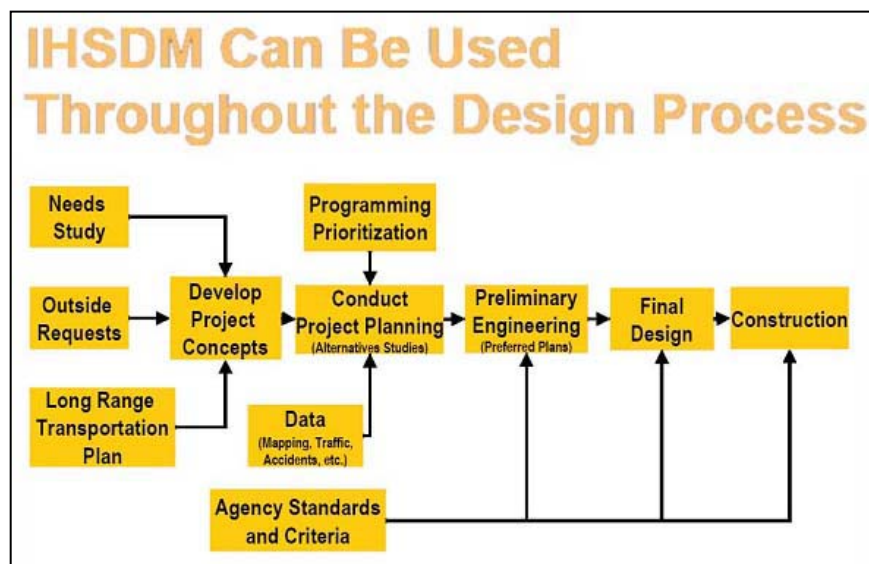


บทที่ 3

โปรแกรม Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM)

จุดเริ่มต้นของโปรแกรมเกิดในประเทศสหรัฐอเมริกา ช่วงปลายทศวรรษ 1980 The Transportation Research Board (TRB) เริ่มพิจารณาถึงความปลอดภัยบนท้องถนนที่เกิดจากความบกพร่องของถนนด้านการออกแบบทางเรขาคณิต ต่อมาในปี 1988 TRB เริ่มทำการวิจัยถึงด้านการออกแบบทางเรขาคณิตที่อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านความปลอดภัย ซึ่งในปีเดียวกันช่วงเดือนมีนาคม Federal Highway Administration (FHWA) วิจัยและพัฒนาการออกแบบแบบบูรณาการ (Integrated Design) ที่สามารถช่วยผู้ออกแบบถนนได้ประเมินความเหมาะสมของการออกแบบทาง โดยคำนึงถึงความปลอดภัย จึงเป็นที่มาของการพัฒนาโปรแกรม Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM) ปัจจุบันเป็นรุ่น 2004 ซึ่งในรุ่นนี้จะสามารถประเมินความปลอดภัยเฉพาะถนนสองช่องทางเท่านั้น (Jerry A. Reagan, 1994)

โปรแกรมชุดนี้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ที่ใช้ประเมินค่าความปลอดภัยตาม การออกแบบถนน เป็นเครื่องมือเสริมในขั้นตอนกระบวนการออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 23 เหมาะสำหรับเป็นตัวช่วยวิศวกรพิจารณาการออกแบบในประเด็นด้านความปลอดภัยและประสิทธิภาพการใช้งานของถนน



รูปที่ 23 IHSDM สามารถใช้เป็นเครื่องมือเสริมในขั้นตอนกระบวนการออกแบบ
ที่มา : Nick Antonucci, 2003 : 20

IHSDM ประกอบด้วยโมดูลที่ใช้เป็นเครื่องมือประเมินถนนเดิมและถนนใหม่ ในแง่ความปลอดภัยและประสิทธิภาพการใช้งานตามการออกแบบ โดยมี 5 โมดูลดังนี้

1. Policy Review Module (PRM) ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของลักษณะทางเรขาคณิตถนน ตามข้อกำหนดของ AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets ปี ค.ศ.1994 หรือ ค.ศ.2001 หรือตามข้อกำหนดมาตรฐานของหน่วยงานที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแล

2. Crash Prediction Module (CPM) ใช้คาดการณ์ความถี่ของอุบัติเหตุและความรุนแรงที่คาดว่าจะเกิด

3. Design Consistency Module (DCM)

3.1 การคาดการณ์ระดับความแตกต่างของความเร็วในทางปฏิบัติต่อความเร็วออกแบบ (Design vs. Operating Speed)

3.2 การคาดการณ์ระดับความเร็วที่ลดลงในส่วนรอยต่อของทางตรงและทางโค้ง (Predicted Speed Differential of Adjacent Elements)

4. Intersection Review Module (IRM) โปรแกรมนี้ช่วยการตรวจสอบทางแยก ด้านระยะการมองเห็นของทางแยก โดยจะแสดงรูปทางแยก และบริเวณสามเหลี่ยมการมองเห็นของทางแยก และบริเวณที่ต้องปราศจากสิ่งกีดขวางการมองเห็น โปรแกรมแสดงคำถามว่าภายในบริเวณสามเหลี่ยมการมองเห็นมีสิ่งกีดขวางหรือไม่

5. Traffic Analysis Module (TAM) ประมาณค่าความจุและคุณภาพการบริการ (Raymond A. Krammes and Carl Hayden, 2003)

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอการตรวจสอบความปลอดภัยของแนวเส้นทางที่ออกแบบไว้แล้ว โดยโมดูล DCM และ PRM เริ่มวิเคราะห์จาก Design Consistency Module เพื่อมองในภาพรวมหาตำแหน่งที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ และการตรวจสอบลักษณะทางเรขาคณิตโดย Policy Review Module โดยเปรียบเทียบกับ A POLICY on GEOMETRIC DESIGN of HIGHWAYS and STREETS (AASHTO, 2001)

เนื้อหาในบทนี้จะนำเสนอคู่มือของโมดูลทั้งสองว่าต้องการข้อมูลอะไร กระบวนการตรวจสอบใช้เกณฑ์ใด มีเงื่อนไขใดที่เกี่ยวข้อง และคำอธิบายของ Output ของรายงานการประเมินที่โปรแกรมแสดงเมื่อโปรแกรมตรวจสอบเสร็จ แต่สำหรับคู่มือการใช้ (Tutorial) จะอยู่ในภาคผนวก

3.1 การตรวจสอบการออกแบบทางเรขาคณิตด้วย Policy Review Module : PRM

โมดูลส่วนนี้ใช้ตรวจสอบการออกแบบทางเรขาคณิตของถนน ซึ่งอ้างอิงมาจากคู่มือต่อไปนี้เป็น A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (มีให้เลือก 2 ปีสำหรับหน่วยเมตริกคือ 1994 หรือ 2001), Roadside Design Guide (1996) และ Guide for the Development of Bicycle Facilities (1999) การตรวจสอบทางเรขาคณิตแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. การตรวจสอบหน้าตัดถนน (Cross Section)

1.1 ความกว้างของถนน (Through Traveled Way Width) FHWA กำหนดเป็นเกณฑ์ควบคุม (Controlling Criteria)

1.2 ความกว้างของช่องทางเสริม (Auxiliary Lane Width)

1.3 ความกว้างของไหล่ทาง (Shoulder Width) FHWA กำหนดเป็นเกณฑ์ควบคุม (Controlling Criteria)

1.4 ชนิดของไหล่ทาง (Shoulder Type)

1.5 ความลาดของหน้าตัด (Normal Cross Slope) FHWA กำหนดเป็นเกณฑ์ควบคุม (Controlling Criteria)

1.6 ความลาดของไหล่ทาง (Normal Shoulder Slope)

1.7 ความลาดของหน้าตัดที่แนวโค้ง (Cross Slope Rollover on Curves)

1.8 ความกว้างสะพาน (Bridge Width) FHWA กำหนดเป็นเกณฑ์ควบคุม (Controlling Criteria)

2. การตรวจสอบแนวทางราบ (Horizontal Alignment)

2.1 รัศมีโค้ง (Radius of Curve) FHWA กำหนดเป็นเกณฑ์ควบคุม (Controlling Criteria)

2.2 ค่าอัตรายกโค้ง (Superelevation) FHWA กำหนดเป็นเกณฑ์ควบคุม (Controlling Criteria)

2.3 ความยาวโค้งแนวราบ (Length of Horizontal Curve)

2.4 อัตราส่วนของโค้งวงกลมรวม (Compound Curve Ratio)

