ pc/km/ln}$$

- تحديد مستوى الخدمة :

مستوى الخدمة C

- تحديد سعة قطاع التماوج :

Cb=8.474pc/h

النتائج:

- سيعمل قطاع التماوج هذا عند مستوى خدمة C في ساعة الذروة .
- كثافة قطاع التماوج هي ١٣.٣pc/km/ln
- قـُدّرت سعة قطاع التماوج بـ veh/h ٨.٤٧٠ لأنه لايوجد تعديل للمرور و لم يحسب معامل ساعة الذروة.
- لم تحدد السعات في الساعة من أجل شروط عامة

FREEWAY WEAVING WORKSHEET

General Information

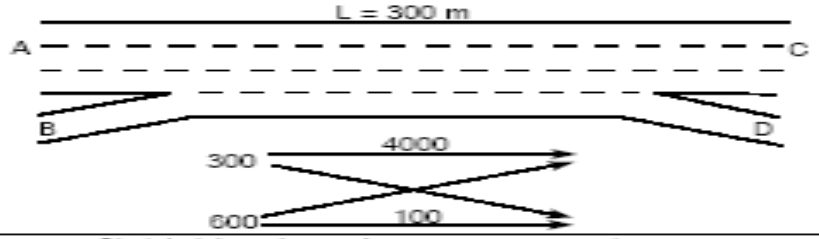
Analyst	M.E.
Agency or Company	CEI
Date Performed	8/3/99
Analysis Time Period	AM-Peak

Site Information

Freeway/Direction of Travel	-
Weaving Segment Location	-
Jurisdiction	-
Analysis Year	1999

☒ Operational (LOS) ☐ Design (N, L, Type) ☐ Planning (LOS) ☐ Planning (N, L, Type)

Inputs



Sketch (show lanes, L, v_{o1}, v_{o2}, v_{w1}, v_{w2})

Freeway free-flow speed, S_{FF} = 120 km/h
Weaving number of lanes, N = 4
Weaving segment length, L = 300 m
Terrain ☐ Level ☐ Rolling
Weaving type ☒ Type A ☐ Type B ☐ Type C
Volume ratio, VR = $\frac{v_w}{v}$ = 0.180
Weaving ratio, R = $\frac{v_{w2}}{v_w}$ = 0.333

Conversion to pc/h Under Base Conditions

(pc/h)	AADT (veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	% HV	f_{HV}	f_p	$v = \frac{V}{PHF * f_{HV} * f_p}$
v_{o1}									4,000
v_{o2}									100
v_{w1}									600
v_{w2}									300
v_w									900
v_{nw}									4,100
v									5,000

Weaving and Nonweaving Speeds

	Unconstrained		Constrained	
	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)
a (Exhibit 24-6)	0.15	0.0035		
b (Exhibit 24-6)	2.2	4.0		
c (Exhibit 24-6)	0.97	1.3		
d (Exhibit 24-6)	0.80	0.75		
Weaving intensity factor, W_i $W_i = \frac{a(1+VR)^b (w/N)^c}{(3.28L)^d}$	0.879	0.410		
Weaving and nonweaving speeds, S_i (km/h) $S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$	79.3	97.8		

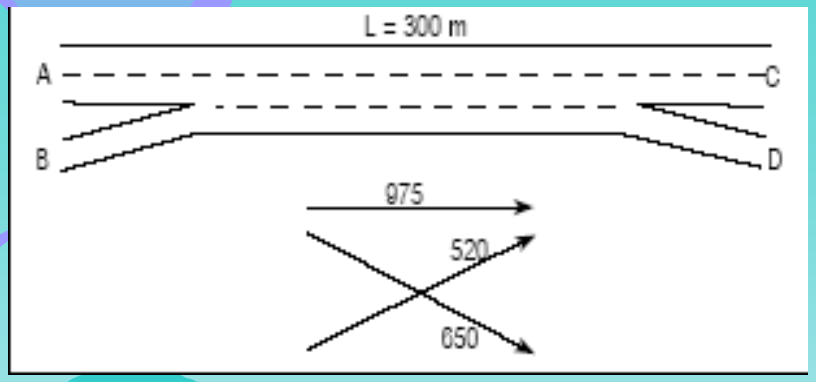
Number of lanes required for unconstrained operation, N_w (Exhibit 24-7) 1.02
Maximum number of lanes, N_w(max) (Exhibit 24-7) 1.4
☒ If $N_w < N_w$(max) unconstrained operation ☐ If $N_w \geq N_w$(max) constrained operation

