

Road Management System



THAILAND EXPERIENCE

PATTHARIN SARUTIPAND



Department of Highways

Evolution of road maintenance planning



- **Past:** Responsive (Corrective) System
 - **Present:** Systematic Procedure
 - Routine Maintenance
 - Periodic Maintenance
 - Special Maintenance & Rehabilitation
 - Emergency Maintenance
 - **Future:** Centralized DB + WA
 - Database (DB)
 - Web-based Applications (WA)
- } Preventive
- } Corrective

Road Maintenance Management Tools



**DEVELOPING HOLISTIC, SYSTEMATIC
APPROACH FOR MAINTENANCE MANAGEMENT**

Goals – Make the right decision



- Developing **systematic** approach for maintenance management
- Achieving the highest **cost effectiveness** of maintenance strategies and the highest **efficiency** of the management processes in the organization

Objectives



- Adapting the **Information Technologies** to support the maintenance management processes in the organization
 - Correctness, Quickness, Standardized
- **Centralized** the data relevant to the maintenance management process
 - Reducing redundancy, error, diversity of data
- Representing the data and the analysis results on the **web-based** application using **Geographic Information System (GIS)**

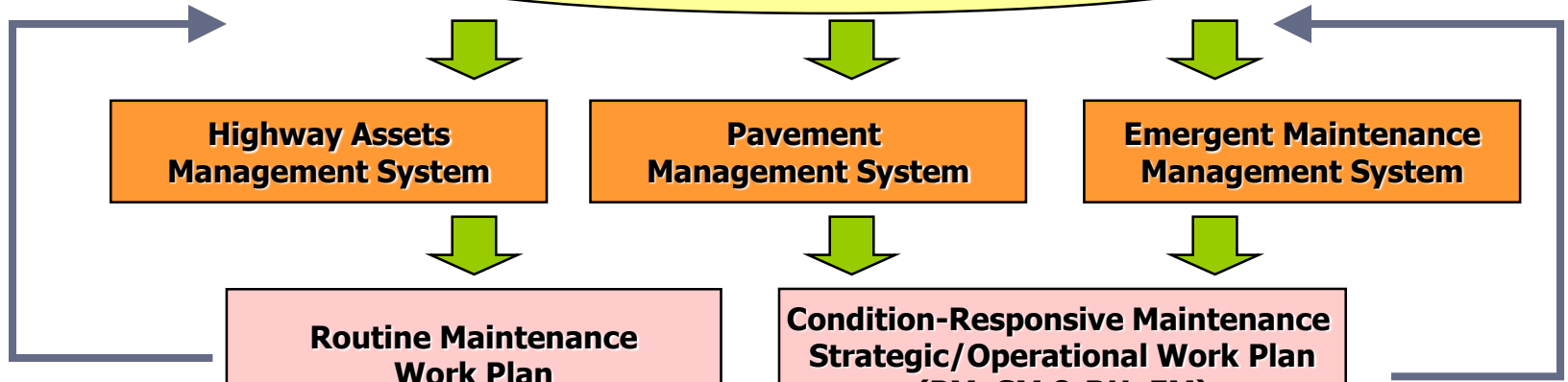
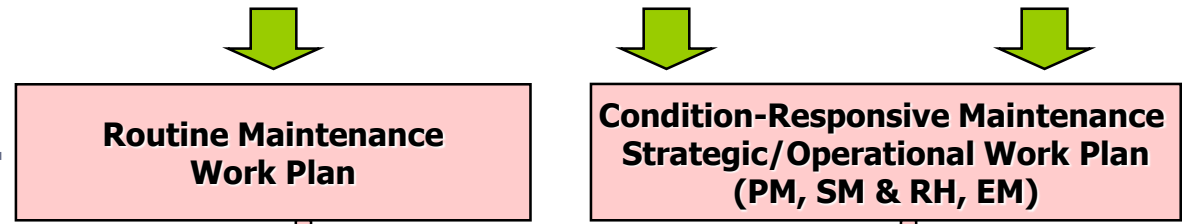
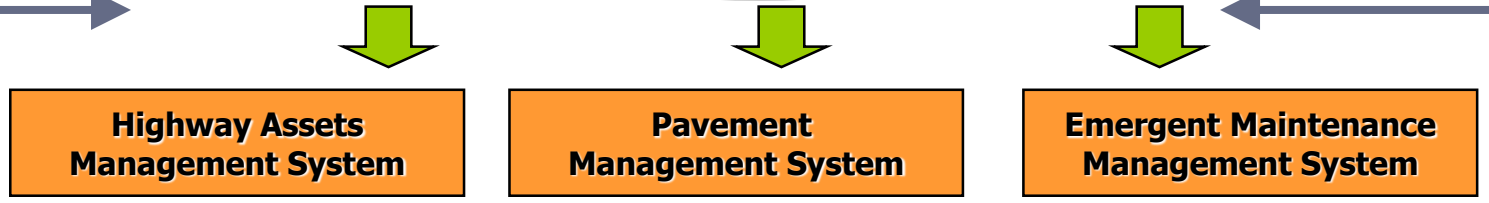
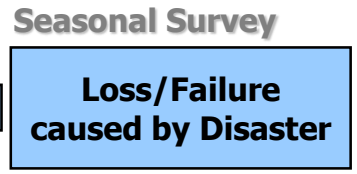
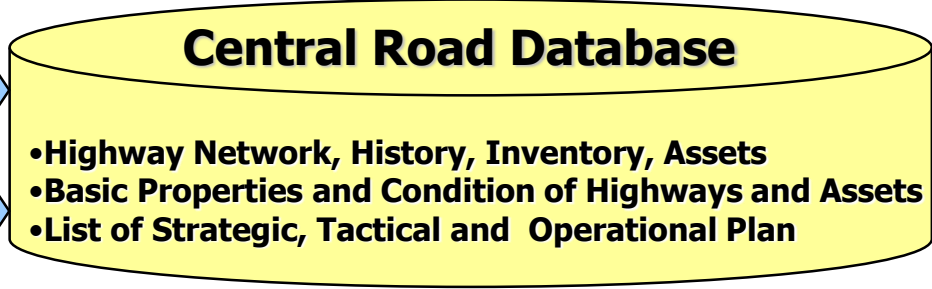
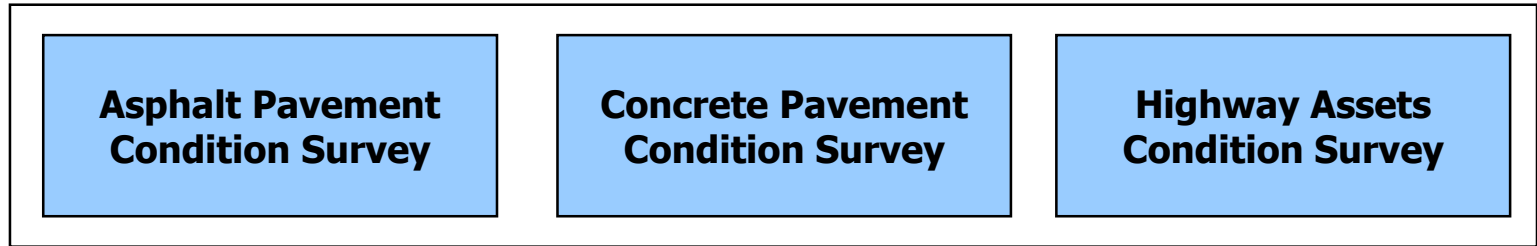
Centralized Database with Web-based Applications



- Pavement Condition Survey (3-yr survey cycle)
- Central Road Database (ROADNET)
- Pavement Management System (TPMS)
- Maintenance Plan Information System (PLANNET)
- Emergency Management System (EMS)
- Asset Management System (ASSET)

Holistic and Systematic Highway Maintenance System

Yearly Survey



Centralized Database with Web-based Applications



- **Pavement Condition Survey**
- Central Road Database
- Pavement Management System
- Maintenance Information System
- Emergency Management System
- Asset Management System

Pavement Condition Survey



Past:

- Manual/Visual Inspection
- Simple Instrument
- Data is summarized in spreadsheet forms

Present & Future

- Automated Survey Vehicle
- Data is presented on Graphical Information System (GIS) Map

