

2012

Highway Engineering

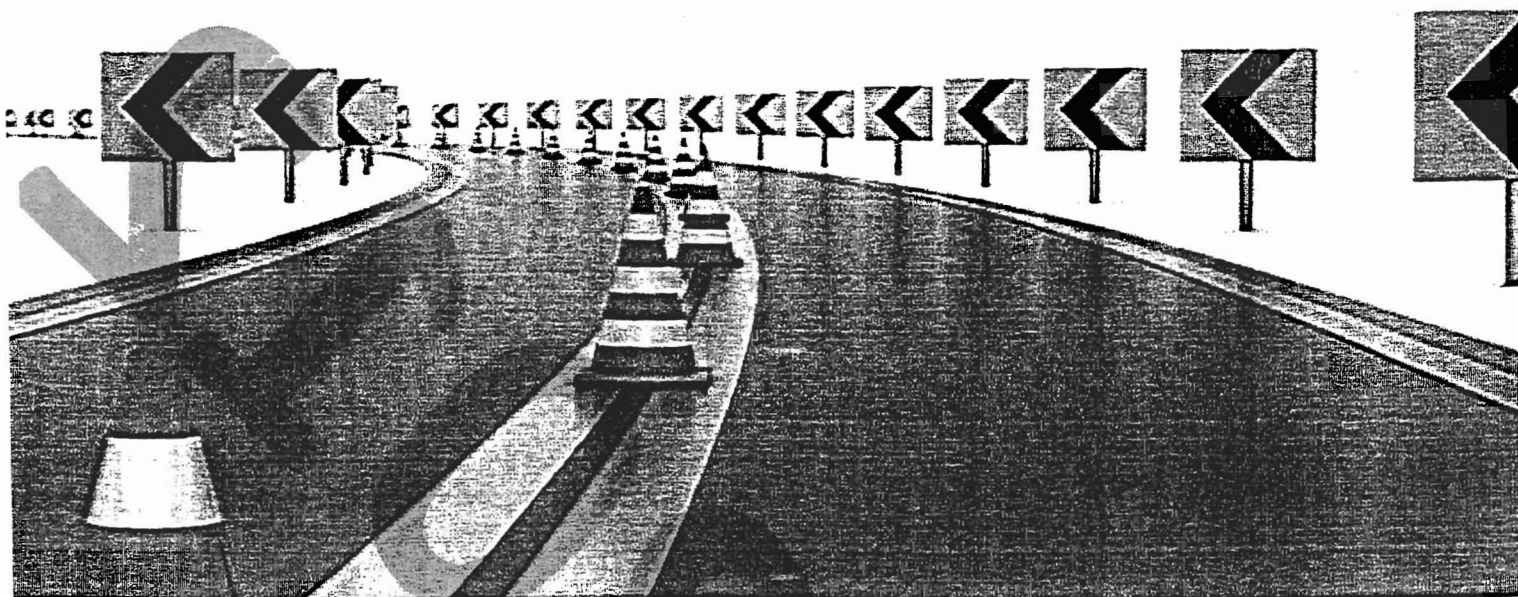
4th year Civil

5

P
1,50
✓

ROAD CAPACITY (2)

GEOMETRIC DESIGN
OF HIGHWAY CROSS
SECTION



#5 . GEOMETRIC #3

حجم المرور على الطرق Traffic Volume

متوسط حجم المرور اليومي

Average Daily Traffic (ADT)

$$ADT = \frac{\text{Traffic Volume}}{\text{Number of Days}} = \frac{\text{حجم المرور}}{\text{عدد أيام المرصد}}$$

عدد الأيام التي تم فيها المرصد
ومن الممكن ألا تكون 365

هو حجم المرور المتوسط لليوم وحسب بقسمة حجم المرور الذي يحدث خلال عدد معين من الأيام