3. การตรวจสอบแนวทางตั้ง (Vertical Alignment)

3.1 ความลาดชันแนวทางตั้ง (Vertical Tangent Grade) FHWA กำหนดเป็นเกณฑ์ควบคุม (Controlling Criteria)

3.2 ความโค้งทางตั้ง (Vertical Curvature)

4. การตรวจสอบระยะมองเห็น (Sight Distance)

4.1 ระยะมองเห็นสำหรับการหยุด (Stopping Sight Distance) FHWA กำหนดเป็นเกณฑ์ควบคุม (Controlling Criteria)

4.2 ระยะมองเห็นสำหรับการแซง (Passing Sight Distance)

3.1.1 การตรวจสอบหน้าตัดถนน (Cross Section Checks)

3.1.1.1 ความกว้างของถนน (Through Traveled Way Width)

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ชนิดของโครงการ (Type of Project/Study)
 - โครงการก่อสร้างใหม่ (New Construction)
 - โครงการก่อสร้างบูรณะ (Reconstruction)
- 3) ยานพาหนะที่ออกแบบ (Design Vehicle) มีดังนี้
 - A-BUS คือ Articulated Bus
 - BUS คือ Single Unit Bus
 - MH คือ Recreation vehicle-Motor Home
 - MH/B คือ Recreation vehicle-Motor Home and Boat Trailer
 - P คือ Passenger Car
 - P/B คือ Recreation vehicle-Car and Boat Trailer
 - P/T คือ Recreation vehicle-Car and Camper Trailer
 - SU คือ Single Unit Truck
 - WB - 12 (WB-40) คือ Combination Trucks-Intermediate semitrailer
 - WB - 15 (WB-50) คือ Combination Trucks-Large semitrailer
 - WB - 18 (WB-60) คือ Combination Trucks-Double Bottom semitrailer-
fulltrailer
 - WB - 19 (WB-62) คือ Combination Trucks-Interstate Semitrailer
 - WB - 20 (WB-67) คือ Combination Trucks-Interstate Semitrailer
 - WB - 29 (WB-96) คือ Combination Trucks-Triple Semitrailer
 - WB - 35 (WB-114) คือ Combination Trucks-Turnpike Double Semitrailer
- 4) ข้อมูลถนนแนวราบ (Horizontal Alignment Data)
 - โค้งแนวราบและเส้นตรง (Horizontal Curves and Tangents)
 - ทิศทางของโค้งและรัศมีโค้ง (Curves Directions and Radii)

- 5) การจำแนกประเภทลักษณะการใช้งาน (Functional Classification)
 - ถนนสายหลัก (Arterial)
 - ถนนสายรอง (Collector)
 - ถนนสายย่อย (Local)
- 6) ภูมิประเทศของถนน (Highway Terrain)
 - พื้นที่ราบ (Level)
 - พื้นที่เนิน (Rolling)
 - พื้นที่ภูเขา (Mountainous)
- 7) ความเร็วออกแบบ (Design Speed)
- 8) ปริมาณการจราจร (Traffic Volume)
 - Design - Year Average Daily Traffic (ADT)
 - Design Hourly Volume (DHV)
- 9) ความกว้างของช่องทางเดินรถ (Through Lane Width)
- 10) การขยายขอบทางโค้ง (Curve Widening)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

โปรแกรมจะประเมินข้อมูลความกว้างของถนนที่ป้อนเข้ามา เปรียบเทียบกับ ค่าของ AASHTO ซึ่งพิจารณา 2 ส่วนคือ ความกว้างของถนนช่วงทางตรงและช่วงทางโค้ง

1. ความกว้างของถนนช่วงทางตรง (Through Traveled Way Width on Tangent Sections) คือ ผลรวมของความกว้างของช่องทางเดินรถ ค่าที่ใช้ตรวจสอบคือ AASHTO ปี 2001 Exhibit 5 - 5, 6 - 5 และ 7 - 3

2. ความกว้างของถนนช่วงทางโค้ง (Through Traveled Way Width on Horizontal Curves) เปรียบเทียบกับค่า AASHTO ปี 2001 อ้างอิงจาก Exhibit 3 - 51 และ 3 - 52 ซึ่งค่าที่แนะนำสำหรับการขยายขอบทางโค้งระยะขั้นต่ำคือ 0.6 m

เงื่อนไขขอบเขตและการปัดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะปัดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย mm

เงื่อนไขพิเศษ (Special Conditions)

ถ้าเป็นโครงการก่อสร้างบูรณะ (Reconstruction) โดยที่ถนนเดิม (Traveled Way Width) กว้าง 6.6 m ความกว้างของช่องทางเดินรถ (Lane Widths) กว้าง 3.3 m อาจจะคงความกว้างเดิมไว้ได้ ถ้าข้อมูลด้านอุบัติเหตุเป็นที่ยอมรับได้

ผลการประเมิน (Output)

การประเมินแสดงออกมาได้ 3 แบบ คือ

- 1) ค่าของถนนอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value is within controlling criteria) หมายถึง ผลรวมของค่าความกว้างของถนนและการขยายขอบทางโค้งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่ควบคุม
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value varies from controlling criteria) หมายถึง ผลรวมของค่าความกว้างของถนนและการขยายขอบทางโค้งมีค่าน้อยกว่าค่าขั้นต่ำของเกณฑ์ที่ควบคุม
- 3) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุมแต่อาจจะยอมรับได้ถ้าสถิติอุบัติเหตุเป็นที่ยอมรับได้สำหรับกรณีถนนก่อสร้างบูรณะใหม่ หมายถึง โครงการก่อสร้างแบบบูรณะใหม่มีความกว้างของถนนรวมกับความกว้างการขยายขอบทางโค้งมีค่าน้อยกว่าค่าที่ AASHTO แนะนำแต่อาจจะยอมรับได้ถ้าสถิติอุบัติเหตุเป็นที่ยอมรับได้
- 4) ไม่มีข้อมูล (No data)
- 5) ไม่มีคำแนะนำ (No policy)

3.1.1.2 ความกว้างของช่องทางเสริม (Auxiliary Lane Width)

ช่องทางเสริมมี 4 ชนิด คือ ช่องทางไต่ (Climbing) ช่องแซง (Passing) ช่องทางเลี้ยวขวา (Right - turn) ช่องทางเลี้ยวซ้าย (Left - turn)

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) การจำแนกลักษณะการใช้งาน (Functional Classification)
 - ถนนสายหลัก (Arterial)
 - ถนนสายรอง (Collector)
 - ถนนสายย่อย (Local)
- 3) ความกว้างของช่องทางเดินรถ (Through Lane Width)
- 4) ข้อมูลของช่องทางเสริม (Auxiliary Lane Data)
 - จำนวนช่องทาง (Number)
 - ชนิด (Type)
 - ความกว้าง (Width)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

AASHTO ปี 2001 แนะนำความกว้างของช่องทางเดินรถเสริมชนิดช่องทางไต่ (Climbing) ว่าควรมีความกว้างอย่างน้อยเท่ากับความกว้างที่แคบที่สุดของช่องทางเดินรถ สำหรับถนนทุกประเภทที่ได้จำแนก (หน้า 251)

ความกว้างของช่องทางเดินรถเสริมชนิดช่องทางแซง ว่าควรมีความกว้างอย่างน้อยเท่ากับความกว้างที่แคบที่สุดของช่องทางเดินรถ (หน้า 256)

ความกว้างของช่องทางเดินรถเสริมชนิดช่องทางเลี้ยวขวา (Right - turn) และช่องทางเลี้ยวซ้าย (Left - turn) ควรมีความกว้างอย่างน้อย 3.0 m และมีความกว้างเท่ากับความกว้างที่แคบที่สุดของช่องทางเดินรถ (หน้า 718)

เงื่อนไขขอบเขตและการปัดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะปัดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย mm

เงื่อนไขพิเศษ (Special Conditions)

AASHTO ปี 2001 แนะนำว่า ช่องทางเดินรถเสริมชนิดช่องทางไต่ (Climbing) ของถนนสายหลัก (Arterial) ควรมีความกว้างเดียวกับช่องทางเดินรถ (หน้า 453)

ผลการประเมิน (Output)