Adopting new technology for condition survey

Past manually collected by state officials using simple instruments



Rut Depth Measurement



Automated Vehicle for PCS

Asset View Camera

**Right of Way
/Asset View**

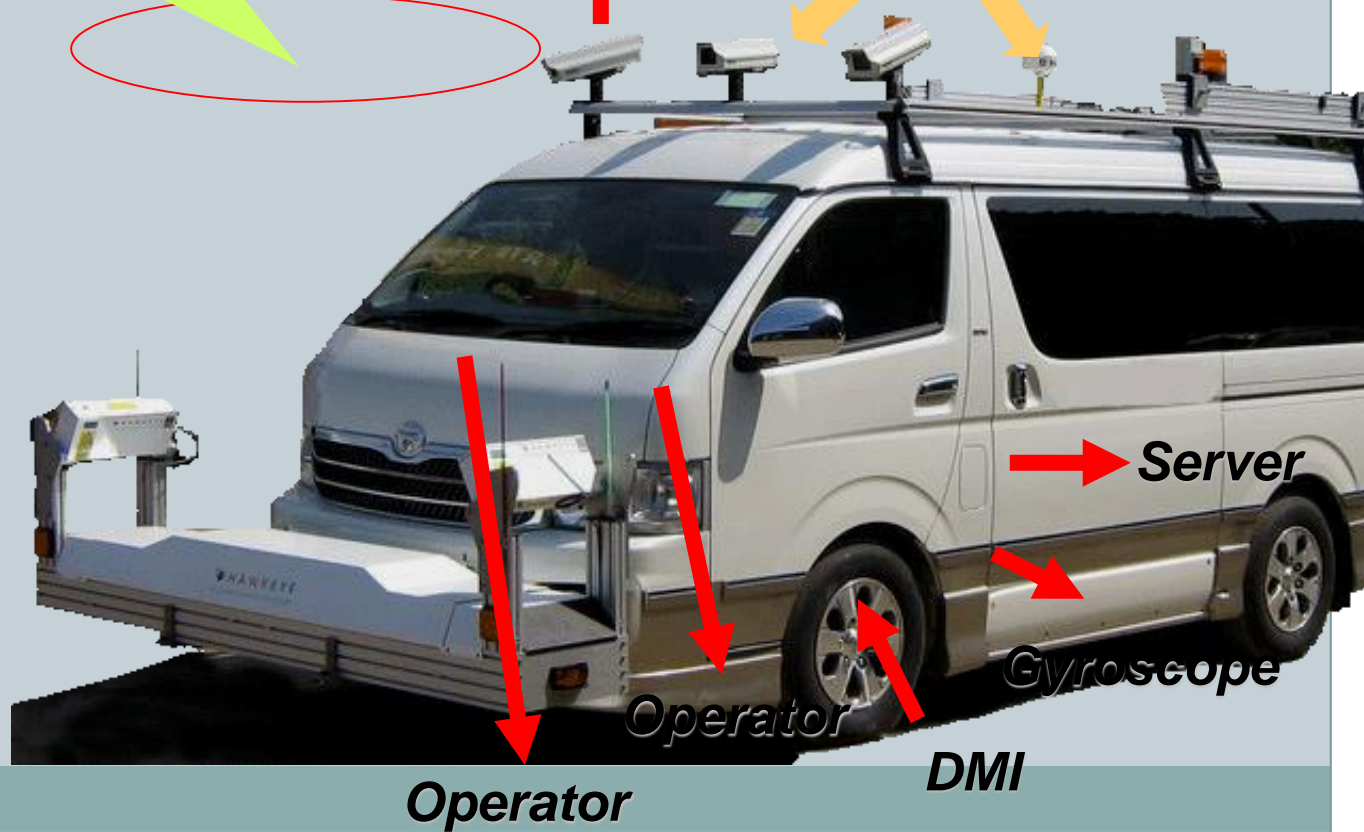
Pavement View Camera

**Pavement
Surface Distress**

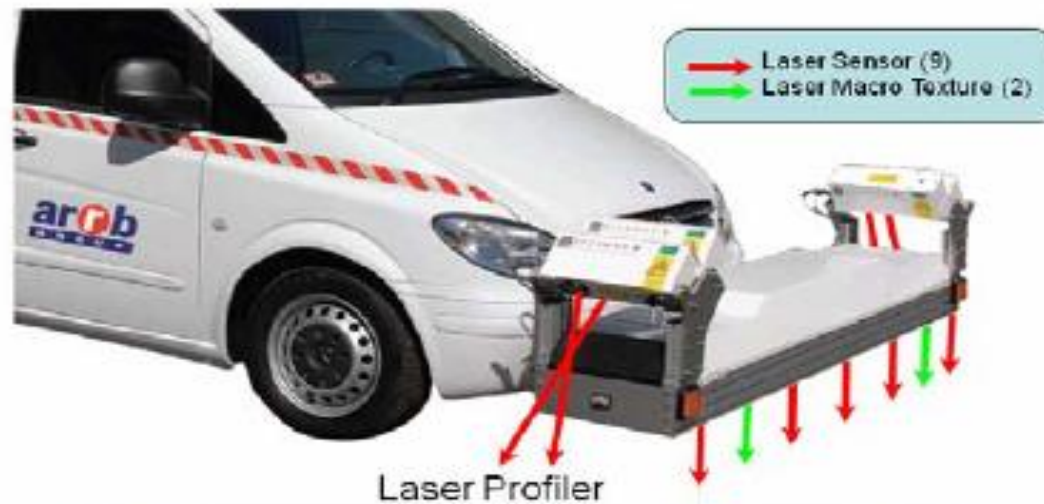
GPS

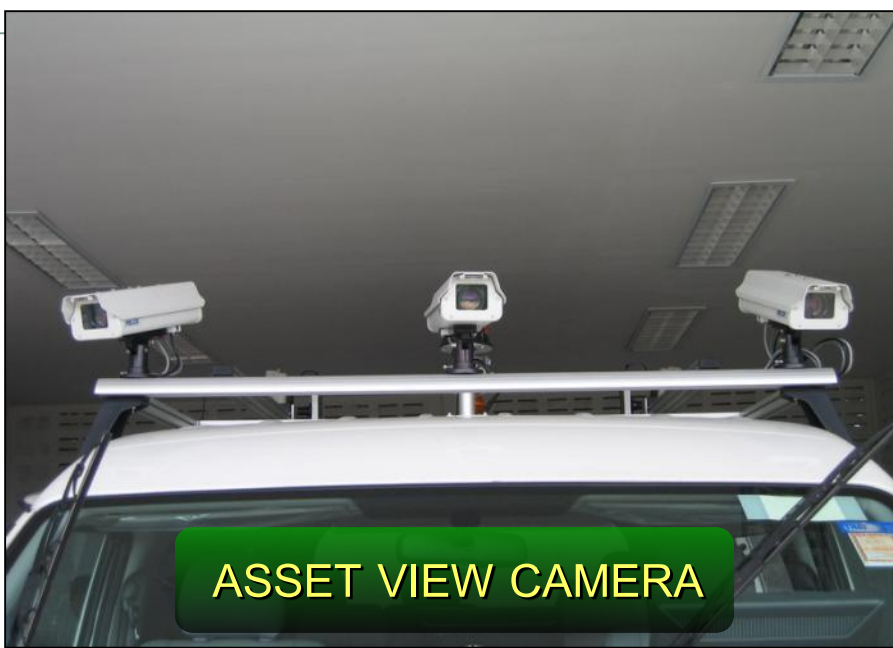
Laser Profiler

**IRI &
Rutting**



Laser profiler





ASSET VIEW CAMERA



LASER CONTROLLER



LASER HEAD



ACCELEROMETER

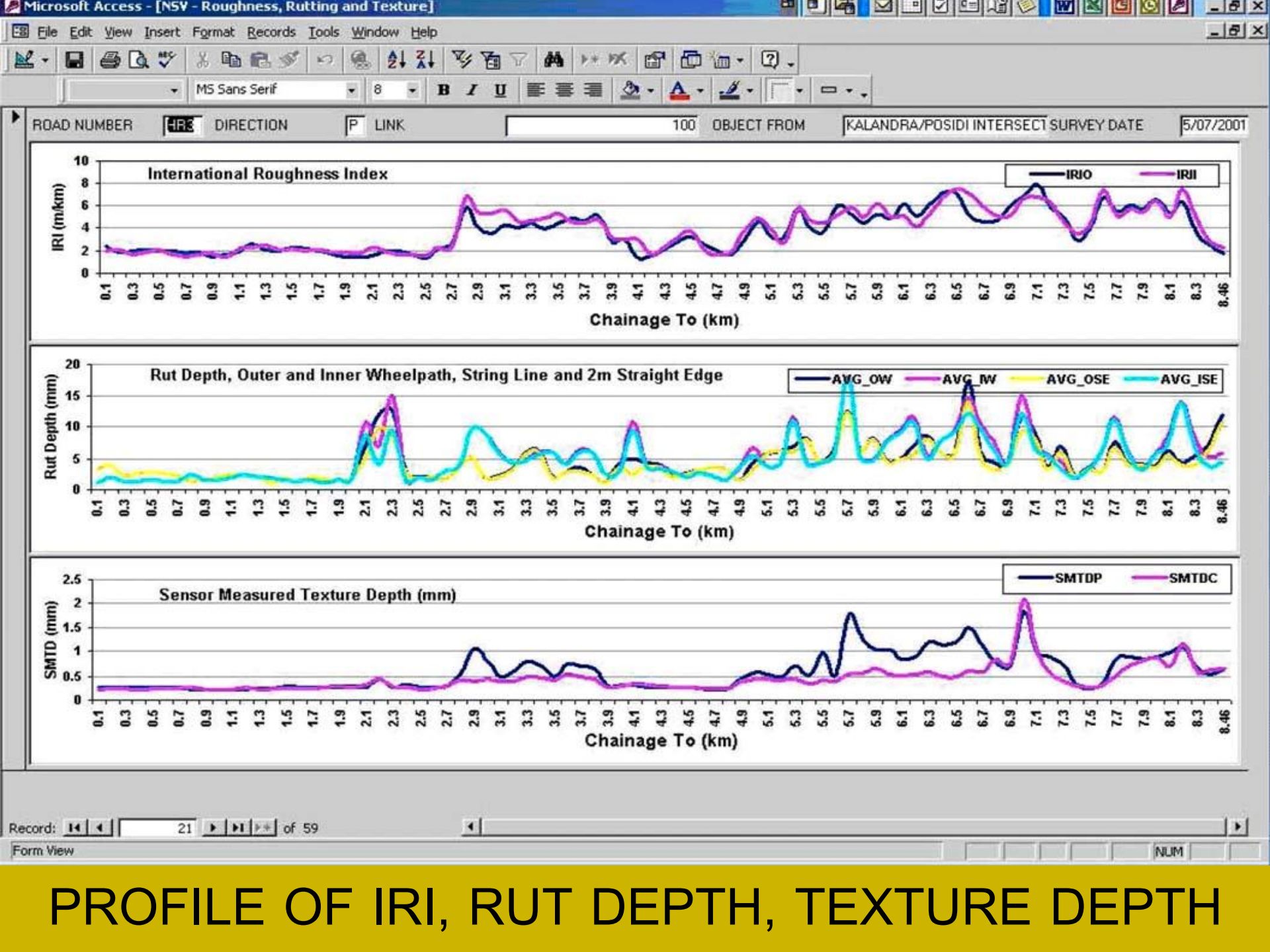
MEASUREMENT EQUIPMENT

PROCESSING TOOLS

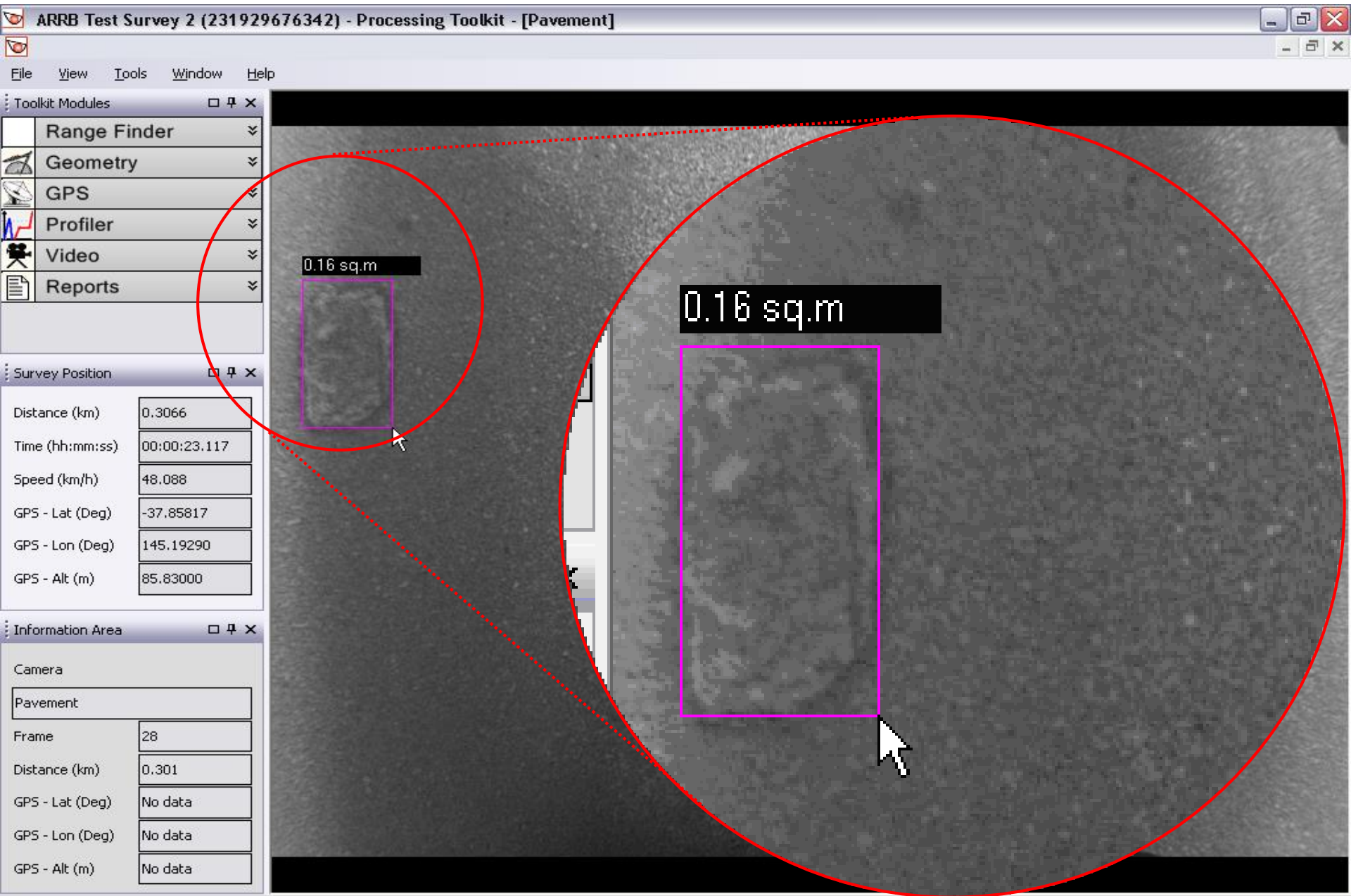
The screenshot displays the ARRB Test Survey 2 (231929676342) - Hawkeye 2000 - Processing Toolkit interface. The main window is divided into several panes:

- Asset View (Forward):** Three camera views labeled "Left", "Front", and "Right".
- Pavement (Downward):** Two views labeled "Left" and "Right" showing a downward-looking perspective of the road surface.
- Map:** A GPS map showing the survey path with a "Start" and "Stop" marker.
- Profile:** A line graph showing "Profile" data over distance.
- Survey Position:** A table of real-time data:

Distance (km)	0.322
Time	00:00:24.260
Speed (km/h)	48.000
Latitude (°)	37.85815
Longitude (°)	145.19271
Altitude (m)	86.16000
- Survey Details:** Metadata including operators (HJ/PVD), date (3/09/2005), road location file (100.LOC), direction (Forward), base (Vermont South), and company (ARRB Group Ltd.).
