تقييم حركة المشاة وفق منهجية HCM2010

حركة المشاة

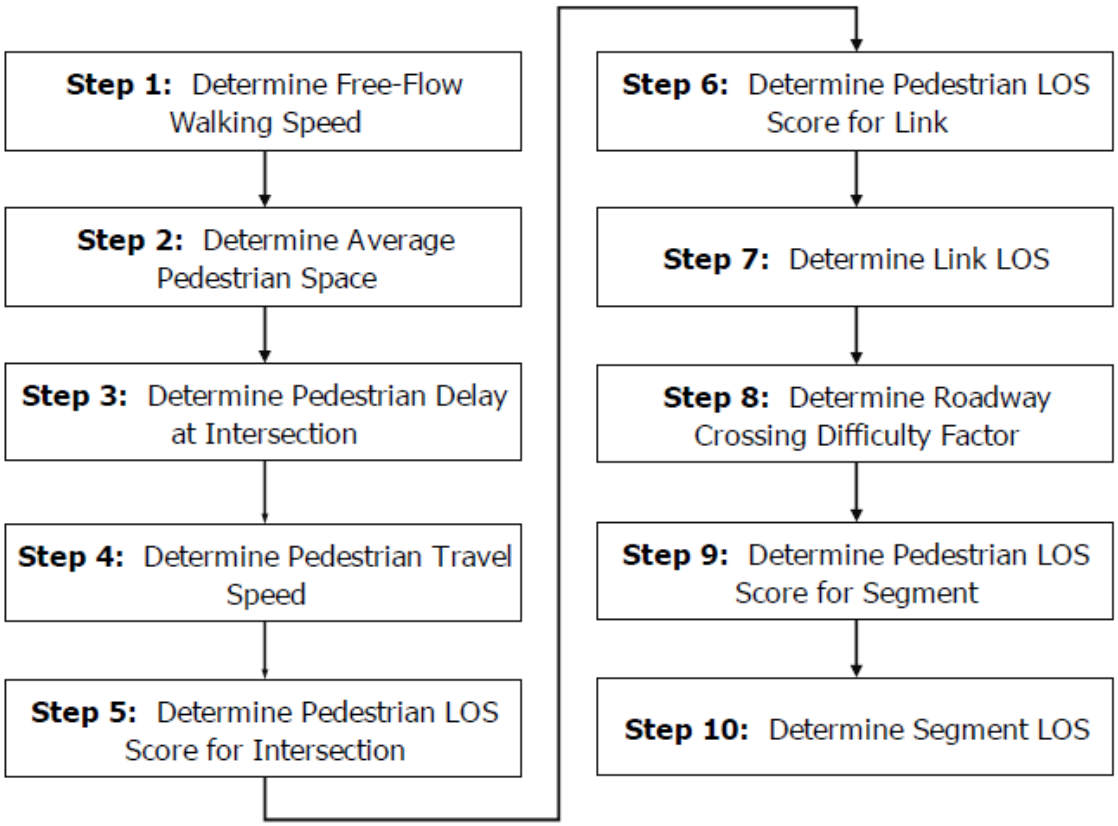
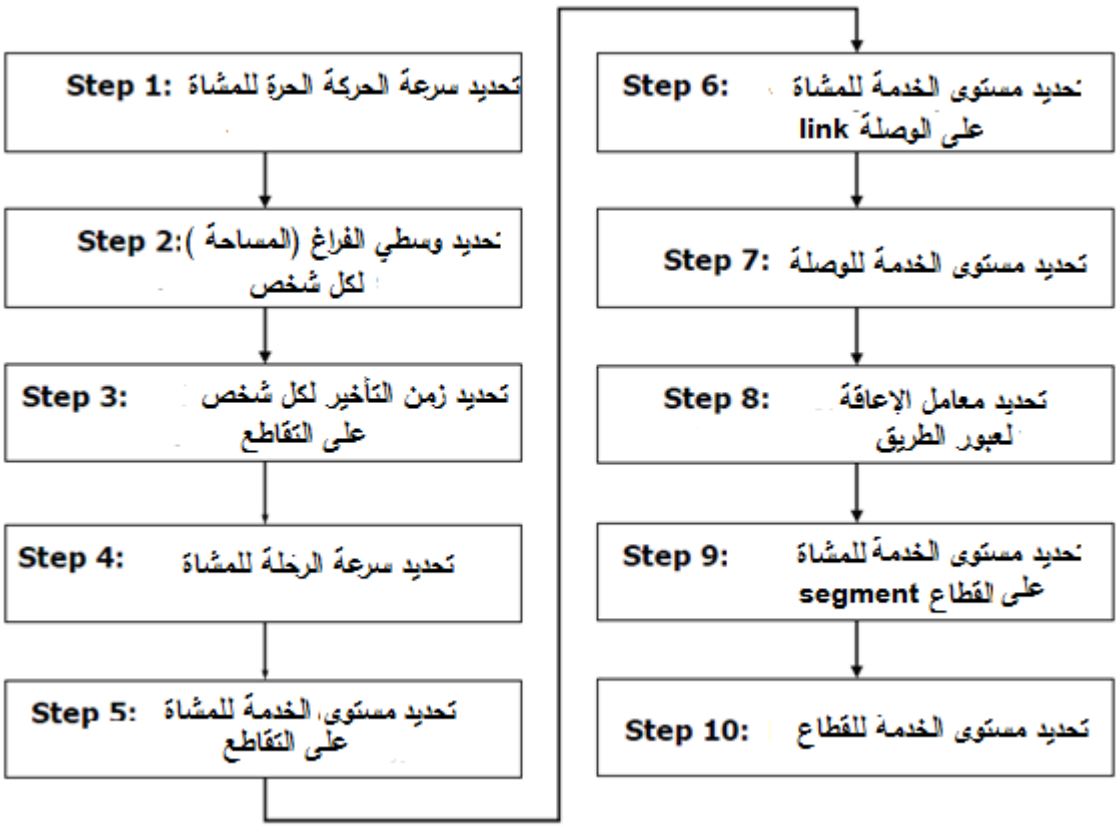