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service, and Capacity

Weaving segment speed, S (km/h) $S = \frac{v}{\left(\frac{v_w}{S_w}\right) + \left(\frac{v_{nw}}{S_{nw}}\right)}$	93.9
Weaving segment density, D (pc/km/ln) $D = \frac{v/N}{S}$	13.3
Level of service, LOS (Exhibit 24-2)	C
Capacity for base condition, c_b (pc/h) (Exhibit 24-8)	8,474
Capacity as a 15-min flow rate, c (veh/h) $c = c_b * f_{HV} * f_p$	-
Capacity as a full-hour volume, c_h (veh/h) $c_h = c(PHF)$	-

المثال الثالث :

- قطاع التماوج : قطاع تماوج رامبة على طريق مديني كما يظهر في ورقة العمل .
- المطلوب : ما هو مستوى الخدمة و السعة على قطاع التماوج ؟
- المعطيات :



- الغزارة (A-C): 975veh/h
- الغزارة (A-D): 650 veh/h
- الغزارة (B-C): 520 veh/h
- الغزارة (B-D): 0 veh/h
- ١٥% شاحنات
- للطرق الحرة FFS=110km/h ، طول قطاع التماوج :300m
- PHF=0.85 ، منطقة متقلبة
- السائقون حائزون على تذكرة نظامية
- مقدمة للحل : كل المتحولات المدخلة معروفة و بالتالي لا توجد قيم مهملة مطلوبة ، تم تحويل الغزارات المطلوبة إلى معدلات غزارة كما تم تحديد نمط التماوج المتوقع ، حسبت السرعات المتماوجة و غير المتماوجة و استخدمت لتحديد سرعة قطاع التماوج ، تم حساب كثافة قطاع التماوج و تم تحديد مستوى الخدمة . أخيراً تم تحديد السعة .
- الخطوات:

➢ تحديد معامل تأثير العربات الثقيلة :

- -1)=1/(1+0.15(2.5-1)+0=0.816
- fp=1.00

➢ تحويل الغزارات veh/h إلى معدلات غزارة pc/h :

$$v = \frac{V}{(PHF)(f_{HV})(f_p)}$$

$$v(A\text{-}C) = \frac{975}{(0.85)(0.816)(1.000)} = 1{,}406 \text{ pc/h}$$

v(A-D) = 937 pc/h

v(B-C) = 750 pc/h

تحديد نمط التماوج :

النمط A (كل العربات المتماوجة ينبغي عليها القيام بتغيير واحد للحارة)

$$W_i = \frac{a(1+VR)^b\left(\frac{V}{N}\right)^c}{(3.28L)^d} \qquad S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$$

$$W_w = \frac{0.15(1+0.545)^{2.2}\left(\frac{3,093}{3}\right)^{0.97}}{(3.28 * 300)^{0.80}} = 1.319$$

$$W_{nw} = \frac{0.0035(1+0.545)^{4.0}\left(\frac{3,093}{3}\right)^{1.3}}{(3.28 * 300)^{0.75}} = 0.938$$

$$S_w = 24 + \frac{110 - 16}{1 + 1.319} = 64.5 \text{ km/h}$$

$$S_{nw} = 24 + \frac{110 - 16}{1 + 0.938} = 72.5 \text{ km/h}$$

- حساب المتحولات الأساسية :

Vw=937+750=1687pc/h

Vnw=1406 pc/h

V=1406+1687=3093 pc/h

VR=1687/3093=0.545

R=750/1687=0.445

- حساب السرعات المتماوجة و غير المتماوجة باعتبار حركة حرة :

- التحقق من نمط الحركة:
  - $Nw=1.21(N)VR^{0.571}L^{0.234}/Sw^{0.438}$
  - $Nw=1.21(3)(0.545^{0.571})(300^{0.234})/64.5^{0.438}=1.57$
  - $Nw(max)=1.4$ بالتالي الحركة غير حرة .

- إعادة الخطوة الرابعة من أجل حركة غير حرة :

$$W_w = \frac{0.35(1+0.545)^{2.2}\left(\frac{3,093}{3}\right)^{0.97}}{(3.28 * 300)^{0.80}} = 3.077$$

$$W_{nw} = \frac{0.0020(1+0.545)^{4.0}\left(\frac{3,093}{3}\right)^{0.97}}{(3.28 * 300)^{0.75}} = 0.536$$

$$S_w = 24 + \frac{110-16}{1+3.077} = 47.1 \text{ km/h}$$

$$S_{nw} = 24 + \frac{110-16}{1+0.536} = 85.2 \text{ km/h}$$

- حساب سرعة قطاع التماوج :

$$S = \frac{v}{\left(\frac{V_w}{S_w}\right)+\left(\frac{V_{nw}}{S_{nw}}\right)} = \frac{3,093}{\left(\frac{1,687}{47.1}\right)+\left(\frac{1,406}{85.2}\right)} = 59.1 \text{ km/h}$$

- حساب كثافة قطاع التماوج :

$$D = \frac{\left(\frac{v}{N}\right)}{S} = \frac{\left(\frac{3,093}{3}\right)}{59.1} = 17.4 \text{ pc/km/ln}$$