การประเมินแสดงออกมาได้ 3 แบบ คือ

- 1) ค่าของถนนอยู่ในค่าที่แนะนำ (Road value is within recommended values)
หมายถึง ค่าความกว้างของช่องทางเสริมของถนนมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากค่าที่แนะนำ (Road value varies from recommended)
หมายถึง ค่าความกว้างของช่องทางเสริมของถนนมีค่าน้อยกว่าค่าขั้นต่ำที่แนะนำ
- 3) ไม่มีข้อมูล (No data)

3.1.1.3 ความกว้างของไหล่ทาง (Shoulder Width)

ไหล่ทางมีไว้ใช้ในกรณีรถหยุดในกรณีฉุกเฉิน และเป็นตัวรับแรงทางด้านข้างของชั้นรองพื้นทาง (Subbase), พื้นทาง (Base) และพื้นผิวทาง (Surface Courses)

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ชนิดของโครงการ (Type of Project/Study)
 - โครงการก่อสร้างใหม่ (New Construction)
 - โครงการก่อสร้างบูรณะ (Reconstruction)
- 3) การจำแนกประเภทลักษณะการใช้งาน (Functional Classification)
 - ถนนสายหลัก (Arterial)
 - ถนนสายรอง (Collector)

- ถนนสายย่อย (Local)
- 4) ภูมิประเทศของถนน (Highway Terrain)
 - พื้นที่ราบ (Level)
 - พื้นที่เนิน (Rolling)
 - พื้นที่ภูเขา (Mountainous)
- 5) ความเร็วออกแบบ (Design Speed)
- 6) ปริมาณการจราจร (Traffic Volume)
 - Design - Year Average Daily Traffic (ADT)
 - Design Hourly Volume (DHV)
- 7) ความกว้างของช่องทางเดินรถ (Through Lane Width)
- 8) ความกว้างของไหล่ทาง (Shoulder Width)
- 9) ประเภทของไหล่ทาง (Shoulder Category)
 - ใช้งานได้ (Usable)
 - ใช้เป็นทางลาด (Graded)
- 10) ชนิดของไหล่ทาง (Shoulder Type)
 - หญ้า (Turf)
 - หิน (Gravel)
 - แฉียง (Paved)
 - ผสม (Composite)
- 11) การใช้ไหล่ทางสำหรับรถจักรยาน (Use as a Bike Facility)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

อ้างอิงจาก AASHTO 2001 ใน Exhibit 5 - 5, 6 - 5 และ 7 - 3 แนะนำว่า ความกว้างของไหล่ทางขึ้นอยู่กับปริมาณจราจรออกแบบ ซึ่งค่าความกว้างในช่วงระหว่าง 0.6 - 2.4 m สำหรับกรณีมีขอบถนน Guardrail หรืออื่น ๆ ควรใช้ความกว้างอย่างน้อย 1.5 m และถ้าคาดการณ์ว่าจะมีการใช้จักรยาน แนะนำว่าควรมีความกว้างอย่างน้อย 1.2 m

เงื่อนไขขอบเขตและการปัดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะปัดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย mm

เงื่อนไขพิเศษ (Special Conditions)

สำหรับถนนสายย่อย (Local) ซึ่งได้ออกแบบให้มีความเร็วมากกว่า 60 km/h. และ ADT อยู่ในช่วง 400 - 1,500 AASHTO 2001 แนะนำว่า ค่าความกว้างของไหล่ทางสามารถลดให้ต่ำกว่าค่าขั้นต่ำที่ AASHTO ได้ ตลอดถนนที่มีความกว้างขั้นต่ำ 9 m

สำหรับถนนรอง (Collector) ซึ่งได้ออกแบบให้มีความเร็วมากกว่า 50 km/h และ ADT อยู่ในช่วง 400 - 1,500 AASHTO 2001 แนะนำว่า ค่าความกว้างของไหล่ทางสามารถลดให้ต่ำกว่าค่าขั้นต่ำที่ AASHTO ได้ ตลอดถนนที่มีความกว้างขั้นต่ำ 9 m

ผลการประเมิน (Output)

- 1) ค่าของถนนอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value is within controlling criteria) หมายถึง ค่าความกว้างของไหล่ทางมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าที่แนะนำ หรือมีความกว้างมากกว่า 9 m เมื่ออยู่ภายใต้เงื่อนไขพิเศษ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value varies from controlling criteria) หมายถึง ค่าความกว้างของไหล่ทางมีค่าน้อยกว่าค่าขั้นต่ำที่แนะนำ
- 3) ไม่มีข้อมูล (No data)

3.1.1.4 ชนิดของไหล่ทาง (Shoulder Type)

ไหล่ทางอาจเป็นวัสดุได้หลายชนิด เช่น หิน (Gravel), หินคลุก (Crushed Rock), Bituminous Surface Treatments, Asphalt, Concrete

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) การจำแนกประเภทลักษณะการใช้งาน (Functional Classification)
 - ถนนสายหลัก (Arterial)
 - ถนนสายรอง (Collector)
 - ถนนสายย่อย (Local)
- 3) ความกว้างของไหล่ทาง (Shoulder Width)
- 4) ชนิดของไหล่ทาง (Shoulder Type)
 - หญ้า (Turf)
 - หิน (Gravel)
 - แฉียง (Paved)
 - ผสม (Composite)
- 5) การใช้ไหล่ทางสำหรับรถจักรยาน (Use as a Bike Facility)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

AASHTO ไม่ได้ให้คำแนะนำสำหรับชนิดของไหล่ทางสำหรับถนนสายย่อย (Local) และถนนสายรอง (Collector) ดังนั้นจึงกำหนดให้ชนิดของไหล่ทางทุกชนิดสำหรับถนนสายย่อย (Local) และถนนสายรอง (Collector) สามารถใช้งานได้หมด

แต่สำหรับถนนสายหลัก (Arterial) AASHTO แนะนำให้ใช้ชนิดของไหล่ทางเป็นชนิดแฉียง (Paved)

เงื่อนไขขอบเขตและการปัดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

ชนิดของไหล่ทางที่ป้อนมี 4 ชนิดคือ หญ้า (Turf), หิน (Gravel), แข็ง (Paved) และแบบผสม (Composite)

เงื่อนไขพิเศษ (Special Conditions)

ถ้าชนิดของไหล่ทางเป็นแบบผสม (Composite) กำหนดให้ความกว้างครึ่งหนึ่งเป็นไหล่ทางที่เป็นชนิดแข็ง (Paved) และความกว้างอีกครึ่งหนึ่งเป็นชนิดหญ้า (Turf) ดังนั้นถ้าชนิดของไหล่ทางที่นำมาประเมินเป็นชนิดผสม (Composite) ถ้าความกว้างของไหล่ทางมีความกว้างมากกว่าหรือเท่ากับสองเท่าของขนาดความกว้างไหล่ทางชนิดแข็งต้องการ โปรแกรมรายงานผลว่าชนิดของไหล่ทางอยู่ในค่าที่แนะนำ

ถ้าความกว้างของไหล่ทางชนิดผสม (Composite) มีความกว้างน้อยกว่าสองเท่าของขนาดความกว้างไหล่ทางชนิดแข็งต้องการ โปรแกรมรายงานผลว่าชนิดของไหล่ทางอยู่ห่างจากค่าที่แนะนำ

ผลการประเมิน (Output)

- 1) ค่าของถนนอยู่ในค่าที่แนะนำ (Road value is within recommended values) หมายถึง ประเภทของไหล่ทางที่ประเมินตรงกับค่าที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ในค่าที่แนะนำ ในกรณีของไหล่ทางแบบผสมที่มีความกว้างมากกว่าสองเท่าของไหล่ทางชนิดแข็ง (Road value is within recommended values : composite width is greater than twice the recommended paved width) หมายถึง ประเภทของผิวไหล่ทางที่เป็นแบบผสมมีความกว้างเป็นอย่างน้อยสองเท่าของผิวทางชนิดแข็ง
- 3) ค่าของถนนอยู่ห่างจากค่าที่แนะนำ (Road value varies from recommended values) หมายถึง ประเภทของผิวทางไม่ตรงกับค่าที่แนะนำ หรือกรณีผิวทางแบบผสมความกว้างไม่ถึงสองเท่าของความกว้างชนิดแข็ง
- 4) ไม่มีข้อมูล (No data)

3.1.1.5 ความลาดของหน้าตัด (Normal Cross Slope)