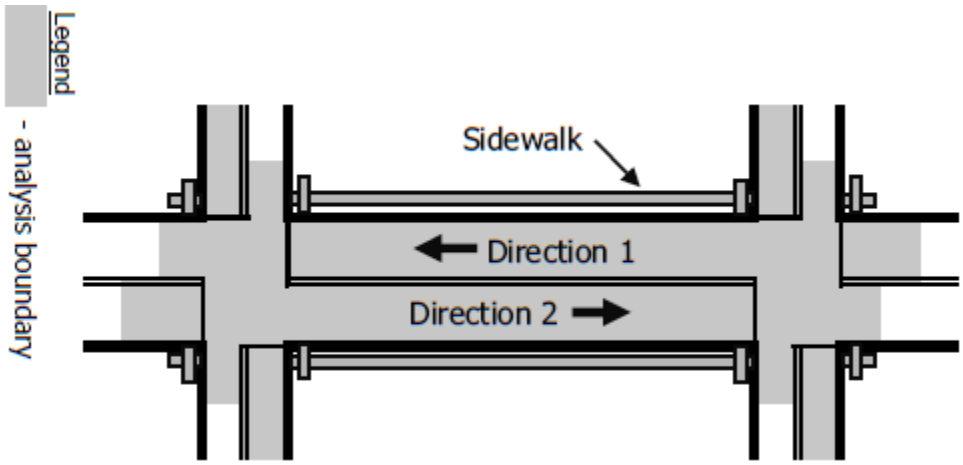
Exhibit 17-15
Pedestrian Methodology for Urban Street Segments



منهجية المشاة لقطاعات شوارع المدن

منطقة الدراسة والتحليل:

تعرّف حدود منطقة (قطاع) الدراسة بحدود حرم الطريق ومنطقة التأثير الوظيفي لكل تقاطع ضمن الحدود (تمتد منطقة التأثير على اذرع التقاطع لأبعد مكان يمكن أن يصل إليه رتل العربات).



Pedestrian LOS Score	LOS by Average Pedestrian Space (ft^2/p)					
	>60	>40–60	>24–40	>15–24	>8.0–15[a]	≤ 8.0[a]
≤2.00	A	B	C	D	E	F
>2.00–2.75	B	B	C	D	E	F
>2.75–3.50	C	C	C	D	E	F
>3.50–4.25	D	D	D	D	E	F
>4.25–5.00	E	E	E	E	E	F
>5.00	F	F	F	F	F	F

Note: [a] In cross-flow situations, the LOS E/F threshold is 13 ft^2/p.

معيار مستوى الخدمة لحركة المشاة

الخطوة 1: تحديد سرعة الجريان الحر للمشاة

هناك حاجة لقيم معدل سرعة الجريان الحر للمشاة Spf لتقييم قطاعات شوارع المدن من حيث حركة المشاة، أظهرت الأبحاث أن سرعة حركة المشاة تتأثر بالعمر وبالميل الطولي للأرصفة، إذا كانت نسبة المعمرين (أكبر من 65 سنة) الذين يتحركون على قطاع معين بين 0% – 20% يوصى باستخدام سرعة مشاة 4.4 ft/s (1.32 m/sec)، وإذا كانت نسبة المعمرين أكبر من 20% نستخدم وسطي

سرعة جريان حر للمشاة 3.3 ft/s (1 m/sec) ، في حال ميول طولية أكبر من 10% تخفض السرعة بمقدار 0.3 ft/s (0.09 m/sec).

الخطوة 2: تحديد وسطي المساحة المخصصة للمشاة

تتأثر حركة الأشخاص بالفراغات التي تفصل فيما بينهم والفراغات بينهم وبين العوائق الموجودة على الأرصفة التي يتحركون عليها، تعتبر القيمة الوسطية للمساحة المخصصة للشخص مؤشراً لأداء القطاع الذي يقع ضمنه الرصيف، وترتبط هذه المساحة بالعرض الفعال للرصيف ومعدل غزارة المشاة وسرعة المشاة. (لا تطبق هذه الخطوة في حال عدم وجود رصيف للمشاة).