منسوماً على عدد هذه الأيام

Annual Average Daily Traffic (AADT)

$$AADT = \frac{\text{Total Annual Traffic Volume}}{365}$$

هو حجم المرور المتوسط لليوم وحسب بقسمة حجم المرور الذي يحدث خلال سنة واحدة

منسوماً على عدد أيام السنة

التنبؤ بحجم المرور المتوسط اليومي في المستقبل Prediction of ADT_f

Annual Composite
Rate of Increase
معامل النمو الهندسي

Total Future Increase
معامل الزيادة
الكليّة المستقبلية

Traffic Projection Factor
معامل حجم المرور المستقبلي

معامل النمو الهندسي

Annual Composite Rate of Increase

1

حجم المرور المتوسط اليومي المستقبلي .. التصميمي

العمر الافتراضي للتصميم

20 ~ 25 years

$$ADT_f = ADT_c * (1 + e)$$

معدل الزيادة السنوية في حجم المرور
من 5% إلى 7%

حجم المرور المتوسط اليومي الحالي

معامل الزيادة الكليّة المستقبلية

Total Future Increase

2

$$ADT_f = ADT_c * \left(1 + \frac{\text{future increase \%}}{100}\right)$$

معامل حجم المرور المستقبلي

Traffic Projection Factor (TPF)

3

$$ADT_f = ADT_c * TPF$$

Design Hourly Volume (DHV)

حجم المرور التصميمي في الساعة

أو

30 Hourly Volume (30HV)

حجم المرور لأعلى 30 ساعة

هو حجم المرور التصميمي خلال ساعة واحدة وهو نسبة من حجم المرور اليومي وإذا أخذ في الاعتبار كان عدد ساعات الاندماج في تلك السنة = 29 ساعة

$$DHV = 30HV = 0.15 * ADT_f$$

→ Rural Roads

$$DHV = 30HV = 0.12 * ADT_f$$

→ Urban Roads

س : كيف تم حساب الـ 30HV كنسبة من الـ ADT ؟

يتم جمع data عن حجم المرور في كل ساعة من ساعات السنة كالآتي

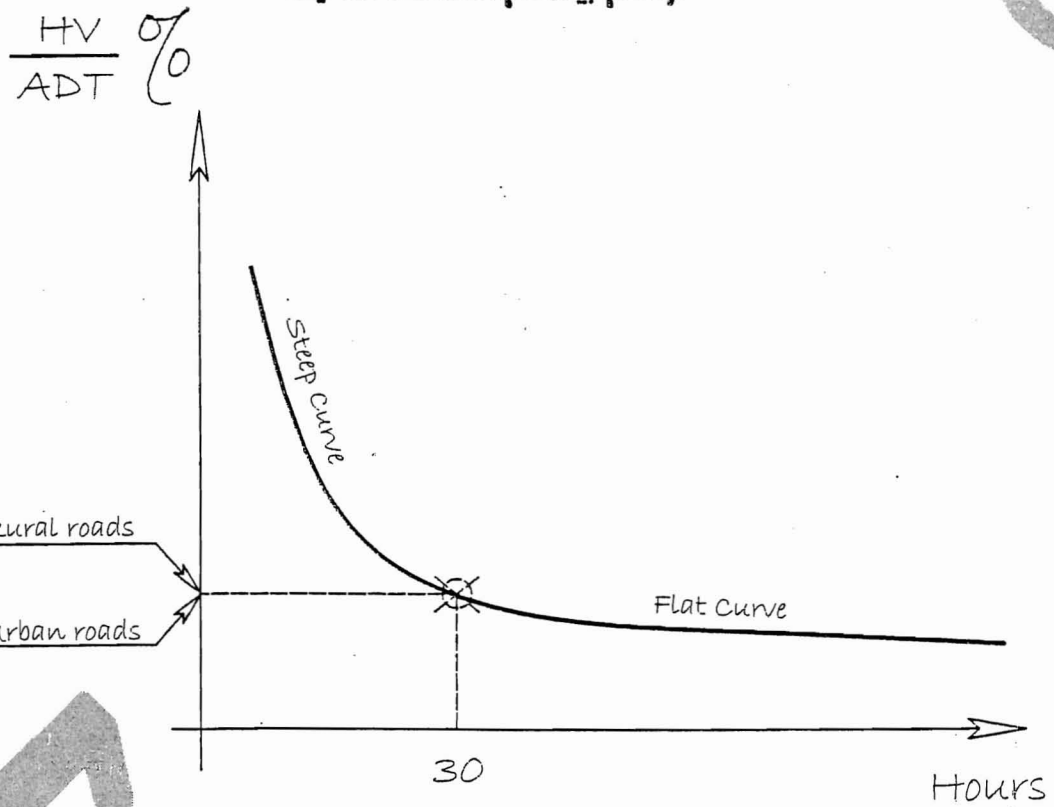
الساعة اليومية	عدد المركبات التي تمر خلال هذه الساعة
Hour No.	Traffic Volume Vehicle
1
2
3
.
.
.
8760
$\Sigma =$	annual traffic volume

