جامعة تشرين

كلية الهندسة المدنية

قسم هندسة المواصلات والنقل

BASIC FREEWAY SEGMENTS

قطاعات الطرق الحرة الأساسية

اعداد: م.سامر برهان زريق

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

-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:

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

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

مسألة 3:

طريق حركة حرة مكون من 6 حارات مرور في منطقة مدينية نامية،

يطلب تحديد مستوى الخدمة LOS خلال ساعة الذروة؟ ما هو مستوى الخدمة بعد ثلاث سنوات؟ متى يجب إضافة حارة مرورية رابعة لتجنب زيادة الطلب عن السعة؟

معطيات:

- الغزارة الحالية 5000 veh/h للاتجاه الواحد،
- نسبة العربات الثقيلة 10%، والمنطقة مستوية
- 5600 veh/h خلال 3 سوات،
- PHF = 0.95
- نمو حركة المرور بعد 3 سنوات بمعدل 4%K
- سرعة الجريان الحر (مقاسة حقلياً) FFS=110 km/h.

افرض:

- أن سرعة الجريان الحر وقيمة PHF ثابتتان (حيث أنه ليس هناك إشارة لأن المعطيات تتغير مع الزمن)،
- طالما أن المسألة ترتبط مع قيم غزارة متغيرة، يمكن بسهولة إيجاد الغزارة القصوى التي تلائم كل مستوى خدمة ،

- نسبة عربات الاستجمام 0%، والحركة متكررة $f_P=1$،

الحل:

يتم حساب الغزارة الأعظمية (veh/h) لكل مستوى خدمة وتتم مقارنتها مع غزارة الطلب ومن ثم يتم تحديد مستوى الخدمة.

- تحويل معدل غزارة الخدمة لكل مستوى خدمة إلى veh/h:

$$V_P = \frac{V}{(PHF).(N).(f_{HV}).(f_{P)}}$$

$$V = V_P.(PHF).(N).(f_{HV}).(f_{P)}$$

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

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0.10(1.5 - 1) + 0.0} = 0.952$$

- نحدد من أجل كل مستوى خدمة قيمة V_p:

LOS A : Vp = 770 pc/h/ln
LOS B : Vp = 1210 pc/h/ln
LOS C : Vp = 1740 pc/h/ln
LOS D : Vp = 2135 pc/h/ln
LOS E : Vp = 2350 pc/h/ln

- نحدد V :

LOS A : V = 2089 veh/h
LOS B : V = 3283 veh/h
LOS C : V = 4721 veh/h
LOS D : V = 5793 veh/h
LOS E : V = 6376 veh/h

- بمقارنة 5000 veh/h وكذلك 5600 veh/h مع القيم أعلاه نحدد مستوى الخدمة: مستوى الخدمة الحالي LOS= D، مستوى الخدمة بعد 3 سنوات LOS= D
- عندما يزيد الطلب على الغزارة عن 6376 veh/h تكون هناك ضرورة لحارة مرور رابعة، وتحسب الفترة اللازمة للوصول إلى هذه الغزارة كما يلي:

$$5600.(1.04^n) = 6376 \rightarrow n = 3.3 \text{ years.}$$

مجالات استخدام HCM لطرق الحركة الحرة:

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

مسألة 5:

تم إنشاء طريق في منطقة ضمن المدينة مع معدل مرور يومي سنوي متوقع بحدود 75,000 veh/day ، **والمطلوب تحديد العدد الأدنى لحارات المرور اللازمة والتي تضمن مستوى خدمة LOS D** في ساعة الذروة يوم افتتاح الطريق، وماهي السرعة والكثافة من أجل عدد الحارات المقترح.

معطيات :

75,000 veh/day,
√ K = 0.090,
√ Directional split = 55/45, التوزع الاتجاهي للحركة
√ Rolling terrain. منطقة هضبية
FFS = 110 km/h
PHF = 0.90
10% نسبة الشاحنات و 0% نسبة عربات الاستجمام
الحركة على الطريق يومية متكررة (fp = 1.00)

- AADT: Annual average daily traffic (counted for 365 days)
  Directional Design Hourly Volume (DDHV)

الحل:

يتم حساب معدل الغزارة والسرعة والكثافة وتحديد مستوى الخدمة من أجل 4 حارات مرور ثم ست حارات مرور وهكذا حتى نحصل على مستوى الخدمة المطلوب.

1.	Convert AADT to design-hour volume.	DDHV = AADT * K * D DDHV = 75,000 * 0.090 * 0.55 DDHV = 3,713 veh/h
2.	Find f_{HV} (use Exhibit 23-8 and Equation 23-3).	$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$ $f_{HV} = \frac{1}{1 + 0.10(2.5 - 1) + 0}$ $f_{HV} = 0.870$
3.	For four-lane option (use Equation 23-2).	$v_p = \frac{3,713}{(0.90)(2)(0.870)(1.00)} = 2,371$ pc/h/ln
4.	Determine level of service (use Exhibit 23-2).	LOS F
5.	For six-lane option (use Equation 23-2).	$v_p = \frac{3,713}{(0.90)(3)(0.870)(1.00)}$ $v_p = 1,581$ pc/h/ln
6.	Determine level of service (use Exhibit 23-2).	LOS C
7.	Calculate speed and density	S = 109.8 km/h D = 14.4 pc/km/ln

النتائج:

هناك حاجة لست حارات مرور,Six lanes are needed
مستوى الخدمة LOS = C,
السرعة Speed = 110 km/h, and
الكثافة Density = 14 pc/km/ln.

EXHIBIT 23-8. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS ON EXTENDED FREEWAY SEGMENTS

Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (RVs)	1.2	2.0	4.0

$$v_p = \frac{V}{PHF * N * f_{HV} * f_p} \quad (23\text{-}2)$$

where

v_p = 15-min passenger-car equivalent flow rate (pc/h/ln),
V = hourly volume (veh/h),
PHF = peak-hour factor,
N = number of lanes,
f_{HV} = heavy-vehicle adjustment factor, and
f_p = driver population factor.

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad (23\text{-}3)$$

where

E_T, E_R = passenger-car equivalents for trucks/buses and recreational vehicles (RVs) in the traffic stream, respectively;

P_T, P_R = proportion of trucks/buses and RVs in the traffic stream, respectively; and

f_{HV} = heavy-vehicle adjustment factor.

EXHIBIT 23-2. LOS CRITERIA FOR BASIC FREEWAY SEGMENTS

Criteria	LOS A	LOS B	LOS C	LOS D	LOS E
FFS = 120 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	120.0	120.0	114.6	99.6	85.7
Maximum v/c	0.35	0.55	0.77	0.92	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	840	1320	1840	2200	2400
FFS = 110 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	110.0	110.0	108.5	97.2	83.9
Maximum v/c	0.33	0.51	0.74	0.91	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	770	1210	1740	2135	2350
FFS = 100 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	100.0	100.0	100.0	93.8	82.1
Maximum v/c	0.30	0.48	0.70	0.90	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	700	1100	1600	2065	2300
FFS = 90 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	90.0	90.0	90.0	89.1	80.4
Maximum v/c	0.28	0.44	0.64	0.87	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	630	990	1440	1955	2250

Note:
The exact mathematical relationship between density and v/c has not always been maintained at LOS boundaries because of the use of rounded values. Density is the primary determinant of LOS. The speed criterion is the speed at maximum density for a given LOS.

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