أ- **تحديد العرض الفعال للرصيف:** العرض الفعال للرصيف هو عبارة عن العرض الإجمالي مطروحاً منه عرض المنشآت أو العوائق الموجودة على الرصيف ، وهذه المنشآت يمكن أن تكون مستمرة مثل سور أو واجهة محلات ويمكن أن تكون غير مستمرة مثل أعمدة أو أشجار أو مقاعد.

العرض الفعال للرصيف يؤخذ كقيمة وسطية على طول الوصلة link ويحسب من العلاقة:

$$W_E = W_T - W_{O,i} - W_{O,o} - W_{s,i} - W_{s,o} \quad \geq 0.0$$

$$W_{s,i} = \max(W_{buf}, 1.5)$$

$$W_{s,o} = 3.0 p_{\text{window}} + 2.0\, p_{\text{building}} + 1.5\, p_{\text{fence}}$$

$$W_{O,i} = w_{O,i} - W_{s,i} \quad \geq 0.0$$

$$W_{O,o} = w_{O,o} - W_{s,o} \quad \geq 0.0$$

حيث :

W_E : العرض الفعال للرصيف (ft)

W_T : العرض الإجمالي للرصيف(ft)

$W_{O,i}$: العرض الفعال المصحح للمنشأة الثابتة من الجهة الداخلية للرصيف (ft)

$W_{O,o}$: العرض الفعال المصحح للمنشأة الثابتة من الجهة الخارجية للرصيف (ft)

$W_{s,i}$: مسافة الابتعاد (الانزياح) من الجهة الداخلية للرصيف (جهة الأطاريف) (ft)

$W_{s,o}$: مسافة الابتعاد (الانزياح) من الجهة الخارجية للرصيف (ft)

W_{buf} : عرض المنطقة الفاصلة بين الطريق والرصيف (ft)

p_{window} : النسبة من طول الرصيف المجاورة لواجهة عبارة عن نافذة (ft)

p_{building} : النسبة من طول الرصيف المجاورة لواجهة عبارة عن بناء (ft)

p_{fence}: النسبة من طول الرصيف المجاورة لواجهة عبارة عن سياج أو جدار منخفض (ft)

$w_{O,i}$: العرض الفعال للمنشأة الثابتة من الجهة الداخلية للرصيف (ft)

$w_{O,o}$: العرض الفعال للمنشأة الثابتة من الجهة الخارجية للرصيف (ft)

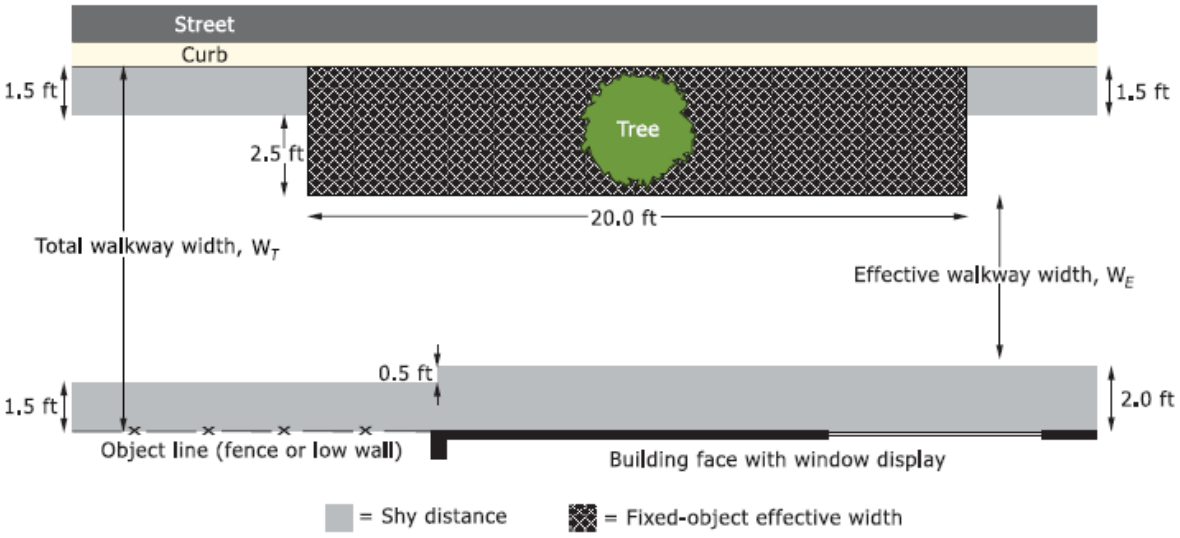


Exhibit 17-17
Width Adjustments for Fixed Objects

ب–حساب معدل غزارة المشاة في واحدة العرض: يحسب معدل غزارة المشاة لواحدة العرض من الرصيف حسب العلاقة:

$$v_p = \frac{v_{ped}}{60\ W_E}$$

حيث:

v_p : معدل غزارة المشاة لواحدة العرض (p/ft/min)

v_{ped} : معدل غزارة المشاة للرصيف المدروس (الحركة في الاتجاهين) (p/h)