- Survey Navigator:** A progress bar for "Section 'Start'" showing a distance of 0.000 km out of 4.479 km.
- Playback Controls:** A control panel with "Status: Stopped" and playback buttons.



PROFILE OF IRI, RUT DEPTH, TEXTURE DEPTH



DISTRESS AREA MEASUREMENT TOOLS

CENTRALIZED DATABASE



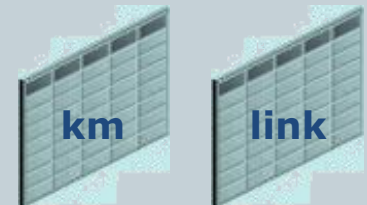
Central Road Database

**OGC Standard
SQL-Simple Feature
(SQL Script *.sql)**

Condition data with GPS information



GIS Map



**CONVERT POINT DATA TO LINE
LINK TABLE DATA TO LINE**

Centralized Database with Web-based Applications

- Pavement Condition Survey
- **Central Road Database**
- Pavement Management System
- Maintenance Information System
- Emergency Management System
- Asset Management System

Database design



- Road Inventory *from Bureau of Highway Planning*
(No., Name, Start/End , #Lanes, District, Road Class, Construction Year)

from Automated Survey Vehicle

- GPS Data
- Road Geometry
(Width, Slope, Grade, V/H Curve)
- Surfacing Distress
(Crack, Pothole, Patching, Bleeding, Raveling)
- Deformation Distress
(Roughness, Rutting)
- Asset Image
- Traffic Volume & Mix *from Bureau of Traffic and Safety*


Central Road Database



Road Database

- Road Inventory
- Geographic Information positioning by GPS

Maintenance Related Database

- Road Condition
 - Surface Distress
(Crack, Pothole, Patching, Bleeding, Raveling)
 - Deformation Distress
(Roughness, Rutting)
- Road Traffic (volume & mix)
- Asset Image 