- تحديد مستوى الخدمة : مستوى الخدمة D

➢ تحديد سعة قطاع التماوج:

c_b = 4,790 pc/h [Exhibit 24-8(B)]

$c = c_b * f_{HV} * f_p = 4,790 * 0.816 * 1.000 = 3,909$ veh/h

$c_h = c * PHF = 3,909 * 0.85 = 3,323$ veh/h

النتائج:

- سيعمل قطاع التماوج هذا عند مستوى خدمة D في ساعة الذروة .
- كثافة قطاع التماوج هي ١٧.٤pc/km/ln
- قـدّرت سعة قطاع التماوج بـ ٣.٩١٠ veh/h (من أجل معدل تدفق الـ١٥ دقيقة)أو ٣.٣٢٠ veh/h(من أجل الغزارة الكلية في الساعة).
- نلاحظ أن التماوج للرامبة بثلاث حارات له معدل غزارة ٠.٥٤٥ و الذي يتجاوز الحد الأقصى المرغوب لهذا النوع من القطاعات(٠.٤٥) و بالتالي ربما تكون الحركات أسوأ من المتوقع .
- يجب أن تؤخذ السعة المقدرة بحرص و ذلك لأنها تعكس الحد الأقصى لمعدل الغزارة و الذي أعطي من أجل النمط A لقطاعات تماوج بثلاث حارات (٠.٤٥) .يتوقع أن تكون القيمة الحقيقية لمعدل غزارة ٠.٥٤٥ أخفض من القيم الظاهرة.
- هناك اقتراح واحد لتحسين الحركات وهو (تغيير نمط التماوج A و الذي لا يصرف معدلات غزارة ٠.٥٤٥ بشكل فعال) إلى نمط B بإضافة حارة على الذراع D هذه الحارة لا نحتاجها لأغراض عامة و لكنها صممت من أجل النهايات الأخرى للرامبة .

FREEWAY WEAVING WORKSHEET

General Information

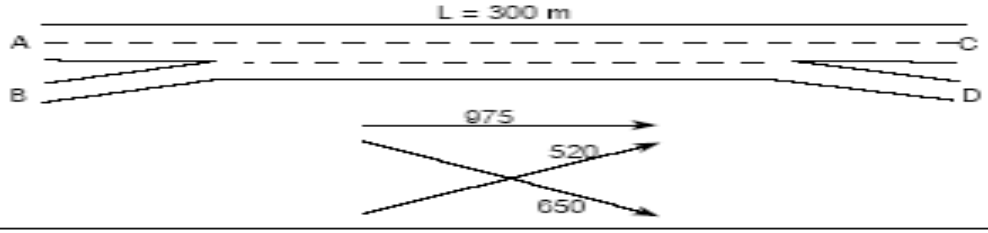
Analyst	M.E.
Agency or Company	CEI
Date Performed	8/9/99
Analysis Time Period	AM-Peak

Site Information

Freeway/Direction of Travel	-
Weaving Segment Location	-
Jurisdiction	-
Analysis Year	1999

☒ Operational (LOS) ☐ Design (N, L, Type) ☐ Planning (LOS) ☐ Planning (N, L, Type)

Inputs



Sketch (show lanes, L, v_{o1}, v_{o2}, v_{w1}, v_{w2})

Freeway free-flow speed, S_{FF} = 110 km/h
Weaving number of lanes, N = 3
Weaving segment length, L = 300 m
Terrain ☐ Level ☒ Rolling
Weaving type ☒ Type A ☐ Type B ☐ Type C
Volume ratio, VR = $\frac{v_w}{v}$ = 0.545
Weaving ratio, R = $\frac{v_{w2}}{v_w}$ = 0.444

Conversion to pc/h Under Base Conditions

(pc/h)	AADT (veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	% HV	f_{HV}	f_p	$v = \frac{V}{PHF * f_{HV} * f_p}$
v_{o1}				975	0.85	15	0.816	1.000	1,406
v_{o2}				0	0.85	15	0.816	1.000	0
v_{w1}				650	0.85	15	0.816	1.000	937
v_{w2}				520	0.85	15	0.816	1.000	750
v_w									1,687
v_{nw}									1,406
v									3,093

Weaving and Nonweaving Speeds

	Unconstrained		Constrained	
	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)
a (Exhibit 24-6)	0.15	0.0035	0.35	0.0020
b (Exhibit 24-6)	2.2	4.0	2.2	4.0
c (Exhibit 24-6)	0.97	1.3	0.97	1.3
d (Exhibit 24-6)	0.80	0.75	0.80	0.75
Weaving intensity factor, W_i $W_i = \frac{a(1+VR)^b (v_w/N)^c}{(3.28L)^d}$	1.319	0.938	3.077	0.536
Weaving and nonweaving speeds, S_i (km/h) $S_i = 24 + \frac{S_{FF}-16}{1+W_i}$	64.5	72.5	47.1	85.2