W_E : العرض الفعال للرصيف (ft)

ت–حساب السرعة الوسطية لحركة المشاة: تحسب السرعة الوسطية للمشي من العلاقة التالية:

$$S_p = (1 - 0.00078\ v_p^2)\ S_{pf} \quad \geq 0.5\ S_{pf}$$

وهذه العلاقة ناتجة العلاقة بين معدل الغزارة ووسطي سرعة المشي (الشكل 23.1 من الفصل 23)، حيث:

S_p : سرعة حركة المشاة (ft/s)، S_{pf} : سرعة الجريان الحر للمشاة (ft/s)،

v_p : معدل غزارة المشاة لواحدة العرض (p/ft/min)

ث– تحديد المساحة المخصصة للمشاة: تحدد المساحة الوسطية المخصصة للمشاة وفق العلاقة:

$$A_p = 60\ \frac{S_p}{v_p}$$

حيث: A_p: المساحة المخصصة للشخص (ft^2/p).

يمكن مقارنة المساحة المخصصة للمشاة الناتجة من العلاقة السابقة مع القيم في الجدول (16.17) للحصول على مقاربة للأداء على زاوية التقاطع المدروس.

Pedestrian Space (ft^2/p)		
Random Flow	Platoon Flow	Description
>60	>530	Ability to move in desired path, no need to alter movements
>40–60	>90–530	Occasional need to adjust path to avoid conflicts
>24–40	>40–90	Frequent need to adjust path to avoid conflicts
>15–24	>23–40	Speed and ability to pass slower pedestrians restricted
>8–15	>11–23	Speed restricted, very limited ability to pass slower pedestrians
≤8	≤11	Speed severely restricted, frequent contact with other users

The first two columns in Exhibit 17-16 indicate a sensitivity to flow condition. Random pedestrian flow is typical of most segments. Platoon flow is appropriate for shorter segments (e.g., in downtown areas) with signalized boundary intersections.

الخطوة 3: تحديد زمن تأخير المشاة على التقاطع:

يحدد زمن التأخير في ثلاثة مواقع على طول القطاع، كل تأخير يمثل متحول إدخال. زمن التأخير الأول يمثّل التأخير الحاصل للمشاة الذين يمرون على التقاطع ضمن الحدود على طول مسار مواز لمحور القطاع d_{pp}. متحول التأخير الثاني يمثل التأخير الحاصل على القطاع للمشاة الذين يمرون عبر أقرب تقاطع منظم بإشارة ضوئية d_{pc} . متحول التأخير الثالث يمثل التأخير الحاصل للمشاة الذين ينتظرون الثغرة لعبور موقع غير منظم d_{pw} .

الخطوة 4: تحديد سرعة الرحلة للمشاة :

تمثّل سرعة الرحلة للمشاة تجميع قياسات السرعة على طول القطاع. وهي تأخذ التأخير على التقاطع التالي ضمن حدود القطاع إضافة إلى زمن العبور لطول القطاع ، وهي عادة أقل من وسطي سرعة المشي. تحسب سرعة الرحلة للمشاة وفق العلاقة:

$$S_{Tp,seg} = \frac{L}{\frac{L}{S_p} + d_{pp}}$$

حيث:

$S_{Tp,seg}$: سرعة الرحلة للمشاة عبر القطاع (ft/s)،

L: طول القطاع (ft)،

S_p : سرعة حركة المشاة (ft/s)

d_{pp} : تأخير المشاة عند السير بشكل مواز للقطاع (s/p)،

عموما تعتبر سرعة الرحلة 4ft/s أكثر منطقية وقبولا والسرعة 2 ft/s أقل تفضيلاً.

الخطوة 5: تحديد العلامات لمستوى الخدمة للمشاة على التقاطع :

إذا كان التقاطع ضمن حدود الدراسة منظم بإشارة ضوئية تستخدم المنهجية من الفصل (18) للحساب، أما إذا كان التقاطع منظم بإشارة "قف" تكون علامة مستوى الخدمة تساوي 0.0 .