Road Database

Road Inventory

- Section Identification
- Attribute
- Physical Properties
- Engineering Properties
- Administration Unit
- History

Survey

GIS Map

- Section geometry
- Referencing system post-kilometers
- Position by GPS

District	Route	Section	Start	End
511	1147	100	0+000	10+000
511	12	200	10+000	20+000
511	1061	101	5+000	10+050
511	1281	100	1+850	12+385



ROADNET (roadnet.doh.go.th)

ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง

roadnet.doh.go.th

RoadNet
Central Road Database
ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง

กรม บริหารการทาง
For Better Roads

จำนวนทางหลวง: 1,528
จำนวนตอน: 2,926
ระยะทาง (กม.): 51,816.634
ปรับปรุงล่าสุด: 9 ส.ค. 59

เข้าสู่ระบบ

ทางหลวง

🔍 304 ค้นหา >> ขึ้นสูง

ทางหลวงหมายเลข 0304

0304 ปากเกร็ด - สะพานต่างระดับนครราชสีมา (กม. 0+000 - กม. 298+515) ระยะทาง 296.707 กม. แผนภูมิ

ตอน	ชื่อตอน	เริ่ม	สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)	รายละเอียด
ขท.นนทบุรี					
0100	ปากเกร็ด - คลองประปา	0+000	5+651	5.651	ดู แก้ไข
ขท.กรุงเทพ					
0201	คลองประปา - ดันนายาว	5+651	19+600	13.949	ดู แก้ไข
0202	ดันนายาว - แยกเข้ามีนบุรี	19+600	26+075	6.475	ดู แก้ไข
0203	แยกเข้ามีนบุรี - คลองหลวงแพ่ง	26+075	49+885	23.810	ดู แก้ไข
ขท.ฉะเชิงเทรา					
0301	คลองหลวงแพ่ง - ฉะเชิงเทรา	49+885	67+638	17.753	ดู แก้ไข
0301	คลองหลวงแพ่ง - ฉะเชิงเทรา	68+119	70+102	1.983	ดู แก้ไข
0301	คลองหลวงแพ่ง - ฉะเชิงเทรา	71+429	71+716	0.287	ดู แก้ไข
0302	ฉะเชิงเทรา - เสม็ดเหนือ	71+716	86+716	15.000	ดู แก้ไข
0303	เสม็ดเหนือ - ทนมหาสารคาม	86+716	105+716	19.000	ดู แก้ไข
0304	ทนมหาสารคาม - เขาคันทรง	105+716	126+416	20.700	ดู แก้ไข
ขท.ปราจีนบุรี					
0401	เขาคันทรง - ลาดตะเคียน	126+416	147+425	21.009	ดู แก้ไข

Route Info. (Length/ADT) + No. of Lanes + Geography

RoadNet Central Road Database ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง

ปริมาณทางหลวง: 1,528 | จำนวนถนน: 2,926 | ระยะทาง (กม.): 51,816.634 | ปรับปรุงล่าสุด: 9 ส.ค. 59

ทางหลวง: 0304

ทางหลวงหมายเลข 0304

0304 ปากเกร็ด - สะพานต่างระดับนครราชสีมา (กม. 0+000 - กม. 298+515) ระยะทาง 296.707 กม.

ช.ท.	ช.ท.ต้น	ช.ท.ปลาย	ระยะทาง (กม.)	ADT	สถานะ
ช.ท.ฉะเชิงเทรา					
0203	แยกเข้าบ้านบุรี - คลองหลวงแห้ง	26+075	49+885	23.810	เปิด
ช.ท.ฉะเชิงเทรา					
0301	คลองหลวงแห้ง - ฉะเชิงเทรา	49+885	67+638	17.753	เปิด
0301	คลองหลวงแห้ง - ฉะเชิงเทรา	68+119	70+102	1.983	เปิด
0301	คลองหลวงแห้ง - ฉะเชิงเทรา	71+429	71+716	0.287	เปิด
0302	ฉะเชิงเทรา - เสม็ดเหนือ	71+716	86+716	15.000	เปิด
0303	เสม็ดเหนือ - ทนมหาศาล	86+716	105+716	19.000	เปิด
0304	ทนมหาศาล - เขาทันซ้อน	105+716	126+416	20.700	เปิด
ช.ท.ปราจีนบุรี					
0401	เขาทันซ้อน - ลาดตะเคียน	126+416	147+425	21.009	เปิด
0402	ลาดตะเคียน - สี่แยกกบินทร์บุรี	147+425	165+860	18.435	เปิด
0403	สี่แยกกบินทร์บุรี - วังน้ำเขียว	165+860	221+222	55.362	เปิด
ช.ท.นครราชสีมา 3					
0501	วังน้ำเขียว - คอนขวาง	221+222	268+015	46.793	เปิด
0502	คอนขวาง - โพนี๊กกลาง	268+015	297+015	29.000	เปิด
ช.ท.นครราชสีมา 2					
0600	โพนี๊กกลาง - สะพานต่างระดับนครราชสีมา	297+015	298+515	1.500	เปิด

รายละเอียดถนน: 0403

IRI เฉลี่ย (ค่า): 3.47 ม./กม. [Bump] [Laser]

ระยะทาง (กม.)	R5	R4	R3	R2	R1	L1	L2	L3	L4	L5
0.300										
1.800										
6.900										
2.000										
15.000										
0.590										
2.560										
0.300										
12.450										
0.100										
13.362										

2:45 11/8/2559

IRI (Profile/Histogram)+PICTURE+ LOCATION

ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง | roadnet.doh.go.th

RoadNet Central Road Database ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง

กรมการขนส่งทางบก For Better Roads

จำนวนทางหลวง: 1,528 | จำนวนถนน: 2,926 | ระยะทาง (กม.): 51,816,634 | เข้าสู่ระบบ: 9 ล. 59

ทางหลวง 304

ทางหลวงหมายเลข 0304 » รายละเอียดถนนความคม 0403 » ความขรุขระ กม.165+860-221+222 (เลน L)

ความขรุขระ กม.165+860-221+222 (เลน L)

กราฟ | ฮิสโตแกรม | พิมพ์

เลือกช่วง กม. 165+848 - 221+234

เลือกค่าสูงสุด : 9

IRIเฉลี่ย: 2.41 ม./กม. ระยะทาง: 55.362 กม. คิวทาง: แอสฟัลต์ วันที่สำรวจ: 15 ส.ค. 57


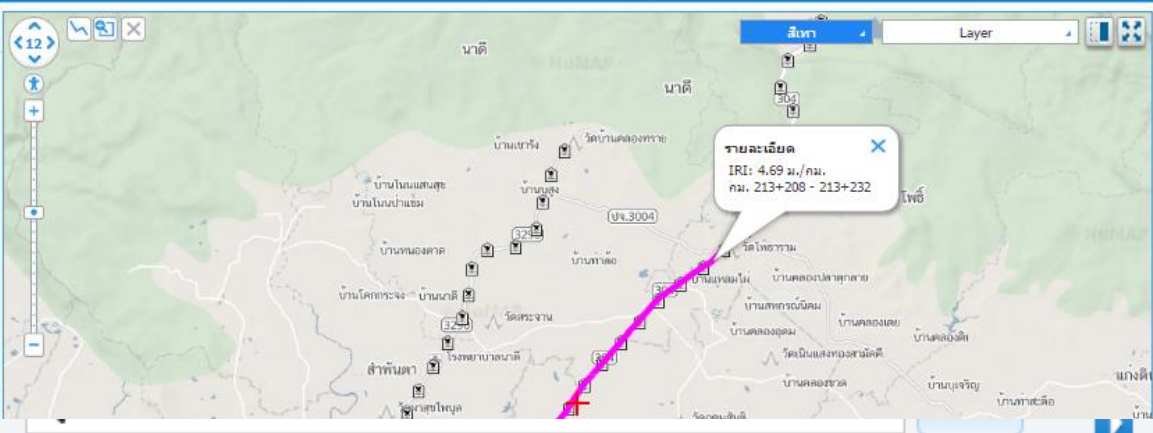
IRI (ม./กม.)