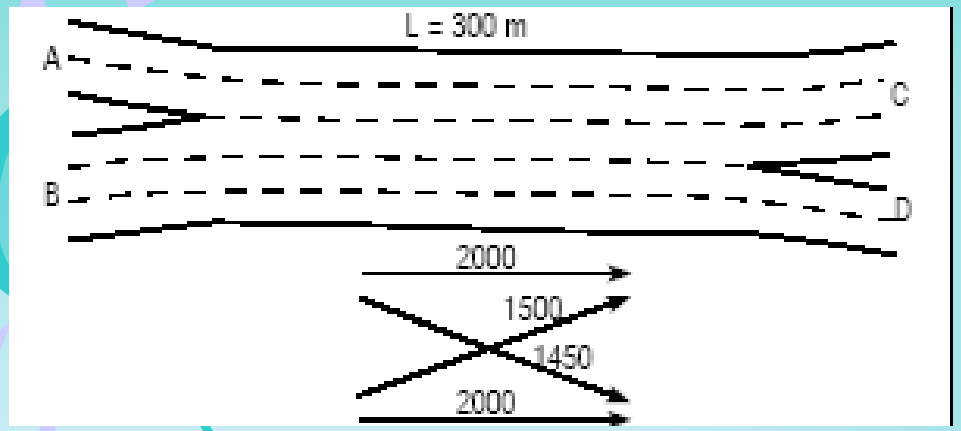
Number of lanes required for unconstrained operation, N_w (Exhibit 24-7) 1.57
Maximum number of lanes, N_w(max) (Exhibit 24-7) 1.4
☐ If $N_w < N_w$(max) unconstrained operation ☒ If $N_w \geq N_w$(max) constrained operation

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service, and Capacity

Weaving segment speed, S (km/h) $S = \frac{v}{\left(\frac{v_{nw}}{S_{nw}}\right) + \left(\frac{v_{1(w)}}{S_{1(w)}}\right)}$	59.1
Weaving segment density, D (pc/km/ln) $D = \frac{v/N}{S}$	17.4
Level of service, LOS (Exhibit 24-2)	D
Capacity for base condition, c_b (pc/h) (Exhibit 24-8)	4,790
Capacity as a 15-min flow rate, c (veh/h) $c = c_b * f_{HV} * f_p$	3,909
Capacity as a full-hour volume, c_h (veh/h) $c_h = c(PHF)$	3,323

المثال الرابع

- قطاع التماوج : قطاعات تماوج رئيسية بديلة اعتبرت تقاطعاً رئيسياً بين طريقين مدينيين كما يظهر في أوراق العمل .
- المدخل A (الجانب اليساري) له حارتان ، المدخل B (الجانب اليميني) له ثلاث حارات .
- المخرج C(الجانب اليساري) له ثلاث حارات ، المخرج D(الجانب اليميني) له حاراتان . الطول الأعظمي لقطاع التماوج 300m ، سرعة الجريان الحر لكل الأذرع الداخلة و الخارجة 120km/h
- المطلوب : ما هو العدد المطلوب من الحارات نمط التماوج الذين يحققان مستوى خدمة C .
- المعطيات :
- معدل التدفق (A-C)= 2000pc/h
- معدل التدفق (B-C)= 1500pc/h
- معدل التدفق (B-D)= 2000pc/h
- معدل التدفق (A-D)= 1450pc/h
- FFS=120km/h للطرق الحرة
- طول قطاع التماوج = 300m



- مقدمة للحل :أعطيت التدفقات بالعربة السياحية في الساعة من أجل شروط أساسية مكافئة ، لذلك لم تعدل التدفقات . أعطي عدد الحارات اللازمة للتماوج و نمط التماوج ، وحدد مستوى الخدمة . إذا كان مستوى الخدمة أقل من C سيعطى عندها نمط أفضل حتى نحقق مستوى خدمة C أو أفضل .
- الخطوات :

➢ تحديد تصور للحارة كما يظهر في ورقة العمل.

➢ تحديد نمط قطاع التماوج :

النمط C (الحركة B-C لا تحتاج لتغيير الحارة ، الحركة A-D تحتاج أن تغير حارتي مرور)

➢ تحديد المتحولات الأساسية :