الخطوة 6: تحديد (النقاط) العلامات لمستوى الخدمة للمشاة على الوصلة :

تحسب علامات مستوى الخدمة باستخدام المعادلة:

$$I_{p,link} = 6.0468 + F_w + F_v + F_S$$

$$F_w = -1.2276 \ln(W_v + 0.5\, W_1 + 50\, p_{pk} + W_{buf}\, f_b + W_{aA}\, f_{sw})$$

$$F_v = 0.0091 \frac{v_m}{4\, N_{th}}$$

$$F_s = 4\left(\frac{S_R}{100}\right)^2$$

حيث:

$I_{p,link}$: علامة مستوى الخدمة للوصلة،

F_w : معامل تصحيح المقطع العرضي،

F_v : معامل تصحيح غزارة العربات،

F_S: معامل تصحيح سرعة العربات،

$\ln(x)$: اللوغاريتم الطبيعي لـ x

W_v : العرض الفعال الإجمالي للحارة الخارجية، حارة الدراجات والأكتاف كتابع لغزارة المرور (ft)،

W_1: العرض الفعال لحارة الدراجات مع الأكتاف (ft)،

p_{pk} : النسبة المشغولة على الشارع بمواقف السيارات (عدد عشري)،

W_{buf}: عرض المنطقة بين الطريق والرصيف الجانبي (=0.0 في حال عدم وجود رصيف)،

f_b: معامل المساحة للمنطقة =5.37 من أجل حاجز مستمر بارتفاع على الأقل 3 ft يتوضع بين الرصيف الجانبي والطرف الخارجي للطريق، وتؤخذ القيمة 1.0 خلاف ذلك،

W_A: عرض الرصيف الجانبي (0.0 في حال عدم وجود الرصيف)، و $W_T - W_{buf}$ إذا كان الرصيف موجود،

W_{aA} : العرض المصحح الرصيف الجانبي ($= \min(W_A, 10)$) (ft)،

f_{sw}: معامل عرض الرصيف الجانبي ($= 6.0 - 0.3\ W_{aA}$)

v_m : معدل الغزارة في وسط القطاع (الجهة الأقرب للرصيف الجانبي المقصود (veh/h)،

N_{th}: عدد حارات الحركة المستقيمة من جهة الحركة المدروسة،

S_R : سرعة جريان العربات $= (3{,}600\ L)/(5{,}280\ t_R)$ (mi/h).

تتعلق قيمة العديد من المتحولات في المعادلات السابقة بظروف مختلفة يوضحها الجدول التالي:

Condition	Variable When Condition Is Satisfied	Variable When Condition Is Not Satisfied
p_{pk} = 0.0	$W_t = W_{ol} + W_{bl} + W_{os}^*$	$W_t = W_{ol} + W_{bl}$
v_m > 160 veh/h or street is divided	$W_v = W_t$	$W_v = W_t (2 - 0.005\ v_m)$
p_{pk} < 0.25 or parking is striped	$W_1 = W_{bl} + W_{os}^*$	$W_1 = 10$

Notes: W_t = total width of the outside through lane, bicycle lane, and paved shoulder (ft);
W_{ol} = width of the outside through lane (ft);
W_{os}^* = adjusted width of paved outside shoulder; if curb is present $W_{os}^* = W_{os} - 1.5 \geq 0.0$, otherwise $W_{os}^* = W_{os}$ (ft);
W_{os} = width of paved outside shoulder (ft); and
W_{bl} = width of the bicycle lane = 0.0 if bicycle lane not provided (ft).

Exhibit 17-18
Variables for Pedestrian LOS Score
for Link

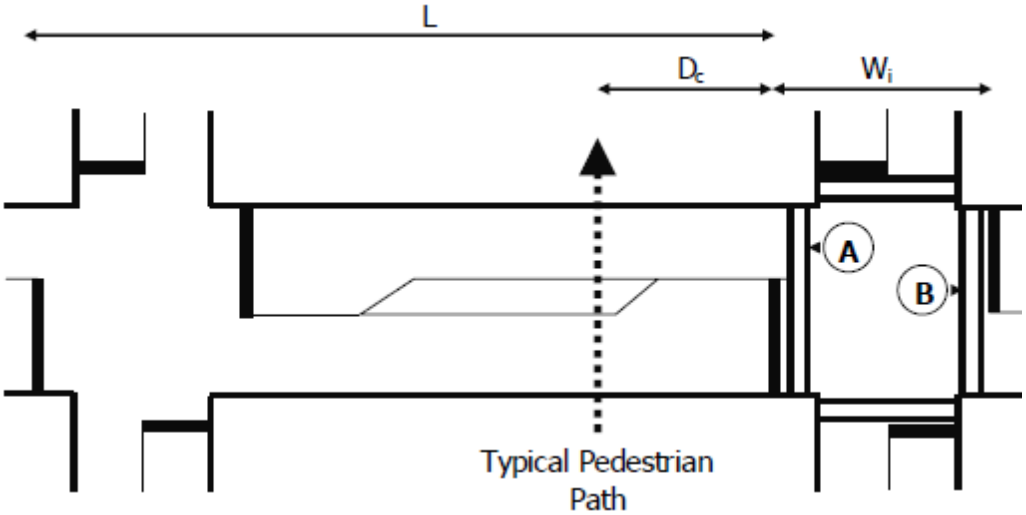
الخطوة 7: تحديد مستوى الخدمة للمشاة على الوصلة :

يحدد مستوى الخدمة LOS للمشاة للوصلة حسب النقاط المحسوبة في الخطوة 6 وحسب المساحة المخصصة للمشاة من الخطوة 2 . يحدد هذان المعياران وبناء على الجدول 17_3 مستوى الخدمة للاتجاه المدروس على الوصلة. في حال عدم وجود رصيف المشاة نستخدم الجدول 17_4 لتحديد مستو الخدمة حيث لا توجد مساحة مخصصة للمشاة.