$$AADT = \frac{\text{Total Annual Traffic Volume}}{365}$$

نقوم بعمل الجدول التالي

Hour #	Hourly volume (HV)	$\frac{HV}{ADT} \%$
	تضع أميغام السرور لكل ساعة مرتبة من الأكبر إلى الأصغر	

نرسم بينهم العلاقة التالية



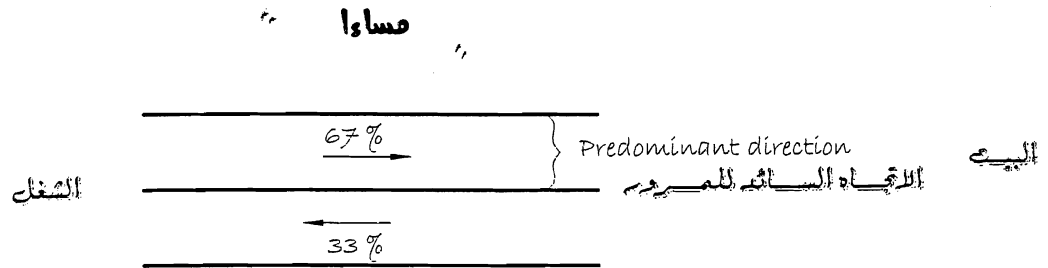
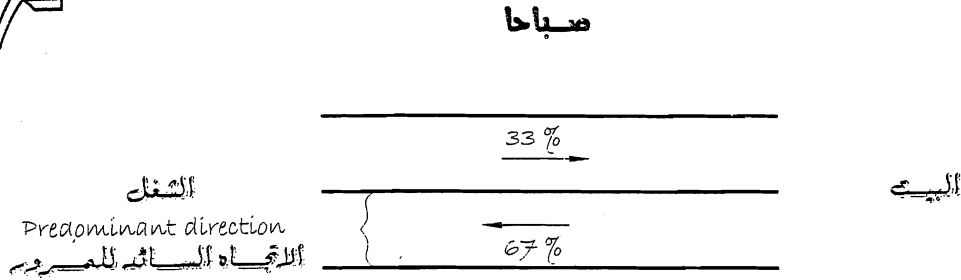
من الملاحظ من الشكل السابق أن النسبة بين $\frac{HV}{ADT}$ تكون تقريباً ثابتة بعد

الساعة الـ 30 وهذا معناه أنه إذا أخذنا حجم السرور للساعة 30 عند التصميم

فإن الطريق يكون مزدهر لمدة 29 ساعة فقط من ساعات السنة الـ 8760

Directional Distribution Factor معامل التوزيع الاتجاهي (Df)

Ex:



يجب تصميم كل اتجاه علي أن يتحمل 67 % من حجم المرور

يجب تصميم كل الطريق علي أن يتحمل 2 * 67 % من حجم المرور = 1.34

Directional Distribution Factor (Df)

$$DHV_d = DHV * Df$$

ملاحظة هامة

لا يتم الفهرس في معامل التوزيع الاتجاهي إلا إذا ذكر في المسألة أن هناك اتجاه مرور سائد

Predominant direction وقت الذروة (Peak Hour (Rush Hour

وفي هذه الحالة نستخدم الـ DHV في التصميم

خطوات تصميم قطاعان الطرق

1] معلومية الـ ADT_c ومعلومات التنبؤ بحجم المرور المستقبلي يتم حساب ADT_f

إذا لم يعطى معلومات يمكن من خلالها التنبؤ بحجم المرور المستقبلي يتم اعتباره الـ ADT هو حجم المرور التصميمي ADT_f