คือความลาดทางด้านข้างของหน้าตัดถนน ความลาดที่ลงไปด้านล่างอาจเป็นแนวราบ หรือแนวโค้ง หรือผสมกันทั้งคู่ สำหรับหน้าตัดที่มีความลาดของหน้าตัดเป็นแนวราบจะมีจุดตัดที่จุดยอดของหน้าตัดถนน ถนนสองช่องทางเดินรถ ทั้งทางตรงและทางโค้งนั้น เส้นกึ่งกลางถนนจะเป็นจุดสูงสุดและความลาดชันลาดลงไปถึงขอบถนนทั้งสองข้าง

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) การจำแนกประเภทลักษณะการใช้งาน (Functional Classification)
 - ถนนสายหลัก (Arterial)
 - ถนนสายรอง (Collector)
 - ถนนสายย่อย (Local)
- 3) ความกว้างของช่องทางเดินรถ (Through Lane Width)
- 4) ชนิดผิวทาง (Pavement Type)
 - ชนิดสูง (High)
 - ชนิดกลาง (Intermediate)
 - ชนิดต่ำ (Low)
- 5) ความลาดของหน้าตัดช่องทางเดินรถ (Through Lane Cross Slope)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

AASHTO 2001 แนะนำให้ใช้ค่าระหว่าง 1.5 - 6 % ซึ่งสำหรับถนนสายย่อย (หน้า 387) สำหรับถนนสายรอง (หน้า 425) สำหรับถนนสายหลัก (Arterial) (หน้า 450 - 451)

เงื่อนไขขอบเขตและการปัดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะปัดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย 0.01 %

เงื่อนไขพิเศษ (Special Conditions)

AASHTO ได้แยกแยะเงื่อนไขเพิ่มเติมว่า การปูผิวทางด้วยวัสดุผิวทางชนิดสูงในพื้นที่มีฝนตกหนาแน่น อาจเพิ่มความลาดของหน้าตัดเป็น 2.5 % ดังนั้น ถ้าการปูผิวทางด้วยวัสดุผิวทางชนิดสูง ด้วยความลาดของหน้าที่มากกว่า 2 % แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.5 % โปรแกรมจะแสดงรายงานว่า ค่าที่ได้จะอยู่ห่างจากเกณฑ์ แต่อาจจะเป็นที่ยอมรับได้ถ้าอยู่ในพื้นที่ฝนตกหนัก

ผลการประเมิน (Output)

- 1) ค่าของถนนอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value is within controlling criteria) หมายถึง ค่าความลาดชันของหน้าตัดอยู่ในช่วงที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value varies from controlling criteria) หมายถึง ค่าความลาดชันของหน้าตัดอยู่ห่างจากช่วงที่แนะนำ
- 3) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value varies from controlling criteria : may be acceptable in areas of intense rainfall) หมายถึง ผิวถนนที่เป็นแบบชนิดสูงแล้วมีความลาดหน้าตัดถนนมากกว่า 2 % แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.5 อาจเป็นที่ยอมรับได้ถ้าอยู่ในพื้นที่ฝนตกหนัก
- 4) ไม่มีข้อมูล (No data)

5) ไม่มีคำแนะนำ (No policy)

3.1.1.6 ความลาดของไหล่ทาง (Normal Shoulder Slope)

ความลาดของไหล่ทางจำเป็นสำหรับการระบายน้ำ โดยค่าความลาดขึ้นอยู่กับชนิดของไหล่ทาง และสถานที่ตั้งว่าเป็นทางตรงหรือทางโค้ง

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ความกว้างของไหล่ทาง (Shoulder Width)
- 3) ชนิดของไหล่ทาง (Shoulder Type)
 - หญ้า (Turf)
 - หิน (Gravel)
 - แห้ง (Paved)
 - ผสม (Composite)
- 4) ความลาดของไหล่ทาง (Shoulder Cross Slope)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

AASHTO 2001 หน้า 319 - 321 แนะนำว่า ไหล่ทางชนิดแห้ง (Paved) ควรมีความลาด 2 - 6 % ไหล่ทางชนิดหิน (Gravel) หรือหินคลุก (Crushed Rock) ควรมีความลาด 4 - 6 % ไหล่ทางชนิดหญ้า (Turf) ควรมีความลาด 6 - 8 % ส่วนไหล่ทางชนิดผสม (Composite) ไม่ได้กำหนดความลาดไว้

เงื่อนไขขอบเขตและการปิดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

ผลการวิเคราะห์จะปิดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย 0.01 %

ผลการประเมิน (Output)

- 1) ค่าของถนนอยู่ในค่าที่แนะนำ (Road value is within recommended values)
หมายถึง ค่าความลาดของไหล่ทางอยู่ในช่วงที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากค่าที่แนะนำ (Road value varies from recommended)
หมายถึง ค่าความลาดของไหล่ทางอยู่ห่างจากช่วงที่แนะนำ
- 3) ไม่มีข้อมูล (No data)
- 4) ไม่มีคำแนะนำ (No policy)

3.1.1.7 ความลาดของหน้าตัดที่แนวโค้ง (Cross Slope Rollover on Curves)

การออกแบบหน้าตัดที่บริเวณทางโค้ง ออกแบบโดยให้ความลาดของโค้ง ด้านนอกยกขึ้นเพื่อการระบายน้ำ ค่าความลาดของหน้าตัดที่แนวโค้งมีนิยามคือความแตกต่างทางพีชคณิตของความลาดของถนนและความลาดของไหล่ทาง

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ข้อมูลถนนแนวราบ (Horizontal Alignment Data)
 - โค้งแนวราบและเส้นตรง (Horizontal Curves and Tangents)
 - ทิศทางของโค้งและรัศมีโค้ง (Curves Directions and Radii)
- 3) ความลาดของหน้าตัดช่องทางเดินรถ (Through Lane Cross Slope)
- 4) ความลาดของไหล่ทาง (Shoulder Cross Slope)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

โดยจะหาความแตกต่างทางพีชคณิตของความลาดระหว่างโค้งด้านนอกและโค้งด้านใน สำหรับโค้งด้านนอก ค่าที่แนะนำอยู่ในช่วง 0 - 8 % และโค้งด้านในค่าที่แนะนำคือ ควรเท่ากับหรือน้อยกว่าความลาดของไหล่ทาง ดังนั้นความแตกต่างของความลาด คือควรมีค่าเท่ากันหรือแตกต่างกันไม่เกิน 0 %

เงื่อนไขขอบเขตและการปัดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะปัดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย 0.01 %

ผลการประเมิน (Output)

- 1) ค่าของถนนอยู่ในค่าที่แนะนำ (Road value is within recommended values)
หมายถึง ค่าความลาดของหน้าตัดถนนบริเวณโค้งอยู่ภายในค่าที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากค่าที่แนะนำ (Road value varies from recommended)
หมายถึง ค่าความลาดของหน้าตัดถนนบริเวณโค้งอยู่ห่างจากค่าที่แนะนำ
- 3) ไม่มีข้อมูล (No data)

3.1.1.8 ความกว้างสะพาน (Bridge Width)

ความกว้างวัดจากขอบของเครื่องกันด้านหนึ่งถึงขอบเครื่องกันอีกด้านหนึ่ง หรือ วัดจากราวสะพานถึงราวสะพาน ความกว้างของสะพานจะไม่รวมทางเดินเท้าบนสะพาน

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ชนิดของโครงการ (Type of Project/Study)
 - โครงการก่อสร้างใหม่ (New Construction)
 - โครงการก่อสร้างบูรณะ (Reconstruction)

3) การจำแนกประเภทลักษณะการใช้งาน (Functional Classification)

- ถนนสายหลัก (Arterial)
- ถนนสายรอง (Collector)
- ถนนสายย่อย (Local)

4) ความเร็วออกแบบ (Design Speed)

5) ปริมาณการจราจร (Traffic Volume)

- Design - year Average Daily Traffic (ADT)
- Design Hourly Volume (DHV)

6) ความกว้างของช่องทางเดินรถ (Through Lane Width)

7) ความกว้างของไหล่ทาง (Shoulder Width)

8) การใช้ไหล่ทางสำหรับรถจักรยาน (Use as a Bike Facility)

9) ความกว้างสะพาน (Bridge Width)

10) ลักษณะของสะพาน (Bridge Characteristics)

- ชนิดของสะพาน (Type of Bridge Project)
- ความยาวสะพาน (Bridge Length)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

1) สะพานบนถนนสายย่อย สองช่องทางเดินรถไม่ได้กั้นช่องทางเดิน (Bridges on Undivided Two - Lane Local Roads)