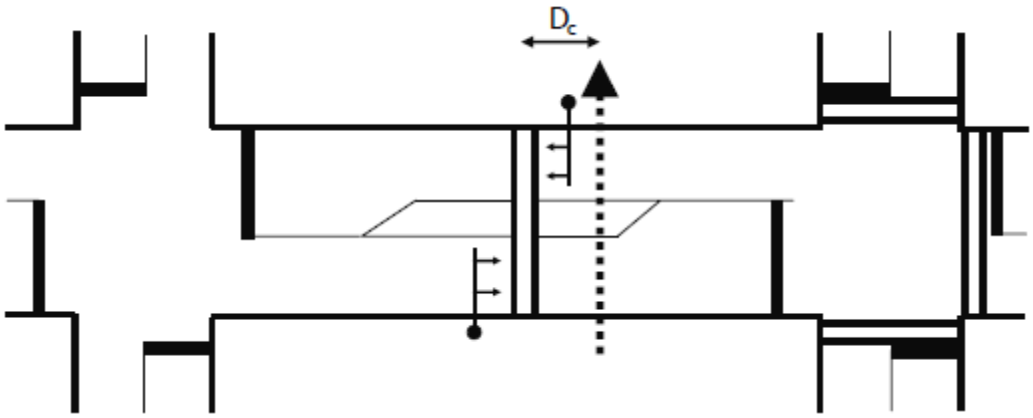
الخطوة 8: تحديد معامل صعوبة العبور للشارع :

ويعبر هذا المعامل عن صعوبة عبور المشاة للشارع بين التقاطعات المحيطة (المحددة للشارع)، وينخفض مستوى الخدمة من وجهة نظر المشاة إذا اعتبر أن هناك صعوبات في العبور. ويرتبط معامل صعوبة العبور على التأخير الذي يحصل للمشاة عند عبور القطاع المدروس. أحد خيارات العبور يحصل عندما يحوّل المشاة مسارهم إلى أقرب معبر منظم بإشارة ضوئية. يمكن أن يكون هذا المعبر في وسط القطاع ومنظم بإشارة ضوئية، أو يمكن أن يكون على التقاطع المنظم بإشارة ضوئية. الخيار الثاني هي أن يتابع المشاة المسار الأساسي عبر معبر غير منظم بإشارة ضوئية، وعند ذلك يجب أن تتوفر الثغرة المناسبة ضمن رتل العربات والتي يمكن الاستفادة منها لعبور المشاة.

أ- حساب التأخير الناجم عن التحويل:
زمن التأخير الحاصل نتيجة تحويل المسار يتضمن المشي إلى ومن المعبر الوسطي إلى أقرب معبر منظم بإشارة ضوئية وزمن الانتظار للعبور على الإشارة الضوئية. لذلك يتطلب حساب هذا الزمن معرفة المسافة إلى أقرب تقاطع منظم بإشارة ضوئية وتوقيت الإشارة الضوئية.
تتعلق المسافة D_c إلى أقرب معبر بأحد خيارين ، الأول إذا كان هناك مسار مشاة محدد وواضح : آ- يعبر القطاع ويستمر فيما بعده، ب- الأكثر استخداما لعبور المشاة. يوضح الشكل (17_19) الحاتين.



(a) Divert to Nearest Boundary Intersection



(b) Divert to Midsegment Signalized Crosswalk

Exhibit 17-19
Diversion Distance Components

الخيار الثاني يستخدم عندما يكون المعبر نوعاً ما منتظم على طول القطاع ، في هذه الحالة يمكن فرض المسافة D_c بأنها تساوي ثلث المسافة بين أقرب معبر منظم بإشارة ضوئية يقسم القطاع. تحسب المسافة إلى أقرب معبر منظم بإشارة ضوئية وفق العلاقة: $D_d = 2\ D_c$

حيث : D_d : مسافة التحويل (ft)، D_c : المسافة إلى أقرب معبر منظم بإشارة ضوئية (ft).

يحسب التأخير الحاصل بسبب التحويل وفق العلاقة:

$$d_{pd} = \frac{D_d}{S_p} + d_{pc}$$

حيث : d_{pd} : زمن تأخير التحويل للمشاة (s.p)،

D_d : مسافة التحويل (ft)،

S_p : سرعة حركة المشاة (ft/s)،

d_{pc} : زمن تأخير المشاة عند عبور أقرب معبر منظم بإشارة ضوئية (s.p)