2] يتم حساب حجم المرور التصميمي في الساعة من إحدى العلاقتين

$$DHV = 30HV = 0.15 * ADT_f \longrightarrow \text{Rural Roads}$$

$$DHV = 30HV = 0.12 * ADT_f' \longrightarrow \text{Urban Roads}$$

3] يتم حساب الـ DHV_d بضرب الـ DHV في معامل التوزيع الاتجاهي DF

إن وجدت معلومات تدل على وجود اتجاه مرور سائد في وقت الذروة وإذا لم توجد معلومات عن ذلك ... يتم استخدام الـ DHV مباشرة

4] يتم فرض قطاع الطريق حاريتين ... ثم نختب السعة العملية للقطاع الفروض

وإذا كانت الـ Practical Capacity أكبر من أو تساوي الـ DHV_d فإن القطاع الفروض يصلح لحجم المرور العطي ... وعليه نرسم القطاع ونضع عليه الأبعاد التصميمية

5] إذا لم يصلح القطاع المصمم على أساس 2-lanes يتم فرضه multi-lanes وإيجاد السعة العملية Practical Capacity للعمارة الواحدة ثم يتم حساب

$$\text{No. Of Lanes} = \frac{30HV \text{ أو } DHV}{\text{Practical Capacity}} \geq 4$$

عدد الحارات
من العادلة

بعد ذلك يتم رسم القطاع ووضع جميع الأبعاد التصميمية عليه



مبدأ بناء علي

Based on 30HV principle what average daily traffic can the road in problem

no. 1 & 2 can ^{يستوعب} accommodate ?

في المذكرة السابقة

Solution

مبدأ ال 30HV أو أعلى 30 ساعة هو

$$DHV = 30HV = 0.15 * ADT \longrightarrow \text{Rural Roads}$$

$$DHV = 30HV = 0.12 * ADT \longrightarrow \text{Urban Roads}$$

وال مطلوب في السألة هو إيجاد عدد المركبات التي يستوعبها الطريق في اليوم

ADT \longrightarrow Average Daily Traffic يعني المطلوب هو الـ

وبناء علي المبدأ السابق فإن

$$ADT = \frac{30HV}{0.15} \longrightarrow \text{Rural Roads}$$

$$ADT = \frac{30HV}{0.12} \longrightarrow \text{Urban Roads}$$

ومع أن عدد المركبات التي يستوعبها الطريق في الساعة 30HV لابد أن يكون

$$30HV \leq \text{Practical Capacity}$$

أن عدد المركبات الـ max يكون عندما تساوي سعة الطريق Practical Capacity

مع عدد المركبات الـ 30HV or DHV علي الطريق فعليا

... For the average daily traffic can a road accommodate:

$$ADT = \frac{\text{Practical Capacity}}{0.15} \longrightarrow \text{Rural Roads}$$

$$ADT = \frac{\text{Practical Capacity}}{0.12} \longrightarrow \text{Urban Roads}$$

For Prob.#1 \longrightarrow Rural Roads $\longrightarrow ADT = \frac{\text{Practical Capacity}}{0.15}$

Case#1 $ADT = \frac{516}{0.15} = 3440 \text{ veh./day}$

Case#2 $ADT = \frac{480}{0.15} = 3200 \text{ veh./day}$

Case#3 $ADT = \frac{474}{0.15} = 3160 \text{ veh./day}$

Case#4 $ADT = \frac{242}{0.15} = 1613 \text{ veh./day}$

For Prob.#2 \longrightarrow Rural Roads $\longrightarrow ADT = \frac{\text{Practical Capacity}}{0.15}$

$$ADT = \frac{330}{0.15} = 2200 \text{ veh./day}$$



Estimate the maximum A.D.T. that can be carried on a 2-lane rural road with 7.0 m wide pavement and operating speed 80 - 90 km/hr. The truck traffic on the road is 20 % during peak hours. Assume that the road runs in flat area and all over conditions are ideal

Give separately the number of trucks and passenger cars that can be accommodated by the road

Solution

2-lane rural
7.0 m wide pavement
Lane width = $\frac{7.0 \text{ m}}{2} = 3.5 \text{ m}$