IRI > 3.5 (สีแดง)

IRI < 3.5 (สีเขียว)

IRI: 4.69 ม./กม. กม. 213+208 - 213+232

กม.	ความขรุขระ (ม./กม.)
165+848 - 165+872	5.94
165+905 - 165+929	5.22
165+961 - 165+985	3.51
166+018 - 166+042	1.85
166+075 - 166+099	2.81
166+132 - 166+156	2.69
166+188 - 166+212	2.24
166+245 - 166+269	3.05
166+302 - 166+326	3.52
166+359 - 166+383	1.55
166+415 - 166+439	3.44
166+472 - 166+496	2.92
166+529 - 166+553	2.05

ทางหลวงหมายเลข 0304 » รายละเอียดถนนความคม 0403 » ความขรุขระ กม.165+860-221+222 (เลน L)

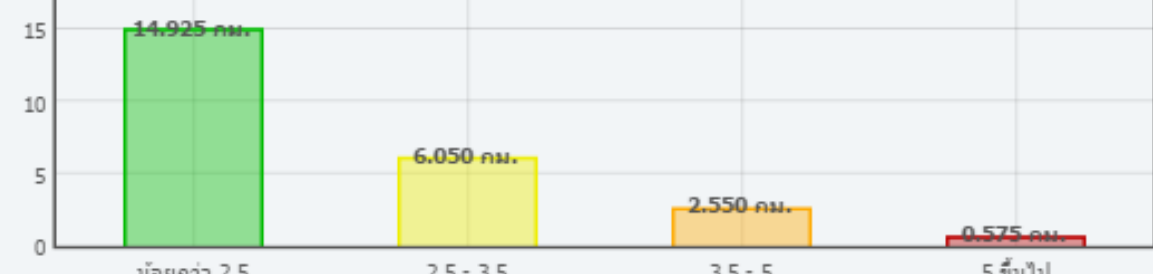
ความขรุขระ กม.165+860-221+222 (เลน L)

กราฟ | ฮิสโตแกรม | พิมพ์

เลือกช่วง กม. 165+848 - 221+234

เลือกค่าสูงสุด : 9

IRIเฉลี่ย: 2.41 ม./กม. ระยะทาง: 55.362 กม. คิวทาง: แอสฟัลต์ วันที่สำรวจ: 15 ส.ค. 57



Rutting Data

ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง | roadnet.doh.go.th

RoadNet Central Road Database ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง | **Bm** บริหารบำรุงทาง For Better Roads

จำนวนทางหลวง: 1,528 | จำนวนถนน: 2,926 | ระยะทาง (กม.): 51,816,634 | จำนวนผู้ใช้: 9 คน

ทางหลวง: 304 | ค้นหา: »

ทางหลวงหมายเลข 0304 > รายละเอียดถนนกม. 0403 > ความลึกร่องล้อ กม.165+860-221+222 (เลน L)

ความลึกร่องล้อ กม.165+860-221+222 (เลน L)

กราฟ | ฮิสโตแกรม | พิมพ์ | เลือกช่วง กม. 185+848 - 221+234 | Rut Depth เฉลี่ย: 5.29 มม. ระยะทาง: 55,362 กม. คิวทาง: แอสฟัลต์ วันที่สำรวจ: 15 ส.ค. 57 | กลับ

เลือกค่าสูงสุด: 21


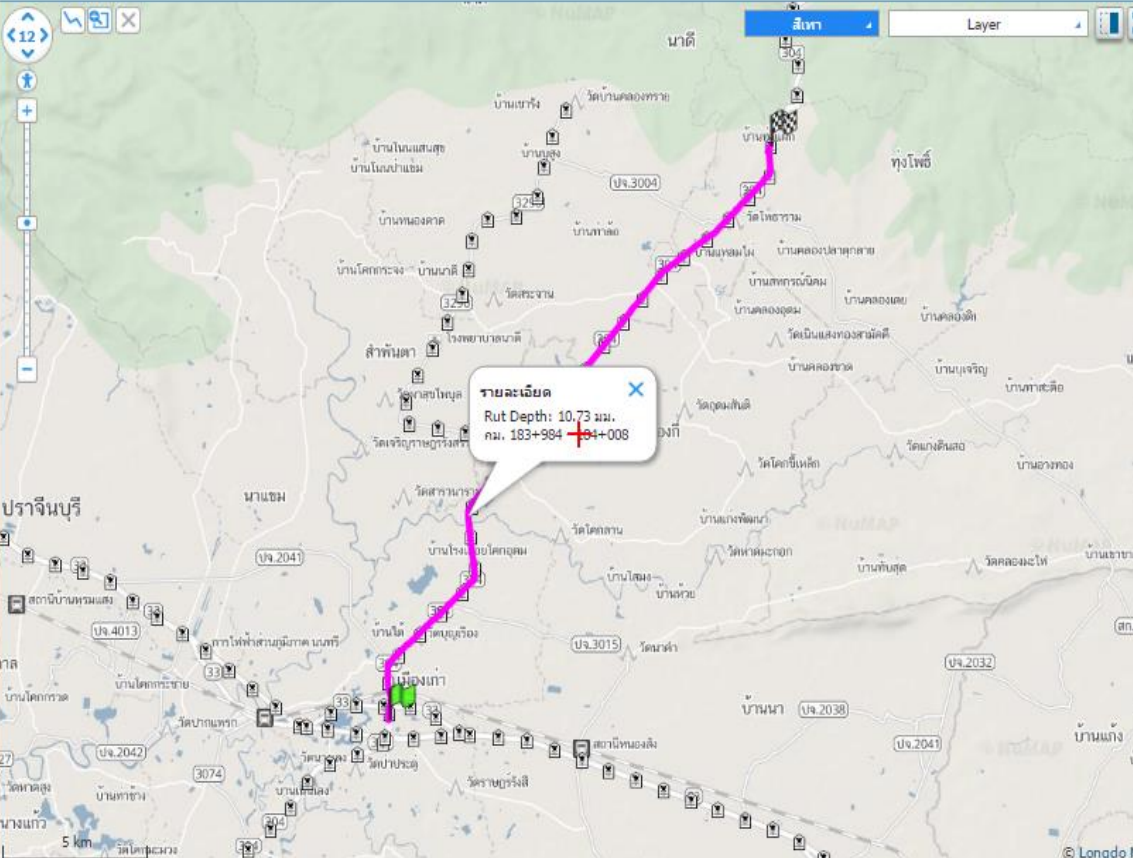
Rut Depth (มม.)

■ Rut Depth > 15
■ Rut Depth < 15

Rut Depth: 10.73 มม.
กม. 183+984 - 184+008

กม.	ความลึกร่องล้อ (มม.)
165+848 - 165+872	4.71
165+905 - 165+929	8.28
165+961 - 165+985	4.79
166+018 - 166+042	2.40
166+075 - 166+099	4.20
166+132 - 166+156	1.67
166+188 - 166+212	2.69
166+245 - 166+269	3.13
166+302 - 166+326	3.81
166+359 - 166+383	4.13
166+415 - 166+439	2.59
166+472 - 166+496	4.61
166+529 - 166+553	4.08

รายละเอียด: 0304-0403 | ชื่อถนน: สายถนนกม.0304 - 165+860 | กิโลเมตรที่: 173+787 | วันที่สำรวจ: 2014-08-15 | โครงการสำรวจถนนกม.0403: 2557

รายละเอียด: Rut Depth: 10.73 มม. กม. 183+984 - 184+008

© Longdo M

Texture Depth

ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง X

roadnet.doh.go.th

RoadNet Central Road Database ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง

กรมการขนส่งทางบก For Better Roads

จำนวนทางหลวง: 1,528 จำนวนถนน: 2,926 ระยะทาง (กม): 51,816.634 เริ่มใช้งาน: 9 มิ.ย. 59

ค้นหา: 304

ทางหลวงหมายเลข 0304 » รายละเอียดตอนครบถ้วน 0403 » Texture กม.221+222-165+860 (เลน R)

Texture กม.221+222-165+860 (เลน R)

กราฟ | สีจุดถนน | พิมพ์ | เลือกช่วง กม. | Texture เฉลี่ย: 1.09 มม. ระยะทาง: 55.362 กม. ค่าทาง: แอสฟัลต์ วันที่สำรวจ: 15 ส.ค. 57 | กลับ


เลือกค่าสูงสุด: 4

Texture (มม.)