$v_w = 1,500 + 1,450 = 2,950$ pc/h

$v_{nw} = 2,000 + 2,000 = 4,000$ pc/h

$v = 4,000 + 2,950 = 6,950$ pc/h

$$VR = \frac{2,950}{6,950} = 0.424$$

$$R = \frac{1,450}{2,950} = 0.492$$

➢ حساب السرعات المتماوجة و غير المتماوجة باعتبار الحركة حرة :

$$W_i = \frac{a(1+VR)^b\left(\frac{V}{N}\right)^c}{(3.28L)^d} \qquad S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1+W_i}$$

$$W_w = \frac{0.08(1+0.424)^{2.3}\left(\frac{6,950}{5}\right)^{0.80}}{(3.28 * 300)^{0.60}} = 0.944$$

$$W_{nw} = \frac{0.0020(1+0.424)^{6.0}\left(\frac{6,950}{5}\right)^{1.1}}{(3.28 * 300)^{0.60}} = 0.765$$

$$S_w = 24 + \frac{120-16}{1+0.944} = 77.5 \text{ km/h}$$

$$S_{nw} = 24 + \frac{120-16}{1+0.765} = 82.9 \text{ km/h}$$

➢ تحقق من نمط الحركة :

$$N_w = N[0.761 + 0.047VR - 0.00036L - 0.0031(S_{nw} - S_w)]$$

$$N_w = 5[0.761 + (0.047 * 0.424) - (0.00036 * 300) - 0.0031(82.9 - 77.5)] = 3.28$$

$N_w(max) = 3.0$, constrained operation

➢ إعادة الخطوة الرابعة من أجل حركة غير حرة:

$$W_w = \frac{0.14(1+0.424)^{2.3}\left(\frac{6,950}{5}\right)^{0.80}}{(3.28 * 300)^{0.60}} = 1.651$$

$$W_{nw} = \frac{0.0010(1+0.424)^{6.0}\left(\frac{6,950}{5}\right)^{1.1}}{(3.28 * 300)^{0.60}} = 0.382$$

$$S_w = 24 + \frac{120-16}{1+1.651} = 63.2 \text{ km/h}$$

$$S_{nw} = 24 + \frac{120-16}{1+0.382} = 99.3 \text{ km/h}$$

➢ حساب السرعة في قطاع التماوج :

$$S = \frac{V}{\left(\frac{V_w}{S_w}\right) + \left(\frac{V_{nw}}{S_{nw}}\right)} = \frac{6,950}{\left(\frac{2,950}{63.2}\right) + \left(\frac{4,000}{99.3}\right)} = 79.9 \text{ km/h}$$

➢ حساب الكثافة في قطاع التماوج :

$$D = \frac{\left(\frac{V}{N}\right)}{S} = \frac{\left(\frac{6,950}{5}\right)}{79.9} = 17.4 \text{ pc/km/ln}$$

➢ حساب مستوى الخدمة : مستوى الخدمة D

FREEWAY WEAVING WORKSHEET

General Information

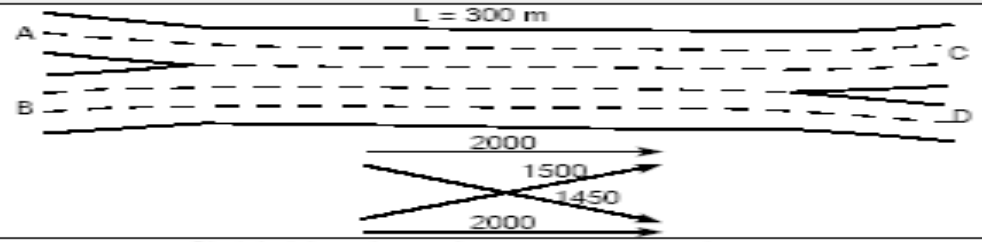
Analyst	M.E.
Agency or Company	CEI
Date Performed	8/9/99
Analysis Time Period	AM-Peak

Site Information

Freeway/Direction of Travel	-
Weaving Segment Location	-
Jurisdiction	-
Analysis Year	1999

☐ Operational (LOS) ☒ Design (N, L, Type) ☐ Planning (LOS) ☐ Planning (N, L, Type)

Inputs



Sketch (show lanes, L, v_{o1}, v_{o2}, v_{w1}, v_{w2})

Freeway free-flow speed, S_{FF} = 120 km/h
Weaving number of lanes, N = 5
Weaving segment length, L = 300 m
Terrain ☐ Level ☐ Rolling
Weaving type ☐ Type A ☐ Type B ☒ Type C
Volume ratio, VR = $\frac{v_w}{v}$ = 0.424
Weaving ratio, R = $\frac{v_{w2}}{v_w}$ = 0.492

Conversion to pc/h Under Base Conditions

(pc/h)	AADT (veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	% HV	f_{HV}	f_p	$v = \frac{V}{PHF * f_{HV} * f_p}$
v_{o1}									2,000
v_{o2}									2,000
v_{w1}									1,500
v_{w2}									1,450
v_w									2,950
v_{nw}									4,000
v									6,950