- ถ้าเป็นโครงการก่อสร้างใหม่ (New Construction) หรือโครงการก่อสร้างบูรณะ (Reconstruction) อ้างอิงจาก AASHTO 2001 Exhibit 5 - 6
- ถ้าเป็นถนนเดิม อ้างอิงจาก AASHTO 2001 Exhibit 5 - 7

2) สะพานบนถนนรวม สองช่องทางเดินรถไม่ได้กั้นช่องทางเดิน (Bridges on Undivided Two - Lane Collector Roads)

- ถ้าเป็นโครงการก่อสร้างใหม่ (New Construction) หรือโครงการก่อสร้างบูรณะ (Reconstruction) อ้างอิงจาก AASHTO 2001 Exhibit 6 - 6
- ถ้าเป็นถนนเดิม (Existing) อ้างอิงจาก AASHTO 2001 Exhibit 6 - 7

3) สะพานบนถนนสายหลัก (Bridges on Arterials)

- ถ้าเป็นโครงการก่อสร้างใหม่ (New Construction) หรือโครงการก่อสร้างบูรณะ (Reconstruction) แล้วความยาวของสะพานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 60 m ความกว้างขั้นต่ำของสะพานที่แนะนำคือ ความกว้างของถนนรวมกับความกว้างของไหล่ทาง อ้างอิงจาก AASHTO 2001 หน้า 451 ส่วนกรณีความยาวของสะพานยาวกว่า 60 m ความกว้างขั้นต่ำของสะพานที่แนะนำคือ ความกว้างของถนนบวก 2.4 m (หน้า 451)

- ถ้าเป็นถนนเดิม (Existing) ความกว้างขั้นต่ำของสะพานที่แนะนำคือมากกว่าหรือเท่ากับความกว้างถนนบวก 1.2 m (หน้า 451)

เงื่อนไขขอบเขตและการปัดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะปัดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย mm

เงื่อนไขพิเศษ (Special Conditions)

AASHTO 2001 ไม่ได้กำหนดเกณฑ์สำหรับสะพานที่มีอยู่เดิมบนถนนสายย่อย (Local) หรือถนนสายรอง (Collector) ซึ่งมีความยาวเกินกว่า 30 m ดังนั้นเมื่อโปรแกรมพบข้อมูลลักษณะนี้จะรายงานว่าไม่มีค่าที่แนะนำ (No Policy)

ส่วน AASHTO 2001 แนะนำว่าสำหรับถนนสายย่อย (Local) และถนนสายรอง (Collector) ทั้งชนิดโครงการก่อสร้างใหม่ (New Construction) และโครงการก่อสร้างบูรณะ (Reconstruction) ถ้าความยาวของสะพานยาวเกินกว่า 30 m ความกว้างของถนนควรเพิ่มอีก 1 m สำหรับความกว้างของสะพาน

ผลการประเมิน (Output)

- 1) ค่าของถนนอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value is within controlling criteria) หมายถึง ความกว้างสะพานมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าที่ควบคุม
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value varies from controlling criteria) หมายถึง ความกว้างสะพานมีค่าน้อยกว่าค่าที่ควบคุม
- 3) ไม่มีข้อมูล (No data)
- 4) ไม่มีคำแนะนำ (No policy)

3.1.2 การตรวจสอบแนวทาบ (Horizontal Alignment)

3.1.2.1 รัศมีโค้ง (Radius of Curve)

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ค่าอัตราการยกโค้งสูงสุดที่นำมาวิเคราะห์ (4, 6, 8, 10 และ 12 %)
- 3) ข้อมูลถนนแนวนราบ (Horizontal Alignment Data)
 - โค้งแนวนราบและเส้นตรง (Horizontal Curves and Tangents)
 - ทิศทางของโค้งและรัศมีโค้ง (Curves Directions and Radii)
- 4) การจำแนกประเภทลักษณะการใช้งาน (Functional Classification)
 - ถนนสายหลัก (Arterial)
 - ถนนสายรอง (Collector)
 - ถนนสายดอย (Local)
- 5) ความเร็วออกแบบ (Design Speed)

6) ชนิดพื้นผิว (Surface Type)

- ชนิดแข็ง (Paved)
- ชนิดอ่อน (Aggregate)

7) ค่าอัตราการยกโค้ง (Superelevation of Each Curve)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

ค่ารัศมีขั้นต่ำที่แนะนำอ้างอิง AASHTO 2001 Exhibit 3 - 14

ส่วนค่าอัตราการยกโค้งสูงสุด (Maximum Superelevation) AASHTO แนะนำว่า
สำหรับถนนสายย่อย (Local) ค่าอัตราการยกโค้งสูงสุดอยู่ระหว่าง 6 - 10 % (หน้า 387)
สำหรับผิวทางชนิดแข็ง (Paved) และ 6 - 12 % สำหรับผิวทางชนิดอ่อน (Aggregate)

สำหรับถนนสายรอง (Collector) (หน้า 428) และถนนสายหลัก (Arterial)

ค่าอัตราการยกโค้งสูงสุดอยู่ระหว่าง 6 - 12 % (หน้า 450)

เงื่อนไขขอบเขตและการบิดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะบิดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย mm

เงื่อนไขพิเศษ (Special Conditions)

1. โค้งวงกลมรวม (Compound Curves) โปรแกรมจะแยกกันตรวจสอบรัศมีของโค้งแต่ละโค้ง
2. โค้งแบบ Back - to - Back (Back - to - Back Spiral Curves) โปรแกรมจะตรวจสอบค่ารัศมีของโค้งที่จุดร่วมของทั้ง 2 spirals (SS) ซึ่งจุดร่วมนี้เป็นจุดที่รัศมีประสิทธิผลของโค้งมีค่าต่ำสุด
3. จุดเปลี่ยนแนวแต่ไม่มีโค้ง (Horizontal Points of Intersection Without Curves) หรือจุดเปลี่ยนแนวทาง (Horizontal Deflections) จะไม่มีการวิเคราะห์จุดนี้

ผลการประเมิน (Output)

การประเมินมี 2 ส่วนคือ ค่ารัศมีโค้งและค่าอัตราการยกโค้งสูงสุด

ค่ารัศมีโค้ง

- 1) ค่าของถนนอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value is within controlling criteria) หมายถึง ค่ารัศมีของถนนมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่ารัศมีที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value varies from controlling criteria) หมายถึง ค่ารัศมีของถนนมีค่าน้อยกว่าค่ารัศมีที่แนะนำ
- 3) ไม่มีข้อมูล (No data)

ค่าอัตราการยกโค้งสูงสุด

- 1) ค่าของถนนอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value is within controlling criteria)
หมายถึง ค่าอัตราการยกโค้งสูงสุดที่วิเคราะห์อยู่ภายในช่วงที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value varies from controlling criteria) หมายถึง ค่าอัตราการยกโค้งสูงสุดที่วิเคราะห์อยู่นอกช่วงที่แนะนำ
- 3) ไม่มีข้อมูล (No data)
- 4) ไม่มีค่าที่แนะนำ (No polic)

3.1.2.2 ค่าอัตราการยกโค้ง (Superelevation)

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ค่าอัตราการยกโค้งสูงสุดที่นำมาวิเคราะห์ (4, 6, 8, 10 และ 12 %)
- 3) ข้อมูลถนนแนวราบ (Horizontal Alignment Data)
 - โค้งแนวราบและเส้นตรง (Horizontal Curves and Tangents)
 - ทิศทางของโค้งและรัศมีโค้ง (Curves Directions and Radii)
- 4) การจำแนกประเภทลักษณะการใช้งาน (Functional Classification)
 - ถนนสายหลัก (Arterial)
 - ถนนสายรอง (Collector)
 - ถนนสายย่อย (Local)
- 5) ความเร็วออกแบบ (Design Speed)
- 6) ชนิดพื้นผิว (Surface Type)
 - ชนิดแข็ง (Paved)
 - ชนิดอ่อน (Aggregate)
- 7) ค่าอัตราการยกโค้ง (Superelevation of Rate Curve)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

การตรวจสอบจะอ้างอิงจาก AASHTO 2001 Exhibit 3 - 21 ถึง 3 - 25

เงื่อนไขขอบเขตและการบิดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะบิดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย 0.01 %

เงื่อนไขพิเศษ (Special Conditions)