عرض الرصيف
عرض الحارة الواحدة
عدد الحارات

$v = 80 - 90 \text{ km/hr}$ + 2-lane rural

From table (3) \longrightarrow Practical Capacity = 600 PC/hr/2-lane

Lane width = 3.5 m

From table (1) $\longrightarrow F_1 = 0.86$

20% trucks & Flat terrain
أرض مستوية

From table (2) $\longrightarrow F_2 = 0.62$

\therefore Practical Capacity = $600 * 0.86 * 0.62$

$\approx 320 \text{ Veh./hr/2-lane}$

For max. ADT

$$\text{Practical Capacity} = 30HV = 0.15 * \text{ADT}$$

$$320 = 0.15 * \text{ADT}$$

$$\therefore \text{ADT} = 2132 \text{ veh./day/2-lane}$$

$$\text{Practical Capacity Of Trucks Only} = 320 * \frac{20}{100} = 64 \text{ Truck/hr/2-lane}$$

$$\text{Practical Capacity Of P.C. Only} = 320 * \frac{80}{100} = 256 \text{ P.C./hr/2-lane}$$

$$320 \text{ veh./hr/2-lane}$$

$$\text{ADT} = \frac{\text{PC}}{0.15}$$

~~0.12~~



A reconstructed 4-lane road, lane width 3.50 m, speed 75 km/hr , 20% trucks.
life time 20 years, rate of traffic increase/year is 5%, find the current A.D.T.

Solution

$$\left. \begin{array}{l} v = 75 \text{ km/hr} \\ \text{multi-lane rural} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{من القيم المعطاة} \\ \longrightarrow \end{array} \text{Prac. Capacity} = 1000 \text{ PC/hr/2-lane}$$

$$\text{Lane width} = 3.5 \text{ m}$$

$$\text{From table (1)} \longrightarrow F_1 = 0.97$$

$$\text{20\% trucks \& Flat terrain} \longleftarrow \text{التي لم يذكر معلومات عن نوع الأرض}$$

$$\text{From table (2)} \longrightarrow F_2 = 0.83$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{Practical Capacity} &= 1000 * 0.97 * 0.83 \\ &\approx 805 \text{ veh./hr/lane} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{Practical Capacity} = 30HV = 0.15 * ADT_f$$

$$805 * 4 = 0.15 * ADT_f$$

$$\therefore ADT_f = \frac{4\text{-lanes Prac. Cap.}}{0.15} = \frac{3220}{0.15} = 21466 \text{ veh/day}$$

نسبة الزيادة السنوية \rightarrow e \leftarrow عدد السنوات n

$$\therefore ADT_f = ADT_c * (1 + e)^n$$

\leftarrow Current \leftarrow ADT_c

$$\therefore ADT_c = \frac{21466}{(1 + 0.05)^{20}} = \underline{\underline{8090 \text{ veh/day}}}$$

$$ADT_f = (ADT_c (1 + e)^n)^n$$



A section of a highway is to be constructed to the best standards for an operating speed of 60 km/hr. The expected A.D.T. during the design year is 25000 vehicles in both directions with 20% trucks and 60% of traffic travel in the main direction during peak hour. It is required to :

- Determine the design hourly volume and the number of lanes required
- Draw a neat cross-section of the proposed highway. Given dimensions of all design elements.

Solution

الخطوة الأولى : إيجاد حجم المرور التصميمي في الساعة

— $ADT = 25000 \text{ veh./day/2 directions}$

— $\% \text{ trucks} = 20 \%$

— $60\% \text{ of traffic travel in the main direction during peak (rush) hour}$

$D_f = (2 * 0.60) = 1.2$ يعني أن هناك توزيع اتجاهي

⇒ calculating of (DHV)

$$\begin{aligned} DHV &= 30HV = 0.12 * ADT \quad (\text{urban}) \\ &= 0.12 * 25000 = 3000 \text{ veh./hr/2-dir.} \end{aligned}$$

⇒ Multiplying with directional distribution factor

بالضرب في معامل التوزيع الاتجاهي

$$DHV_d = 1.2 * DHV = 1.2 * 3000 = 3600 \text{ veh./hr/2-directions}$$

Design

الخطوة الثانية : نفرضه 2-lane و نحسب الـ PC

Assume 2-lane

urban } من القيم المحفوظة
2-lane } \longrightarrow Prac. Capacity = 1500 PC/hr/2-lane