Weaving and Nonweaving Speeds

	Unconstrained		Constrained	
	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)
a (Exhibit 24-6)	0.08	0.0020	0.14	0.0010
b (Exhibit 24-6)	2.3	6.0	2.3	6.0
c (Exhibit 24-6)	0.80	1.1	0.80	1.1
d (Exhibit 24-6)	0.60	0.60	0.60	0.60
Weaving intensity factor, W_i $W_i = \frac{a(1+VR)^b (w/N)^c}{(3.28L)^d}$	0.944	0.765	1.651	0.382
Weaving and nonweaving speeds, S_i (km/h) $S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$	77.5	82.9	63.2	99.3

Number of lanes required for unconstrained operation, N_w (Exhibit 24-7) 3.28
Maximum number of lanes, N_w(max) (Exhibit 24-7) 3.0

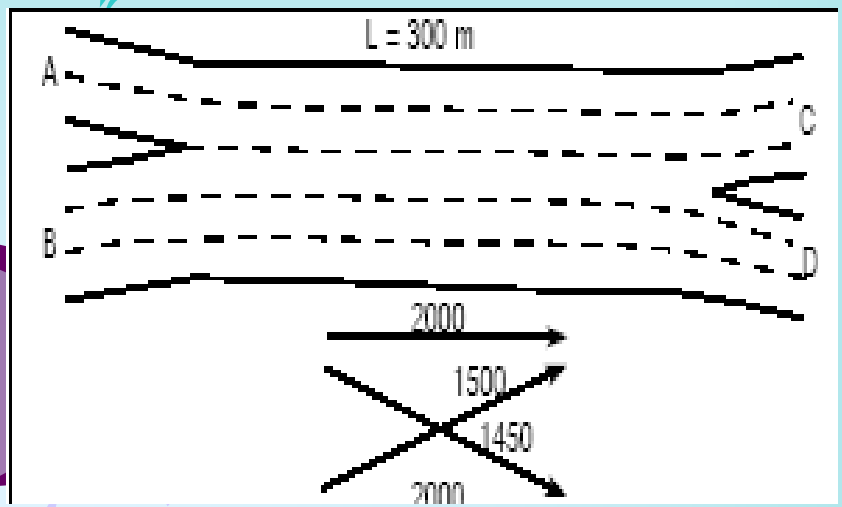
☐ If $N_w < N_w$(max) unconstrained operation ☒ If $N_w \geq N_w$(max) constrained operation

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service, and Capacity

Weaving segment speed, S (km/h) $S = \frac{v}{\left(\frac{v_w}{S_w}\right) + \left(\frac{v_{nw}}{S_{nw}}\right)}$	79.9
Weaving segment density, D (pc/km/ln) $D = \frac{v/N}{S}$	17.4
Level of service, LOS (Exhibit 24-2)	D
Capacity for base condition, c_b (pc/h) (Exhibit 24-8)	
Capacity as a 15-min flow rate, c (veh/h) $c = c_b * f_{HV} * f_p$	
Capacity as a full-hour volume, c_h (veh/h) $c_h = c(PHF)$	

- يفتقد هذا التصميم الغاية التي هي مستوى خدمة C
- كما يوجد أيضاً بعض المشاكل في بعض النواحي :

- قيمة R =٠.٤٩٢ تتجاوز الحد الأقصى المرغوب لقطاعات النمط C (٠.٤) و لذلك فمن الممكن أن يكون أداء قطاع التماوج أسوأ من المتوقع .
- إن شرط الحركة غير الحرة ينتج عنه اختلاف كبير في السرعة بين تيارات المرور المتماوجة وغير المتماوجة . و ذلك غير مرغوب به .
- لا يوجد طول إضافي متوفر طالما أن الطول 300m قد استخدم تماماً .لا يمكن للعرض أن يشكل ست حارات دون إضافة حارات إلى الطرق الداخلة و الخارجة حيث لن نحتاجها هناك بشكل واضح .
- التغيير الوحيد المحتمل سيكون تبديل نمط التماوج إلى النمط B . هذا ينجز بشكل أفضل بإضافة حارة إلى الذراع D هذه الحارة ستجعل التماوج أكثر فعالية ويتم بشكل أبعد عن التيار على الذراع D.



➢ تحديد نمط قطاع التماوج :

النمط B (الحركة B-C لا تتطلب أي تغيير للحارة الحركة A-D تتطلب تغيير واحد للحارة).