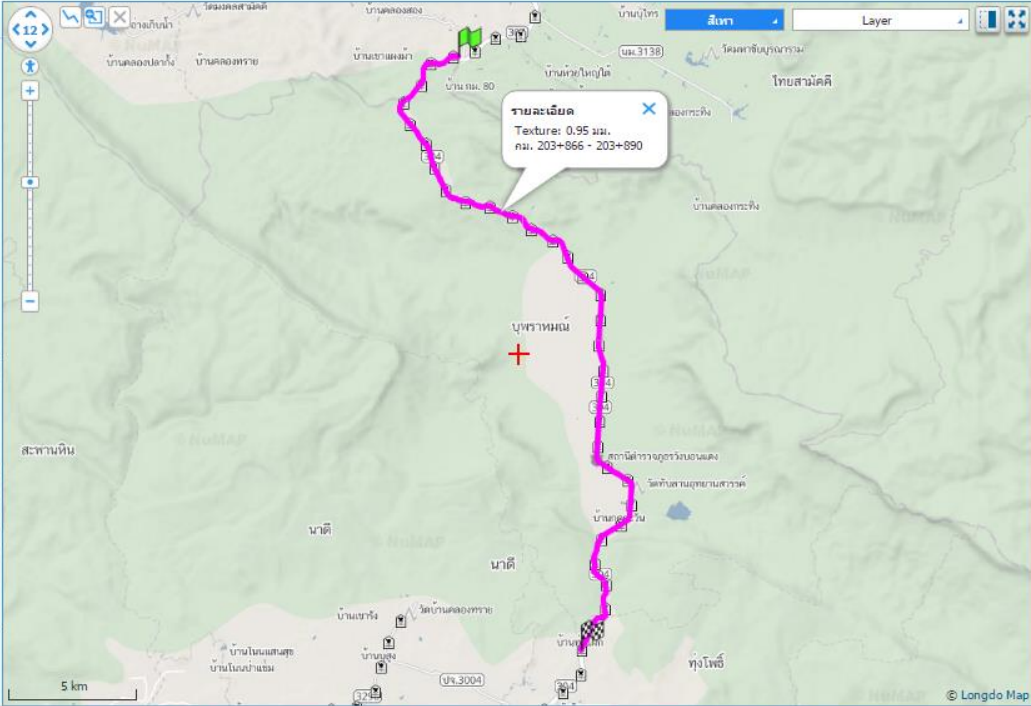
Texture > 15
Texture < 15

Texture: 0.95 มม. กม. 203+866 - 203+890

กม.	ความลึกของผิวทาง (มม.)
165+848 - 165+872	2.95
165+876 - 165+900	1.71
165+920 - 165+944	1.40
165+965 - 165+989	1.27
166+009 - 166+033	1.29
166+054 - 166+078	1.42
166+099 - 166+123	1.26
166+143 - 166+167	1.29
166+188 - 166+212	1.28
166+232 - 166+256	1.27
166+276 - 166+300	1.38
166+321 - 166+345	1.39
166+365 - 166+389	1.51



รายละเอียด: 1.71 มม. (ค่าเฉลี่ย) 2.95 มม. (ค่าสูงสุด) 1.27 มม. (ค่าต่ำสุด) วันที่สำรวจ: 15 ส.ค. 57



รายละเอียด: Texture: 0.95 มม. กม. 203+866 - 203+890

5 km

© Longdo Map

KINGSTON (G:) Pat e ระบบสารสนเทศโครง... NEDA_RoadMaint... Pattharin3.pptx - ... HACS+A.pptx - P... ENG 3:01 11/8/2559

What is the appropriate treatment ????



ADT 3,000 – 8,000 vehicle/day

Crack area 30 %

Rut Depth: Very Deep

Current Surface: AC 10 cm

What is the appropriate treatment ????



ADT < 3,000 vehicle/day

Crack area 15 %

No. of Pot Holes: Several

Current Surface: DBS

What is the appropriate treatment ????



ADT < 3,000 vehicle/day

Crack area 15 %

Current Surface: AC 5 cm

Pavement Management System

Making the right decision



- **Engineering Analysis** **Must be considered !**
 - Determine appropriate maintenance actions in corresponding to functional and structural characteristics
- **Economic Analysis**
 - Determine appropriate maintenance actions in corresponding to cost-effectiveness
- **Network Analysis**
 - Road users and Non-road users Impacts during Maintenance Period
 - Network Connectivity/Network Reliability
- **Social Factors**
 - Environmental Issues
 - Emissions/Pollutions

DOH Maintenance Policy



Routine Maintenance

- apply regularly

Periodic Maintenance

- maintain surface smoothness
- strengthen the pavement structure
- defer the pavement damages

Special Maintenance & Rehabilitation

- recover damages

Project Prioritization

Economic Benefit (Highways with high traffic volume)

Economic Analysis (Benefit/Cost Ratio)

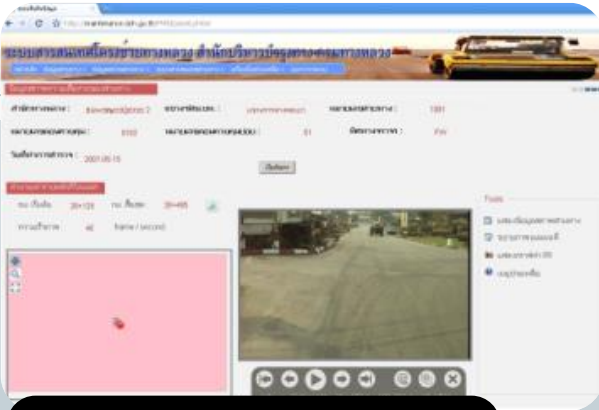
Community Connectivity (Collector roads)

Acceptable Serviceability Level / Maximum Allowable IRI

Respond to request/complaint from locals/regionals

Activities in the areas (Tourist Attractions, Urban Area, Conservative Area) Respond to governmental policy

Analysis Procedure



Functional and Structural Test



Road Condition Survey and Maintenance History

Road Condition Assessment

Appropriate Maintenance Options

Select the most cost-effective maintenance actions



Developing Pavement Management System

Past TPMS operating on Dos system + limitations

TPMS MAINTENANCE BUDGETING MODULE MAIN MENU

DIVISION 52 - CHIANG MAI

```

1) IRMS 01    OPTIMUM TREATMENT SELECTION
2) IRMS 02/01 ADJUSTED TREATMENT SELECTION
3) IRMS 03    AREA MASTER FILE LISTING
4) IRMS 04    SUB-SECTION TREATMENTS
5) IRMS 05    DISTRICT BUDGETING
6) IRMS 06    DISTRICT BUDGETING SUMMARY
7) IRMS 07    DISTRICT/DIVISION TREATMENT SUMMARY
8) IRMS 08    DIVISION BUDGETING SUMMARY
9)           System Utilities

Enter Option Number: 521
    
```

Q to quit

Roughness Range (IRI m/km)	Deterioration Minor
< 3	< 30%
3 - 4	> 30%
4 - 5	> 30%
5 - 6	> 30%
6 - 8	> 30%
8 - 10	> 30%
> 10	> 30%

IRI	IRI Range	Treatment	Status
6,001	> 10,000	RM	REH-AC
0	- 10,000	RM	REH-AC
0		REH-AC	REH-AC
0	OL-60	REH-AC	REH-AC
0	OL-60	REH-AC	REH-AC
0	REH-AC	REH-AC	REH-AC
0	REH-AC	REH-AC	REH-AC
0	REH-AC	REH-AC	REH-AC
AC	REH-AC	REH-AC	REH-AC
AC	REH-AC	REH-AC	REH-AC
AC	REH-AC	REH-AC	REH-AC
AC	REH-AC	REH-AC	REH-AC
AC	REH-AC	REH-AC	REH-AC
AC	REH-AC	REH-AC	REH-AC

RM - Routine Maintenance
 Seal - Slurry Seal
 DL-50 - 50mm Asphalt
 DL-60 - 60mm Asphalt
 DL-80 - 80mm Asphalt
 REH-ST - Rehabilitation
 REH-AC - Rehabilitation

TPMS Maintenance Action Decision Matrix

Road Condition

Table 8.1

Traffic

Treatment Matrix for the TPMS Budgeting Module
AC Surface - Medium Strength

Roughness Range (IRI m/km)	Deterioration		Traffic Range - AADT									
	Minor	Major	< 200	201 - 500	501 - 1,000	1,001 - 2,000	2,001 - 4,000	4,001 - 6,000	6,001 - 10,000	> 10,000		
< 3	< 30%	< 10%	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM
	> 30%	< 10%	Seal	Seal	Seal	Seal	RM	RM	RM	RM	RM	
		> 10%	Seal	Seal	Seal	Seal	OL-50	OL-50	OL-50	OL-50	OL-50	
3 - 4	< 30%	< 10%	RM	RM	RM	RM	OL-50	OL-50	OL-50	OL-50	OL-60	
	> 30%	< 10%	Seal	Seal	Seal	Seal	OL-50	OL-50	OL-50	OL-60		
		> 10%	Seal	Seal	Seal	Seal	OL-50	OL-50	OL-50	REH-AC		
4 - 5	< 30%	< 10%	RM	RM	OL-50	OL-60	OL-60	OL-60	OL-60	OL-60	REH-AC	
	> 30%	< 10%	Seal	Seal	OL-50	OL-60	OL-60	OL-60	OL-60	OL-60	REH-AC	
		> 10%	Seal	Seal	OL-50	OL-60	OL-60	OL-60	REH-AC	REH-AC		
5 - 6			OL-50	OL-50	OL-60	OL-60	OL-60	OL-80	REH-AC	REH-AC		
6 - 8			OL-50	OL-50	REH-ST	REH-ST	REH-AC	REH-AC	REH-AC	REH-AC		
8 - 10			REH-ST	REH-ST	REH-ST	REH-ST	REH-AC	REH-AC	REH-AC	REH-AC		
> 10			REH-ST	REH-ST	REH-ST	REH-ST	REH-AC	REH-AC	REH-AC	REH-AC		