1. กรณีที่เป็นโค้งแบบหักศอก เช่น ถ้ากำหนดให้อัตราการยกโค้งสูงสุด 8 % ความเร็วออกแบบ 70 km/h รัศมีโค้ง 1300 m และมีค่าความลาดของหน้าตัดถนน - 3 % เมื่อตรวจสอบกับค่าที่ AASHTO แนะนำคือ -2.2 % ดังนั้นพบว่าค่าความลาดของหน้าตัด

ถนนจะมีค่ามากกว่าค่าอัตราการยกโค้งที่แนะนำ ถ้าเป็นกรณีแบบนี้ผู้ออกแบบต้องพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ

2. โค้งแบบธรรมดา (Simple Curves) สิ่งที่ต้องพิจารณาคือ ที่จุดกึ่งกลางโค้ง อาจจะไม่ใช่ว่าจุดที่มีค่าอัตราการยกโค้งสูงสุด
3. โค้งวงกลมรวม (Compound Curves) โค้งผสมเกิดจากโค้ง 2 ตัวมาผสมกัน แต่ในการตรวจสอบการยกโค้งนี้ โปรแกรมจะแยกวิเคราะห์โค้งแต่ละตัว
4. โค้งแบบ Back -to - Back (Back - to - Back Spirals Curves) โปรแกรมจะตรวจสอบการยกโค้งลักษณะนี้ที่จุดร่วมกันของโค้ง (common point of the two spirals :SS)
5. จุดเปลี่ยนแนวแต่ไม่มีโค้ง (Horizontal Points of Intersection Without a Curve) โปรแกรมจะไม่ตรวจสอบส่วนนี้

ผลการประเมิน (Output)

การประเมินมี 2 ส่วนคือ ค่าอัตราการยกโค้งและค่าอัตราการยกโค้งสูงสุด

ค่าอัตราการยกโค้ง

- 1) ค่าของถนนอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value is within controlling criteria) หมายถึง ค่าอัตราการยกโค้งมีค่าเท่ากับค่าที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ใกล้เคียงเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value is close to controlling criteria) หมายถึง ค่าอัตราการยกโค้งมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่แนะนำบวกลบ 0.1 %
- 3) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value varies from controlling criteria) หมายถึง ค่าอัตราการยกโค้งมีค่าห่างจากค่าที่แนะนำมากกว่าบวกลบ 0.1 %
- 4) ไม่มีข้อมูล (No data)
- 5) ไม่มีค่าแนะนำ (No policy)

ค่าอัตราการยกโค้งสูงสุด

- 1) ค่าของถนนอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value is within controlling criteria) หมายถึง ค่าอัตราการยกโค้งสูงสุดที่วิเคราะห์อยู่ภายในช่วงที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value varies from controlling criteria) หมายถึง ค่าอัตราการยกโค้งสูงสุดที่วิเคราะห์อยู่นอกช่วงที่แนะนำ
- 3) ไม่มีข้อมูล (No data)
- 4) ไม่มีค่าที่แนะนำ (No polic)

3.1.2.3 ความยาวโค้งแนวนอน (Length of Horizontal Curve)

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ข้อมูลถนนแนวนอน (Horizontal Alignment Data)
 - โค้งแนวนอนและเส้นตรง (Horizontal Curves and Tangents)
 - ทิศทางของโค้งและรัศมีโค้ง (Curves Directions and Radii)
- 3) การจำแนกประเภทลักษณะการใช้งาน (Functional Classification)
 - ถนนสายหลัก (Arterial)
 - ถนนสายรอง (Collector)
 - ถนนสายย่อย (Local)
- 4) ความเร็วออกแบบ (Design Speed)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

การตรวจสอบเปรียบเทียบกับ AASHTO 2001 หน้า 233 - 234

เงื่อนไขขอบเขตและการปัดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะปัดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย *mm*

ผลการประเมิน (Output)

- 1) ค่าของถนนอยู่ในค่าที่แนะนำ (Road value is within recommended values)
หมายถึง ค่าความยาวโค้งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากค่าที่แนะนำ (Road value varies from recommended values) หมายถึง ค่าความยาวโค้งมีค่าน้อยกว่าค่าที่แนะนำ
- 3) ไม่มีข้อมูล (No data)
- 4) ไม่ต้องตรวจสอบ (Not applicable ; design check not required)

3.1.2.4 อัตราส่วนของโค้งวงกลมรวม (Compound Curve Ratio)

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ข้อมูลถนนแนวนอน (Horizontal Alignment Data)
 - โค้งแนวนอนและเส้นตรง (Horizontal Curves and Tangents)
 - ทิศทางของโค้งและรัศมีโค้ง (Curves Directions and Radii)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

การตรวจสอบอ้างอิง AASHTO หน้า 234 ซึ่งระบุว่าไม่ควรเกิน 1.5

เงื่อนไขขอบเขตและการปัดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

ผลการวิเคราะห์จะปัดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย *mm*

ผลการประเมิน (Output)

- 1) ค่าของถนนอยู่ในช่วงที่แนะนำ (Road value is within recommended range of values) หมายถึง ค่าอัตราส่วนของโค้งวงกลมรวมมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าอัตราส่วนโค้งวงกลมรวมที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากช่วงที่แนะนำ (Road value varies from recommended range of values) หมายถึง ค่าอัตราส่วนของโค้งวงกลมรวมมีค่ามากกว่าค่าอัตราส่วนโค้งวงกลมรวมที่แนะนำ
- 3) ไม่มีข้อมูล (No data)

3.1.3 การตรวจสอบแนวทางตั้ง (Vertical Alignment)

3.1.3.1 ความลาดชันของแนวทางตั้ง (Vertical Tangent Grade)

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ข้อมูลถนนแนวตั้ง (Vertical Alignment Data)
 - ค่าโค้งตั้งและเส้นตรง (Vertical Curves and Tangents)
 - จุดตัดของโค้งตั้งและค่าระดับ (VPI Stations and Elevations)
- 3) การจำแนกประเภทลักษณะการใช้งาน (Functional Classification)
 - ถนนสายหลัก (Arterial)
 - ถนนสายรอง (Collector)
 - ถนนสายย่อย (Local)
- 4) ภูมิประเทศของถนน (Highway Terrain)
 - พื้นี่ราบ (Level)
 - พื้นี่เนิน (Rolling)
 - พื้นี่ภูเขา (Mountainous)
- 5) ความเร็วออกแบบ (Design Speed)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

การตรวจสอบอ้างอิง AASHTO ใน Exhibit 5 - 4, 6 - 4 และ 7 - 2 แนะนำค่าต่ำสุดไว้ 0.30 %

เงื่อนไขขอบเขตและการปัดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะปัดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย 0.01 %

เงื่อนไขพิเศษ (Special Conditions)

AASHTO 2001 แนะนำว่า โค้งดิ่งที่มีความยาวต่ำกว่า 150 m ค่าความลาดสูงสุดอาจจะเพิ่มอีก 1 % ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าในตารางที่แนะนำ และสำหรับถนนที่มีปริมาณการจราจรต่ำ (ADT น้อยกว่า 400) ค่าความลาดสูงสุดอาจจะเพิ่มอีก 2 % ซึ่งสูงกว่าในตารางที่แนะนำ

ผลการประเมิน (Output)

- 1) ค่าของถนนอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value is within controlling criteria) หมายถึง ค่าความลาดมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value varies from controlling criteria) หมายถึง ค่าความลาดมีค่ามากกว่าค่าที่แนะนำ
- 3) ค่าของถนนอาจจะมีค่าห่างจากค่าที่แนะนำ (Road value may vary from recommended values, check drainage) หมายถึง ค่าความลาดมีค่าน้อยกว่า 0.3 % ซึ่งต้องตรวจสอบการระบายน้ำ
- 4) ไม่มีข้อมูล (No data)
- 5) ไม่มีค่าที่แนะนำ (No policy)

3.1.3.2 ความโค้งทางดิ่ง (Vertical Curvature)

โค้งดิ่งประกอบด้วย ความลาดโค้งที่ 1 (First Grade) ความยาวโค้ง (Length of Curve) ความลาดโค้งที่ 2 (Second Grade) ซึ่งมีทางโค้งดิ่งคว่ำและโค้งดิ่งหงาย การออกแบบโค้งดิ่งคว่ำจะมีความสัมพันธ์กับระยะมองเห็นต่อการหยุด (Stopping Sight Distance)