- حساب السرعات المتماوجة و غير المتماوجة باعتبار الحركة حرة :

$$W_i = \frac{a(1+VR)^b\left(\frac{v}{N}\right)^c}{(3.28L)^d} \qquad S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$$

$$W_w = \frac{0.08(1+0.424)^{2.2}\left(\frac{6,950}{5}\right)^{0.70}}{(3.28 * 300)^{0.50}} = 0.880$$

$$W_{nw} = \frac{0.0020(1+0.424)^{6.0}\left(\frac{6,950}{5}\right)^{1.0}}{(3.28 * 300)^{0.50}} = 0.739$$

$$S_w = 24 + \frac{120 - 16}{1 + 0.880} = 79.3 \text{ km/h}$$

$$S_{nw} = 24 + \frac{120 - 16}{1 + 0.739} = 83.8 \text{ km/h}$$

- التحقق من نمط الحركة :

$$N_w = N[0.085 + 0.703VR + (71.57/L) - 0.0112(S_{nw} - S_w)]$$

$$N_w = 5[0.085 + (0.703 * 0.424) + (71.57/300) - 0.0112(83.8 - 79.3)] = 2.86$$

N_w(max) = 3.5, unconstrained operation

- حساب سرعة التماوج :

$$S = \frac{V}{\left(\frac{V_w}{S_w}\right) + \left(\frac{V_{nw}}{S_{nw}}\right)} = \frac{6,950}{\left(\frac{2,950}{79.3}\right) + \left(\frac{4,000}{83.8}\right)} = 81.8 \text{ km/h}$$

- حساب كثافة قطاع التماوج :

$$D = \frac{\left(\frac{V}{N}\right)}{S} = \frac{\left(\frac{6,950}{5}\right)}{81.8} = 17.0 \text{ pc/km/ln}$$

- تحديد مستوى الخدمة : مستوى الخدمة C

النتائج :

- بالرغم من أن مستوى الخدمة بالكاد وصل إلى مستوى **C** و لكن هناك العديد من الآثار المفيدة تنتج من اختيار النمط **B** .
- تسود الحركة الحرة و يتناقص الفرق في السرعة بين تيار العربات المتماوجة و غير المتماوجة و هذا الحساب يؤكد لنا أن النمط **B** قادر على استيعاب نسب أعلى من التيار المتماوج .

FREEWAY WEAVING WORKSHEET

General Information

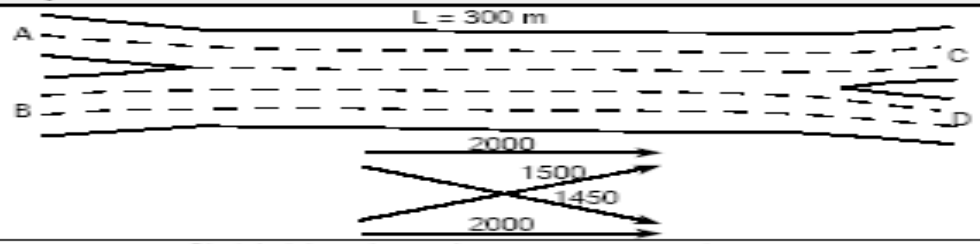
Analyst	M.E.
Agency or Company	CEI
Date Performed	8/9/99
Analysis Time Period	AM-Peak

Site Information

Freeway/Direction of Travel	-
Weaving Segment Location	-
Jurisdiction	-
Analysis Year	1999

☐ Operational (LOS) ☒ Design (N, L, Type) ☐ Planning (LOS) ☐ Planning (N, L, Type)

Inputs



Sketch (show lanes, L, v_{o1}, v_{o2}, v_{w1}, v_{w2})

Freeway free-flow speed, S_{FF} = 120 km/h

Weaving number of lanes, N = 5

Weaving segment length, L = 300 m

Terrain ☐ Level ☐ Rolling

Weaving type ☐ Type A ☒ Type B ☐ Type C

Volume ratio, $VR = \frac{v_w}{v}$ = 0.424

Weaving ratio, $R = \frac{v_{w2}}{v_w}$ = 0.492

Conversion to pc/h Under Base Conditions

(pc/h)	AADT (veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	% HV	f_{HV}	f_p	$v = \frac{V}{PHF * f_{HV} * f_p}$
v_{o1}									2,000
v_{o2}									2,000
v_{w1}									1,500
v_{w2}									1,450
v_w									2,950
v_{nw}									4,000
v									6,950

Weaving and Nonweaving Speeds

	Unconstrained		Constrained	
	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)
a (Exhibit 24-6)	0.08	0.0020		
b (Exhibit 24-6)	2.2	6.0		
c (Exhibit 24-6)	0.70	1.0		
d (Exhibit 24-6)	0.50	0.50		
Weaving intensity factor, $W_i = \frac{a(1+VR)^b (w/N)^c}{(3.28L)^d}$	0.880	0.739		
Weaving and nonweaving speeds, S_i (km/h) $S_i = 24 + \frac{S_{FF} - 16}{1 + W_i}$	79.3	83.8		