- RM - Routine Maintenance
- Seal - Slurry Seal or Surface Treatment
- OL-50 - 50mm Asphaltic Concrete Overlay
- OL-60 - 60mm Asphaltic Concrete Overlay
- OL-80 - 80mm Asphaltic Concrete Overlay
- REH-ST - Rehabilitation with Granular Base and DBST
- REH-AC - Rehabilitation with Granular Base and 50mm Asphaltic Concrete

Table 8.2

Treatment Matrix for the TPMS Budgeting Module
AC Surface - High Strength

Roughness Range (IRI m/km)	Deterioration		Traffic Range - AADT							
	Minor	Major	< 200	201 - 500	501 - 1,000	1,001 - 2,000	2,001 - 4,000	4,001 - 6,000	6,001 - 10,000	> 10,000
< 3	< 30%	< 10%	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM
	> 30%	< 10%	Seal	Seal	Seal	Seal	RM	RM	RM	RM
		> 10%	Seal	Seal	Seal	Seal	OL-50	OL-50	OL-50	OL-50
3 - 4	< 30%	< 10%	RM	RM	RM	RM	RM	OL-60	OL-60	OL-60
	> 30%	< 10%	Seal	Seal	Seal	Seal	RM	OL-60	OL-60	OL-60
		> 10%	Seal	Seal	Seal	Seal	OL-50	OL-60	OL-60	REH-AC
4 - 5	< 30%	< 10%	RM	RM	OL-50	OL-60	OL-60	OL-60	OL-60	OL-80
	> 30%	< 10%	Seal	Seal	OL-50	OL-60	OL-60	OL-60	OL-60	OL-80
		> 10%	Seal	Seal	OL-50	OL-60	OL-60	OL-60	REH-AC	REH-AC
5 - 6			OL-50	OL-50	OL-60	OL-60	OL-60	OL-80	REH-AC	REH-AC
6 - 8			OL-50	OL-50	REH-ST	REH-ST	OL-80	OL-80	REH-AC	REH-AC
8 - 10			REH-ST	REH-ST	REH-ST	REH-ST	REH-AC	REH-AC	REH-AC	REH-AC
> 10			REH-ST	REH-ST	REH-ST	REH-ST	REH-AC	REH-AC	REH-AC	REH-AC

- RM - Routine Maintenance
- Seal - Slurry Seal or Surface Treatment
- OL-50 - 50mm Asphaltic Concrete Overlay
- OL-60 - 60mm Asphaltic Concrete Overlay
- OL-80 - 80mm Asphaltic Concrete Overlay
- REH-ST - Rehabilitation with Granular Base and DBST
- REH-AC - Rehabilitation with Granular Base and 50mm Asphaltic Concrete

TPMS Maintenance Action Decision Matrix



PROBLEMS

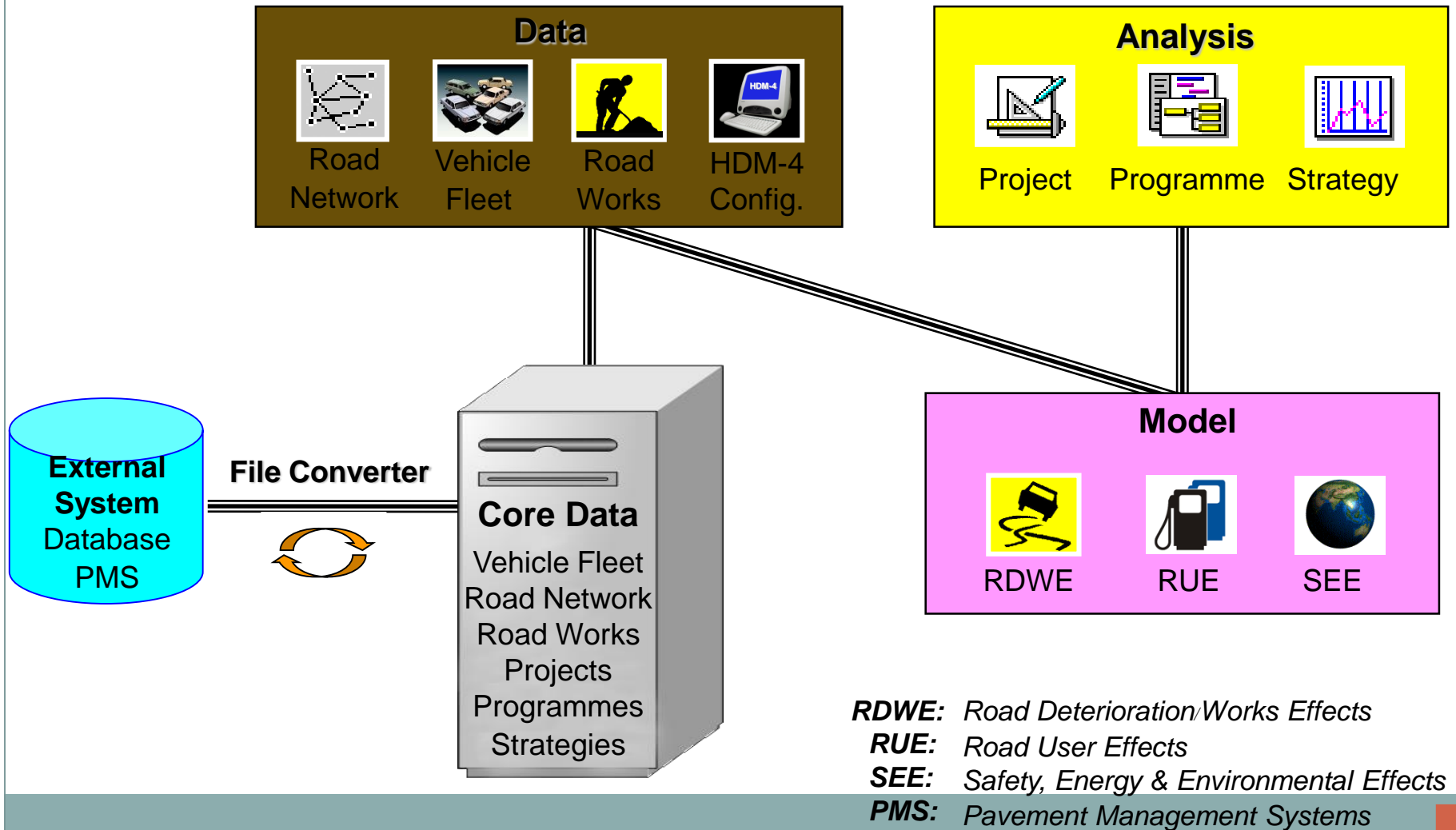
- Road sections are no longer identical.
- Traffic pattern is varied, not uniformed.
- Distress observed is scattered and need multiple indicators rather than just IRI.

TPMS (NEW SYSTEM)

- Using road condition survey data
- Consider IRI, Rut Depth, Texture Depth, AADT, time since latest maintenance activities of each 1 km section

Developing Pavement Management System

Present Optimization tools to find the most cost effective alternatives.



Thailand Pavement Management System

42

- Decision supporting tools for suggesting the appropriate maintenance actions in terms of engineering and economic
- Supporting analysis at both project level and network level (70,000-section (1 km each) for maximum of 10-year analysis)
- Suggesting the most cost-effective maintenance strategy while satisfying the budget constraints
- Suggesting operational and strategic maintenance plan
- Analysis results can be presented on GIS Map

PMS: Decision supporting tools



- Deterioration Model:

 - predict future pavement condition

- Road Works Effects Model:

 - update condition after road work

- Road User Effect Model:

 - quantify direct benefits

- Social/Environment Effect Model:

 - quantify indirect benefits

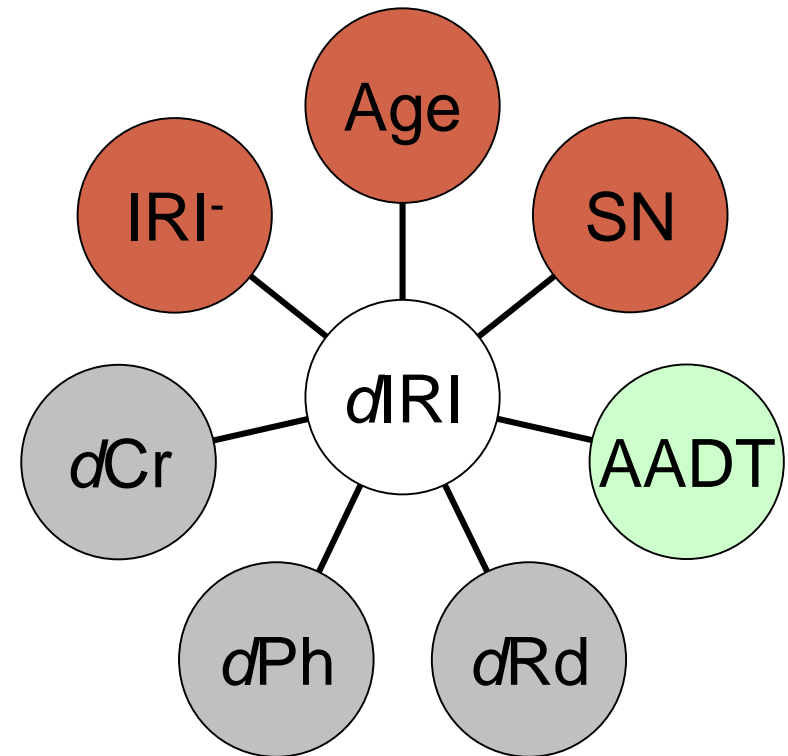
Road Deterioration Model

Forecasting Road Condition based on the Deterioration Factors

Condition Assessment & Forecasting

dIRI (Changes in International Roughness Index)