ب-

B. Compute Roadway Crossing Difficulty Factor

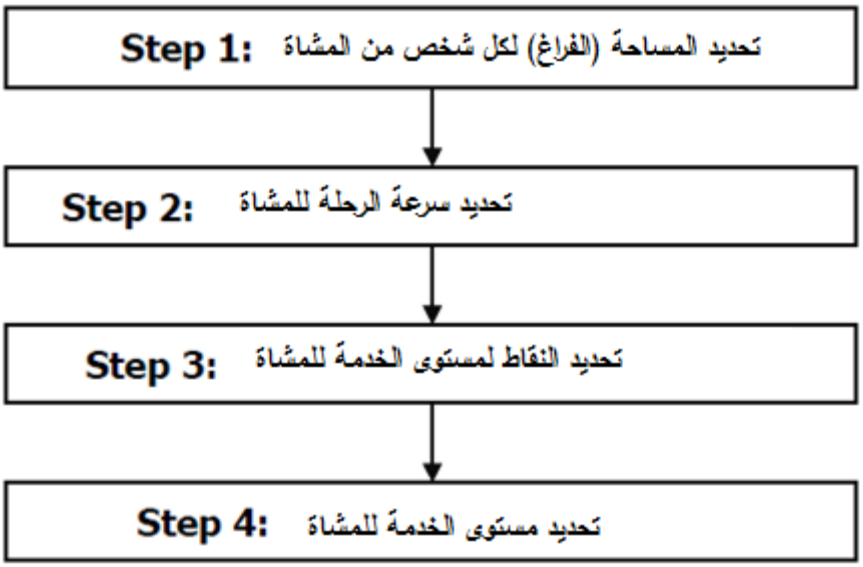
The roadway crossing difficulty factor is computed by using Equation 17-37.

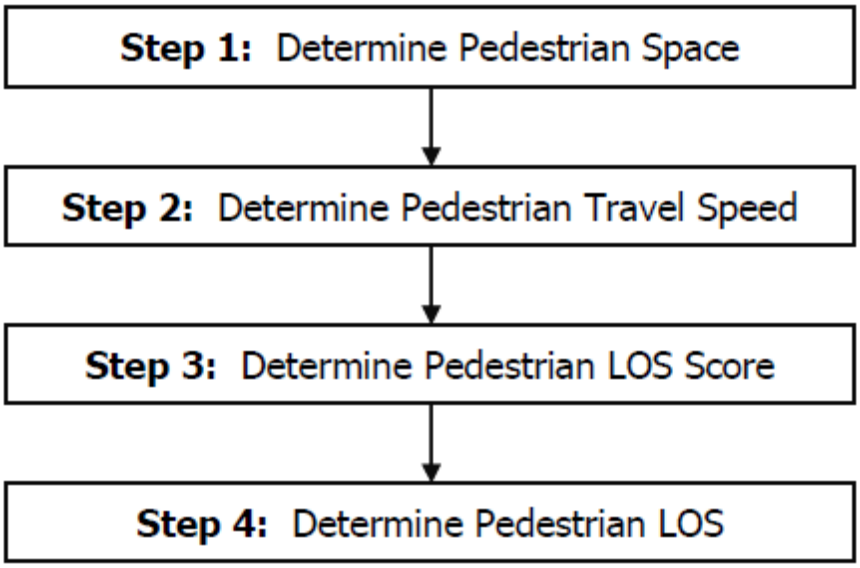
$$F_{cd} = 1.0 + \frac{0.10\ d_{px} - (0.318\ I_{p,link} + 0.220\ I_{p,int} + 1.606)}{7.5}$$

حركة المشاة:

يتم تقييم الأداء لحركة المشاة على شوارع المدن بشكل مستقل لكل من جانبي الشارع، وتركز المنهجية على الشوارع مع كل من التقاطعات المنظمة بإشارات ضوئية أو بشاخصات قف أو تمهل.

تهدف المنهجية عبر أربع خطوات رئيسة للوصول إلى تحديد مستوى الخدمة للمشاة:





.

Pedestrian Space (ft^2/p)		
Random Flow	Platoon Flow	Description
>60	>530	Ability to move in desired path, no need to alter movements
>40–60	>90–530	Occasional need to adjust path to avoid conflicts
>24–40	>40–90	Frequent need to adjust path to avoid conflicts
>15–24	>23–40	Speed and ability to pass slower pedestrians restricted
>8–15	>11–23	Speed restricted, very limited ability to pass slower pedestrians
≤ 8	≤ 11	Speed severely restricted, frequent contact with other users

Class	multiply:	by:	to get:
Length	in	25.40	mm
	in	2.540	cm
	in	0.0254	m
	ft	0.3048	m
	yd	0.9144	m
	mi	1.6093	km
Area	ft^2	0.0929	m^2
	yd^2	0.8361	m^2
	mi^2	2.590	km^2

الخطوة 1: تحديد الفراغ (المساحة لكل شخص من المشاة

تتأثر حركة المشاة بمقدار الفراغ الفاصل بين الأشخاص أثناء الحركة وبالعوائق الموجودة على الأرصفة. ويعتبر الفراغ الفاصل بين الأشخاص المشاة مؤشراً لأداء المنشأة أثناء الحركة أو السير على الرصيف. تحدد المساحات (الفراغات) للمشاة لكل قطاع (segment) باستخدام الطريقة الموضحة في الفصل (17).