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ชนิดของโครงการ (Type of Project/Study)
 - โครงการก่อสร้างใหม่ (New Construction)
 - โครงการก่อสร้างบูรณะ (Reconstruction)
- 3) ข้อมูลถนนแนวดิ่ง (Vertical Alignment Data)
 - ค่าโค้งดิ่งและเส้นตรง (Vertical Curves and Tangents)
 - จุดตัดของโค้งดิ่งและค่าระดับ (VPI Stations and Elevations)
- 4) ความเร็วออกแบบ (Design Speed)

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

การตรวจสอบจะคำนวณค่าความโค้ง (K) ของถนนเปรียบเทียบกับค่า AASHTO ใน Exhibit 3 - 76 และ 3 - 79

เงื่อนไขขอบเขตและการปิดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะปิดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย mm

ผลการประเมิน (Output)

- 1) ค่าของถนนอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value is within controlling criteria) หมายถึง ค่าความโค้ง (K) ของโค้งดิ่งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าขั้นต่ำที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value varies from controlling criteria) หมายถึง ค่าความโค้ง (K) ของโค้งดิ่งมีค่าน้อยกว่าค่าขั้นต่ำที่แนะนำ
- 3) ไม่มีข้อมูล (No data)
- 4) ไม่มีค่าที่แนะนำ (No policy)

3.1.4 การตรวจสอบระยะมองเห็น (Sight Distance)

3.1.4.1 ระยะมองเห็นสำหรับการหยุด (Stopping Sight Distance)

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ชนิดของโครงการ (Type of Project/Study)
 - โครงการก่อสร้างใหม่ (New Construction)
 - โครงการก่อสร้างบูรณะ (Reconstruction)
- 3) ข้อมูลถนนแนวราบ (Horizontal Alignment Data)
 - โค้งแนวราบและเส้นตรง (Horizontal Curves and Tangents)
 - ทิศทางของโค้งและรัศมีโค้ง (Curves Directions and Radii)
- 4) ข้อมูลถนนแนวตั้ง (Vertical Alignment Data)
 - ค่าโค้งดิ่งและเส้นตรง (Vertical Curves and Tangents)
 - จุดตัดของโค้งดิ่งและค่าระดับ (VPI Stations and Elevations)
- 5) ความเร็วออกแบบ (Design Speed)
- 6) ความกว้างของช่องทางเดินรถ (Through Lane Width)
- 7) ความกว้างของช่องทางเสริม (Auxiliary Lane Width)
- 8) ระยะห่างของสิ่งกีดขวาง (Obstruction Offset) คือ ระยะห่างจากแนวกึ่งกลางถนนถึงสิ่งกีดขวาง

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

การตรวจสอบอ้างอิงจาก AASHTO 2001 ใน Exhibit 3 - 1

เงื่อนไขขอบเขตและการบิดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะบิดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย m

เงื่อนไขพิเศษ (Special Conditions)

ในกรณีที่เป็นโค้งงายตลอดได้โครงสร้าง เช่น สะพาน โปรแกรมไม่สามารถวิเคราะห์ในกรณีนี้ได้

ผลการประเมิน (Output)

- 1) ค่าของถนนอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value is within controlling criteria) หมายถึง ค่าระยะมองเห็นสำหรับการหยุดมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากเกณฑ์ที่ควบคุม (Road value varies from controlling criteria ; source of SD limitation is vertical alignment) หมายถึง ค่าระยะมองเห็นสำหรับการหยุดมีค่าน้อยกว่าค่าที่แนะนำ เนื่องจากข้อจำกัดการมองเห็นของแนวทางตั้ง
- 3) ค่าของถนนอาจจะอยู่ห่างจากค่าที่ควบคุม (Road value may vary from controlling criteria ; check obstruction beyond shoulder; source of SD limitation is horizontal alignment) หมายถึง ค่าระยะมองเห็นสำหรับการหยุดอาจจะมีค่าห่างจากค่าที่แนะนำ เนื่องจากข้อจำกัดในแนวทางราบ โดยเป็นกรณีผู้ใช้ไม่ได้กำหนดระยะสิ่งกีดขวางการมองเห็นทางด้านข้าง โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้สิ่งกีดขวางการมองเห็นอยู่ติดกับไหล่ทางถนน
- 4) ค่าของถนนอาจจะอยู่ห่างจากค่าที่ควบคุม (Road value may vary from controlling criteria ; check obstruction beyond Obstruction Offset; source SD limitation is horizontal alignment) หมายถึง ค่าระยะมองเห็นสำหรับการหยุดอาจจะมีค่าห่างจากค่าที่แนะนำ เนื่องจากข้อจำกัดในแนวทางราบ โดยเป็นกรณีที่ผู้ใช้กำหนดระยะสิ่งกีดขวางการมองเห็นทางด้านข้าง
- 5) ค่าของถนนอาจจะอยู่ห่างจากค่าที่ควบคุม (Road value may vary from controlling criteria; check obstructions beyond pavement; source of SD limitation is horizontal alignment) หมายถึง ค่าระยะมองเห็นสำหรับการหยุดอาจจะมีค่าห่างจากค่าที่แนะนำ เนื่องจากข้อจำกัดในแนวทางราบ โดยเป็นกรณีที่ผู้ใช้กำหนดระยะสิ่งกีดขวางการมองเห็นทางด้านข้างติดกับช่องทางเดินรถ
- 6) ไม่มีข้อมูล (No data)
- 7) ไม่มีค่าที่แนะนำ (No policy)
- 8) ไม่สามารถคำนวณได้ (Can't calculate available vertical or horizontal SD) หมายถึง โปรแกรมไม่สามารถคำนวณระยะมองเห็นได้เนื่องจากอยู่ภายนอกช่วงที่คำนวณได้ เช่น บริเวณต้นและปลายสายทางของถนน

3.1.4.2 ระยะมองเห็นสำหรับการแซง (Passing Sight Distance)

ข้อมูลที่ต้องการ (Input Data Requirements)

- 1) ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analysis Limits : Start Station and End Station)
- 2) ข้อมูลถนนแนวราบ (Horizontal Alignment Data)
 - โค้งแนวราบและเส้นตรง (Horizontal Curves and Tangents)
 - ทิศทางของโค้งและรัศมีโค้ง (Curves Directions and Radii)
- 3) ข้อมูลถนนแนวตั้ง (Vertical Alignment Data)
 - ค่าโค้งตั้งและเส้นตรง (Vertical Curves and Tangents)
 - จุดตัดของโค้งตั้งและค่าระดับ (VPI Stations and Elevations)
- 4) ความเร็วออกแบบ (Design Speed)
- 5) ความกว้างของช่องทางเดินรถ (Through Lane Width)
- 6) ความกว้างของช่องทางเสริม (Auxiliary Lane Width)
- 7) ระยะห่างของสิ่งกีดขวาง (Obstruction Offset) คือ

กระบวนการของ PRM (The PRM Process)

การตรวจสอบอ้างอิงจาก AASHTO 2001 ใน Exhibit 3 - 7

เงื่อนไขขอบเขตและการปัดเศษ (Boundary Conditions and Rounding)

การวิเคราะห์จะปัดเศษตัวเลขให้เต็มในหน่วย *mm*

เงื่อนไขพิเศษ (Special Conditions)

ในกรณีที่ เป็นโค้งหยาลอดใต้โครงสร้างด้านบน เช่น สะพาน โปรแกรมไม่สามารถวิเคราะห์ในกรณีนี้ได้

ผลการประเมิน (Output)

- 1) ค่าของถนนอยู่ในค่าที่แนะนำ (Road value is within recommended values) หมายถึง ค่าระยะมองเห็นสำหรับการแซงมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าที่แนะนำ
- 2) ค่าของถนนอยู่ห่างจากค่าที่แนะนำ (Road value varies from recommended values ; source of SD limitation is vertical alignment) หมายถึง ค่าระยะมองเห็นสำหรับการแซงมีค่าน้อยกว่าค่าที่แนะนำเนื่องจากข้อจำกัดในแนวทางตั้ง
- 3) ค่าของถนนอาจจะอยู่ห่างจากค่าที่แนะนำ (Road value may vary from recommended values, check obstructions beyond shoulder; source of SD limitation is horizontal alignment) ค่าระยะมองเห็นสำหรับการแซงอาจจะมีค่าห่างจากค่าที่แนะนำ เนื่องจากข้อจำกัดในแนวทางราบ โดยเป็นกรณีผู้ใช้ไม่ได้กำหนดระยะสิ่งกีดขวางที่บดบังการมองเห็นทางด้านข้าง โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้สิ่งกีดขวางการมองเห็นอยู่ติดกับไหล่ทางถนน