Number of lanes required for unconstrained operation, N_w (Exhibit 24-7) = 2.86

Maximum number of lanes, N_w(max) (Exhibit 24-7) = 3.5

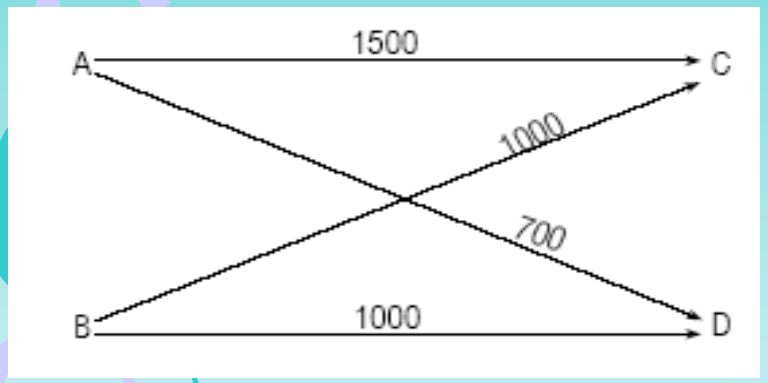
☒ If $N_w < N_w$(max) unconstrained operation ☐ If $N_w \geq N_w$(max) constrained operation

Weaving Segment Speed, Density, Level of Service, and Capacity

Weaving segment speed, S (km/h) $S = \frac{v}{\left(\frac{v_w}{S_w}\right) + \left(\frac{v_{nw}}{S_{nw}}\right)}$	81.8
Weaving segment density, D (pc/km/ln) $D = \frac{v/N}{S}$	17.0
Level of service, LOS (Exhibit 24-2)	C
Capacity for base condition, c_b (pc/h) (Exhibit 24-8)	
Capacity as a 15-min flow rate, c (veh/h) $c = c_b * f_{HV} * f_p$	
Capacity as a full-hour volume, c_h (veh/h) $c_h = c(PHF)$	

المثال الخامس

- قطاع التماوج : ستجرى تحويلة رئيسية لضم طريقين رئيسين واقعين في ضواحي المدينة.
- المطلوب : ما هو العدد المطلوب من الحارات ، الطول ، نمط قطاع التماوج لتحقيق مستوى خدمة C؟
- المعطيات :
- يظهر تحليل التدفقات في المخطط أدناه .
- أعطيت معدلات التدفق بالعربة السياحية في الساعة تحت شروط أساسية .
- طالما أن التغيير سيضم تسهيلات مستقبلية .
  فهناك مرونة معتبرة في اختيار كل من طول
  قطاع التماوج و عرضه .
- سرعة الجريان الحر 120 km/h



- النتائج :
- طالما أن الطول و العرض و نمط التماوج هي محط أسئلة

لذلك تكون القضية قضية قطاع تماوج بالمطلق . ستحدد السرعة، الكثافة ، و مستوى الخدمة من خلال حسابات اختبارية وذلك بتحديد مجال الشروط المسيطرة (ثلاث ،أربع و خمس حارات) مع الطول الذي يتراوح من 150m و حتى 750m.

كذلك ستؤخذ الأنماط الثلاثة للتماوج بعين الاعتبار قبل القيام بوضع الحلول.

No. of Lanes	L (m)	S (km/h)	D (pc/km/ln)	LOS	Cons Y/N
Type A Configurations					
3	150	59.3	23.6	E	N
	300	72.5	19.3	D	N
	450	80.6	17.4	D	N
	600	79.3	17.7	D	Y
	750	83.5	16.8	C	Y
4	150	61.9	17.0	C	Y
	300	73.7	14.2	C	Y
	450	81.2	12.9	C	Y
	600	86.5	12.1	C	Y
	750	90.5	11.6	B	Y
5	150	66.9	12.6	C	Y
	300	79.2	10.6	B	Y
	450	86.6	9.7	B	Y
	600	91.7	9.2	B	Y
	750	95.5	8.8	B	Y
Type B Configurations					
3	150	74.3	18.8	D	N
	300	83.3	16.8	C	N
	450	88.3	15.8	C	N
	600	91.8	15.3	C	N
	750	94.4	14.8	C	N
4	150	80.7	13.0	C	N
	300	89.4	11.7	B	N
	450	94.2	11.1	B	N
	600	97.4	10.8	B	N
	750	99.7	10.5	B	N
5	150	83.3	10.1	B	Y
	300	94.0	8.9	B	N
	450	98.4	8.5	B	N
	600	101.4	8.3	B	N
	750	103.5	8.1	B	N
Type C Configurations					
3	150	71.2	19.7	D	N
	300	82.0	17.1	D	N
	450	88.1	15.9	C	N
	600	92.2	15.2	C	N
	750	95.3	14.7	C	N
4	150	78.4	13.4	C	N
	300	88.9	11.8	B	N
	450	94.6	11.1	B	N
	600	98.4	10.7	B	N
	750	101.1	10.4	B	N
5	150	82.6	10.2	B	Y
	300	92.2	9.1	B	Y
	450	99.2	8.5	B	N
	600	102.7	8.2	B	N
	750	105.2	8.0	B	N

Note:
Cons—constrained flow; Y/N—yes/no.