تحسب المساحة المخصصة للمشاة من العلاقة التالية:

$$A_{p,F} = \frac{\sum_{i=1}^{m} L_i}{\sum_{i=1}^{m} \frac{L_i}{A_{p,i}}}$$

where

$A_{p,F}$ = pedestrian space for the facility (ft²/p),

L_i = length of segment i (ft),

m = number of segments on the facility, and

$A_{p,i}$ = pedestrian space for segment i (ft²/p).

حيث:

$I_{p,F}$: المساحة المخصصة للمشاة للمنشأة (الموقع المدروس) (ft^2/p)

$I_{p,F}$: طول القطاع i (ft)

m :عدد القطاعات ضمن المنشأة المدروسة

$A_{p,i}$:المساحة المخصصة للمشاة للقطاع المدروس (ft^2/p)

المساحة المخصصة للمنشأة ككل هي انعكاس للمساحة المخصصة للمشاة على الأرصفة للقطاعات المدروسة، وهي لا تأخذ بالاعتبار مساحات انتشار المشاة على الزوايا أو معابر المشاة.ومهما يكن فإن المحلل يجب أن يتحقق من أن الزوايا وممرات المشاة تلائم بشكل كاف حركة المشاة.

الخطوة 2: تحديد سرعة الرحلة للمشاة

سرعة الرحلة للمشاة على المنشأة المدروسة عبارة عن نسبة طول المنشأة إلى زمن عبور المنشأة. وهي تمثّل السرعة المكافئة الوسطية للمشاة التي تعكس سرعة سير المشاة على الأرصفة وأي تأخير قد يحصل على التقاطعات ضمن الموقع المدروس. تحدد سرعة المشاة لكل قطاع (حسب الفصل 17)، وتحسب سرعة الرحلة للمشاة على كامل المنشأة المدروسة باستخدام المعادلة:

$$S_{Tp,F} = \frac{\sum_{i=1}^{m} L_i}{\sum_{i=1}^{m} \frac{L_i}{S_{Tp,seg,i}}}$$

حيث :

$S_{Tp,F}$: سرعة الرحلة للمشاة لكامل المنشأة (ft/sec)

$S_{Tp,seg,i}$: سرعة الرحلة للمشاة للقطاع i،

بشكل عام تعتبر السرعة 4.0 ft/s قيمة مفضلة، بينما القيمة 2.0 ft/s تعتبر غير مرغوبة.

$$S_{Tp,F} = \frac{\sum_{i=1}^{m} L_i}{\sum_{i=1}^{m} \frac{L_i}{S_{Tp,seg,i}}}$$

where $S_{Tp,F}$ is the travel speed of through pedestrians for the facility (ft/s), $S_{Tp,seg,i}$ is the travel speed of through pedestrians for segment i (ft/s), and other variables are as previously defined.
In general, a travel speed of 4.0 ft/s or more is considered desirable, and a speed of 2.0 ft/s or less is considered undesirable.

الخطوة 3: تحديد النقاط لمستوى الخدمة للمشاة

وهي تمثل القيمة الوسطية المرتبطة بطول كل قطاع من مجموع القطاعات المشكلة للمنشأة المدروسة، وتحسب النتيجة لكل قطاع (حسب الفصل 17)، وتكون النتيجة لكامل المنشأة وفق العلاقة:

$$I_{p,F} = \frac{\sum_{i=1}^{m} I_{p,seg,i}\ L_i}{\sum_{i=1}^{m} L_i}$$

حيث:

$I_{p,F}$: النتيجة (النقاط) لمستوى الخدمة للمشاة للمنشأة ،

$I_{p,seg,i}$: النتيجة (النقاط) لمستوى الخدمة للمشاة للقطاع i ،

$$I_{p,F} = \frac{\sum_{i=1}^{m} I_{p,seg,i}\ L_i}{\sum_{i=1}^{m} L_i}$$

where

$I_{p,F}$ = pedestrian LOS score for the facility, and

$I_{p,seg,i}$ = pedestrian LOS score for segment i.

Other variables are as previously defined.

الخطوة 4: تحديد مستوى الخدمة للمشاة

Step 4: Determine Pedestrian LOS

The pedestrian LOS for the facility is determined by using the pedestrian LOS score from Step 3 and the average pedestrian space from Step 1. These two performance measures are compared with their respective thresholds in Exhibit 16-5 to determine the LOS for the specified direction of travel along the subject facility. If the sidewalk does not exist and pedestrians are relegated to walking in the street, then LOS is determined by using Exhibit 16-6 because the pedestrian space concept does not apply.

Facility LOS must be interpreted with caution. It can suggest acceptable operation of the facility when, in reality, certain segments are operating at an unacceptable LOS. For each travel direction, the analyst should always verify that each segment is providing acceptable operation and consider reporting the LOS for the poorest-performing segment as a means of providing context for the interpretation of facility LOS.