الـ PC قبل التخفيض أقل من حجم المرور في الساعة

الطريق متعدد الحارات

Assume Multi-lane

urban } من القيم المحفوظة
Multi-lanes } \longrightarrow Prac. Capacity = 1500 PC/hr/lane

Assume Lane width = 3.75 m From table (1) $\longrightarrow F_1 = 1.00$

إذا كان معطي عرض الحارة في السألة نأخذها كما هو معطي ... خلاف ذلك نفرضه أي رقم 3.75 ~ 2.75

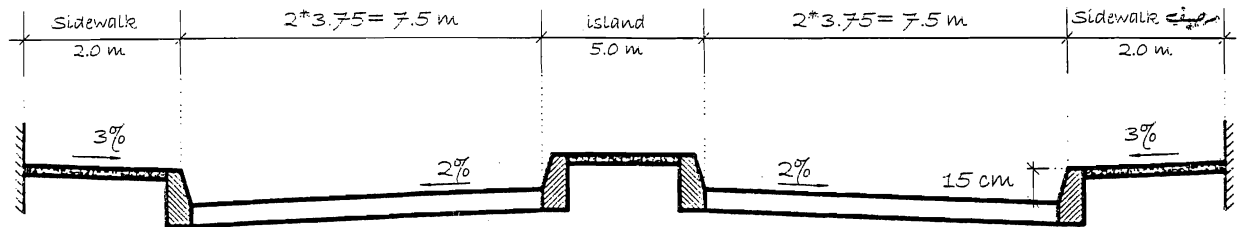
20% trucks & Level terrain ^{أرض مستوية} From table (2) $\longrightarrow F_2 = 0.83$

\therefore Practical Capacity = $1500 * 1.00 * 0.83 \approx 1245$ veh./hr/lane

\therefore No. Of Lanes = $\frac{D_{HV_d}}{\text{Prac. Cap.}} = \frac{3600}{1245} = 2.89$ Lanes

\therefore Taken 4 - Lanes of 3.75 m width

الخطوة الثالثة : رسم القطاع ووضع الأبعاد





نريد إنشاء

أنشء حيا

It is proposed to reconstruct a given 2-lane road because of traffic congestion

traffic counts show that the average daily traffic (ADT) is 2000 vehicles of which 20% is truck. Future increase in traffic during lifetime is 200%. Design the cross section of the proposed new road for a design speed of 90 km/hr. in rolling terrain.

Draw lanes, shoulders, side slopes. road is in fill with pavement thickness 60 cm

Solution

$$\begin{aligned} ADT_f &= ADT_c * (1 + \text{Increase}) \\ &= 2000 * (1 + 2) = 6000 \text{ veh./day} \end{aligned}$$

$$v = 100 \text{ km/hr} > 80 \rightarrow \text{Rural Roads}$$

$$\begin{aligned} DHV &= 30HV = 0.15 * ADT \\ &= 0.15 * 6000 = 900 \text{ veh./hr} \end{aligned}$$

Assume 2-lane

$$\left. \begin{array}{l} v = 90 \text{ km/hr} \\ 2\text{-lane rural} \\ 0.0\% \text{ SD} < 450\text{m} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{table (3)}} \text{Prac. Capacity} = 600 \text{ PC/hr/2-lane}$$

قيمة الـ DHV الـ Practical Capacity الـ البنية التحتية

تفرض الطريق متعدد الحارات

Assume Multi-lane

Rural } من القيم المعنوية
Multi-lanes } \longrightarrow Prac. Capacity = 1000 PC/hr/lane