4) ค่าของถนนอาจจะอยู่ห่างจากค่าที่แนะนำ (Road value may vary from recommended values; check obstruction beyond Obstruction Offset; source of SD limitation in horizontal alignment) หมายถึง ค่าระยะมองเห็นสำหรับการแข่งอาจจะมีค่าห่างจากค่าที่แนะนำเนื่องมาจากข้อจำกัดในแนวทางราบ โดยเป็นกรณีที่ใช้กำหนดระยะสิ่งกีดขวางการมองเห็นทางด้านข้าง

5) ค่าของถนนอาจจะอยู่ห่างจากค่าที่แนะนำ (Road value may vary from recommended values; check obstructions beyond pavement; source of SD limitation is horizontal alignment) หมายถึง ค่าระยะมองเห็นสำหรับการแข่งอาจจะมีค่าห่างจากค่าที่แนะนำเนื่องมาจากข้อจำกัดในแนวทางราบ โดยเป็นกรณีที่ใช้กำหนดระยะสิ่งกีดขวางการมองเห็นทางด้านข้างติดกับช่องทางเดินรถ

6) ไม่มีข้อมูล (No data)

7) ไม่มีค่าที่แนะนำ (No policy)

8) ไม่สามารถคำนวณได้ (Can't calculate available vertical or horizontal SD)

หมายถึง โปรแกรมไม่สามารถคำนวณระยะมองเห็นได้เนื่องจากอยู่ภายนอกช่วงที่คำนวณได้ เช่น บริเวณต้นและปลายสายทางของถนน

3.2 การตรวจสอบความสอดคล้องในการออกแบบด้วย Design Consistency

Module : DCM

โปรแกรมส่วนนี้มีวัตถุประสงค์การใช้ดังนี้

1. เพื่อคาดการณ์ระดับความแตกต่างของความเร็วในทางปฏิบัติต่อความเร็วออกแบบ (Design vs. Operating Speed)
2. เพื่อคาดการณ์ระดับความเร็วที่ลดลงในส่วนรอยต่อของทางตรงและทางโค้ง (Predicted Speed Differential of Adjacent Elements)

ข้อมูลที่ต้องการ

1. ช่วง Station ของถนนที่ต้องการวิเคราะห์
2. ข้อมูลแนวราบของถนน
 - 2.1 จุด Station เริ่มต้นและสิ้นสุดของถนนช่วงเส้นตรง
 - 2.2 จุด Station เริ่มต้นและสิ้นสุดของถนนช่วงโค้ง และรัศมีของโค้ง

3. ข้อมูลแนวตั้งของถนน
 - 3.1 ระดับความลาดชันของโค้งตั้ง
 - 3.2 จุด Station ของโค้งตั้ง ประเภทของโค้งตั้งหรือโค้งคว่ำ
4. ความเร็วออกแบบ (Design Speed)
5. ความเร็วที่ต้องการ (Desired Speed) คือความเร็วที่ระดับ 85 เพอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ผู้ขับขี่จะเลือกใช้ขับขี่ เมื่อไม่ถูกจำกัดโดยสภาพถนนทั้งแนวราบ และแนวตั้ง ในโปรแกรม IHSDM จะกำหนดค่าไว้ที่ 100 km/h ซึ่งผู้ใช้สามารถเปลี่ยนค่าได้
6. ความเร็ว ณ จุด Station เริ่มต้นการวิเคราะห์ (Speed at Analysis Start Station) คือความเร็วที่ระดับ 85 เพอร์เซ็นต์ไทล์ ขณะเข้าสู่ช่วงถนนที่เริ่มต้นการวิเคราะห์ ความเร็วที่จุดเริ่มต้นห้ามมีค่ามากเกินความเร็วที่ต้องการ (Desired Speed) โปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นของความเร็ว ณ Station เริ่มต้นการวิเคราะห์เท่ากับความเร็วที่ต้องการ โดยผู้ใช้สามารถเปลี่ยนค่าได้
7. ความเร็ว ณ จุด Station สิ้นสุดการวิเคราะห์ (Speed at Analysis End Station) คือความเร็วที่ระดับ 85 เพอร์เซ็นต์ไทล์ หลังออกจากช่วงถนนที่สิ้นสุดการวิเคราะห์ ความเร็วที่จุดสิ้นสุดห้ามมีค่ามากเกินความเร็วที่ต้องการ (Desired Speed) โปรแกรมกำหนดค่าสิ้นสุดของความเร็ว ณ Station สิ้นสุดการวิเคราะห์เท่ากับความเร็วที่ต้องการ โดยผู้ใช้สามารถเปลี่ยนค่าได้
8. ประเภทของรถ (Vehicle Type) โปรแกรมจะกำหนดประเภทรถไว้ 5 ประเภท โดยกำหนดให้รถประเภทที่ 5 เป็นค่าเริ่มต้น ซึ่งเป็นรถประเภทที่มีความเร่งและความเร็วสูงสุด และจำนวนรถมากที่สุดคือร้อยละ 30 ของรถทั้งหมด และรถประเภทที่ 1 เป็นรถประเภทที่มีความเร่งและความเร็วต่ำสุด และจำนวนรถน้อยที่สุดคือร้อยละ 10 ของรถทั้งหมด รถแต่ละประเภทมีความเร่งสูงสุดและความเร็วสูงสุดดังต่อไปนี้

รถประเภทที่ 1 มีความเร่งสูงสุด 3.4046 m/s^2	ความเร็วสูงสุด 123.77 km/h
รถประเภทที่ 2 มีความเร่งสูงสุด 3.6546 m/s^2	ความเร็วสูงสุด 129.28 km/h
รถประเภทที่ 3 มีความเร่งสูงสุด 3.8923 m/s^2	ความเร็วสูงสุด 132.88 km/h
รถประเภทที่ 4 มีความเร่งสูงสุด 4.0295 m/s^2	ความเร็วสูงสุด 139.36 km/h
รถประเภทที่ 5 มีความเร่งสูงสุด 4.2977 m/s^2	ความเร็วสูงสุด 156.56 km/h

3.2.1 การประเมินความสอดคล้องในการออกแบบ

1) การคาดการณ์ระดับความแตกต่างของความเร็วในทางปฏิบัติต่อความเร็ว ออกแบบ (Design vs. Operating Speed)

โปรแกรมจะประมาณค่าความเร็วของรถที่ 85 เปอร์เซ็นต์ที่โวลต์ตลอดช่วงถนนที่ทำการวิเคราะห์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับความเร็วที่ใช้ออกแบบถนน ว่าแต่ละ Station มีความแตกต่างกันในระดับใด

ผลการประเมิน (Output)

การประเมินความแตกต่างของความเร็วในทางปฏิบัติกับความเร็วออกแบบ มี 3 เงื่อนไข คือ

1. เงื่อนไขที่ 1 $(V_{85} - V_{design}) \leq 10 \text{ km/h}$
2. เงื่อนไขที่ 2 $10 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{design}) \leq 20 \text{ km/h}$
3. เงื่อนไขที่ 3 $(V_{85} - V_{design}) > 20 \text{ km/h}$

2) การคาดการณ์ระดับความเร็วที่ลดลงในส่วนรอยต่อของทางตรงและทางโค้ง (Predicted Speed Differential of Adjacent Elements)

โปรแกรมจะประมาณค่าความเร็วของรถที่ 85 เปอร์เซ็นต์ที่โวลต์ตลอดช่วงถนนที่ทำการวิเคราะห์ แล้วนำมาประมาณค่าความเร็วที่ลดลงขณะที่ผู้ขับขี่เปลี่ยนทิศทางจากทางตรงเข้าสู่ทางโค้ง

ผลการประเมิน (Output)

การประเมินความเร็วที่ลดลงความเร็วในทางตรงขณะเข้าโค้งหรือออกจากโค้ง มี 3 เงื่อนไข คือ

1. เงื่อนไขที่ 1 $(V_{85Tangent} - V_{85Curve}) \leq 10 \text{ km/h}$
2. เงื่อนไขที่ 2 $10 \text{ km/h} < (V_{85Tangent} - V_{85Curve}) \leq 20 \text{ km/h}$
3. เงื่อนไขที่ 3 $(V_{85Tangent} - V_{85Curve}) > 20 \text{ km/h}$