Assume Lane width = 3.75 m

From table (1) $\longrightarrow F_1 = 1.00$

20% trucks & rolling terrain

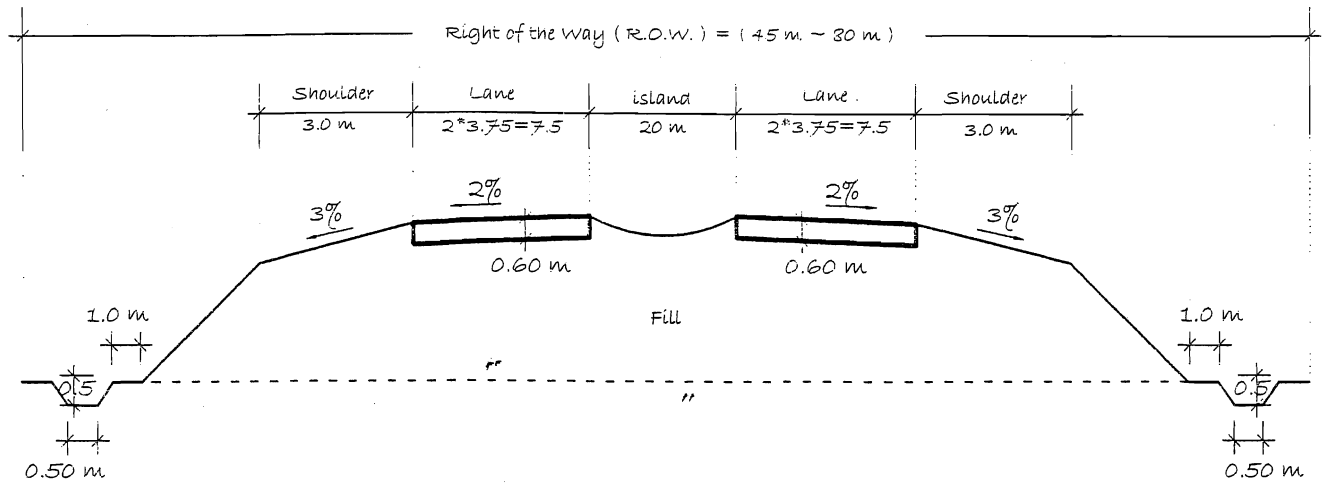
From table (2) $\longrightarrow F_2 = 0.63$

$$\therefore \text{Practical Capacity} = 1000 * 1.00 * 0.63 \\ \approx 630 \text{ Veh./hr/lane}$$

$$\therefore \text{No. Of Lanes} = \frac{D_{HV_d}}{\text{Prac. Cap.}} = \frac{900}{630} = 1.43 \text{ Lanes}$$

\therefore Taken the min. \longrightarrow 4 - Lanes of 3.75 m width

Proposed Design



It is required to reconstruct a section of highway according to the following :
 Design speed 75 km/hr , lane width 3.5 m , 20% truck , life time 20 years , rate
 of traffic increase 5% , current ADT= 4800 vehicles, road in cut fill.

Solution

$$ADT_f = ADT_c * (1 + e)^n$$

$$= 4800 * (1 + 0.05)^{20} = 12736 \text{ veh./day}$$

$$\therefore DHV = 30HV = 0.15 * ADT = 0.15 * 12736$$

$$= 1910 \text{ veh./hr}$$

Try 2-lane

$$\left. \begin{array}{l} v = 75 \text{ km/hr} \\ 2\text{-lane rural} \\ 0.0\% \text{ SD} < 450\text{m} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{table (3)}} \text{Prac. Capacity} = 900 \text{ PC/hr/2-lane}$$

قيمة الـ Practical Capacity البدئية أقل من الـ DHV

نفرض الطريق متعدد الحارات

Assume Multi-lane

$$\left. \begin{array}{l} \text{Rural} \\ \text{Multi-lanes} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{من التيم الحنظرة}} \text{Prac. Capacity} = 1000 \text{ PC/hr/lane}$$

Assume Lane width = 3.5 m

From table (1) $\rightarrow F_1 = 0.97$

20% trucks & Level terrain

From table (2) $\rightarrow F_2 = 0.83$

$$\therefore \text{Practical Capacity} = 1000 * 0.97 * 0.83 \\ \approx 805 \text{ Veh./hr/lane}$$

$$\therefore \text{No. Of Lanes} = \frac{D H V_d}{\text{Prac. Cap.}} = \frac{1910}{805} \approx 2.4 \text{ Lanes}$$

\therefore Taken the min. \rightarrow 4 - Lanes of 3.5 m width

Proposed Design