- IRI⁻ :Current IRI
- Age :Age of Pavement
- SN :Structural Number
- AADT: Avr. Annual Daily Traffic
- dCr :Changes in Crack Area
- dPh : Changes in # Pot Holes/km
- dRd : Changes in SD of Rut Depth



Distress Model

Road Deterioration Model

Determine Annual Change in Roughness due to Traffic

Roughness Increment
during the analysis year

ΔIRI

Roughness at the
End of the Year

IRI_e



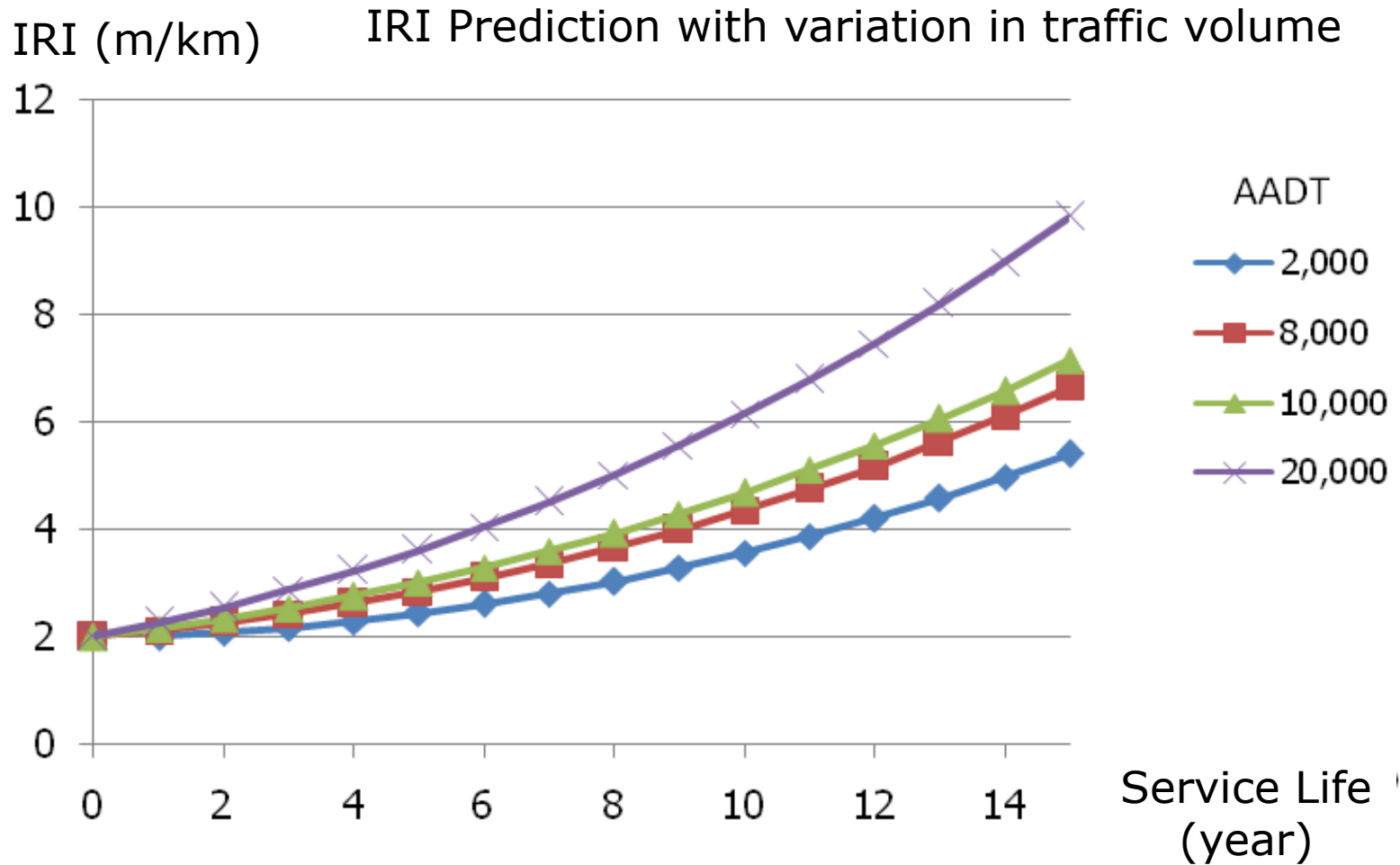
Roughness at the
Beginning of the Year

IRI_b

$$IRI_e = IRI_b + \Delta IRI$$

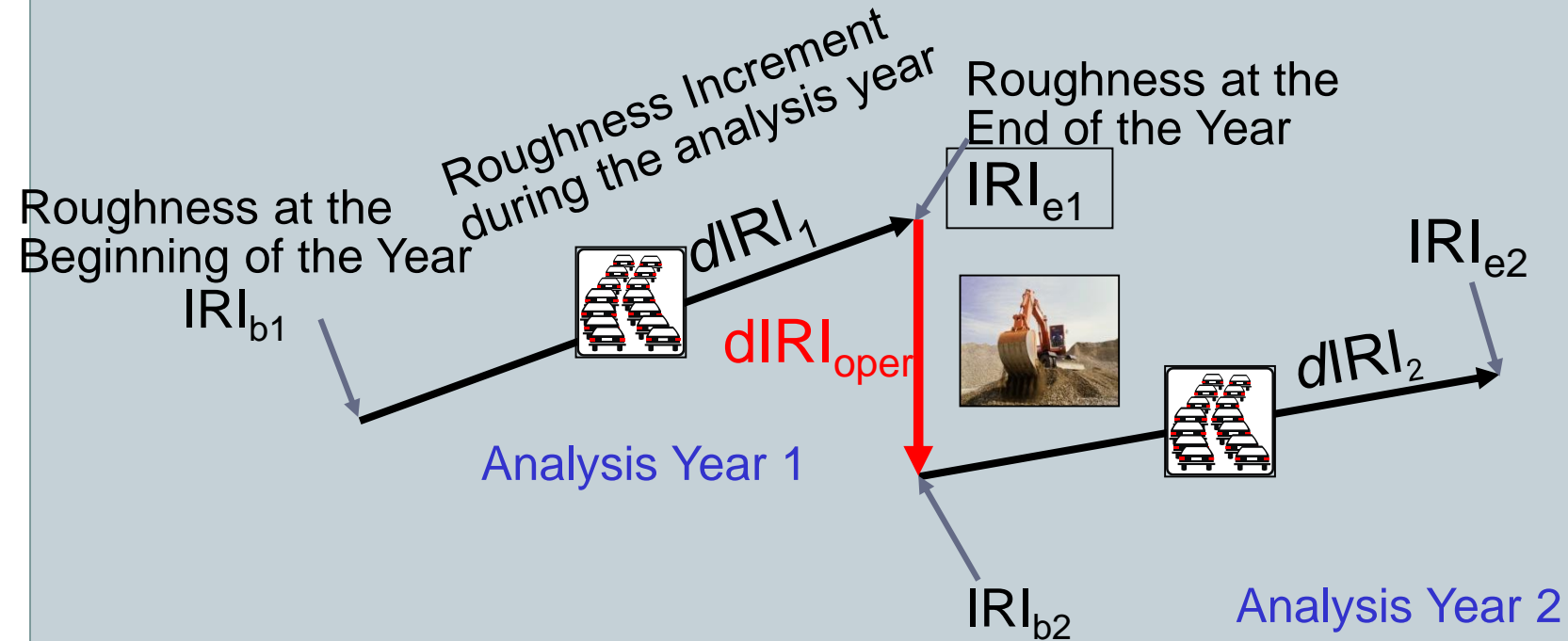
Analysis Year

Deterioration Model



Road Works Effects Model

Determine Road Condition Improvement due to Maintenance Activities



$$IRI_{b2} = IRI_{b1} + dIRI_1 + dIRI_{oper}$$

Maintenance
Operation
Effect

Road Work Effect Model:

Road Condition After Maintenance Activities

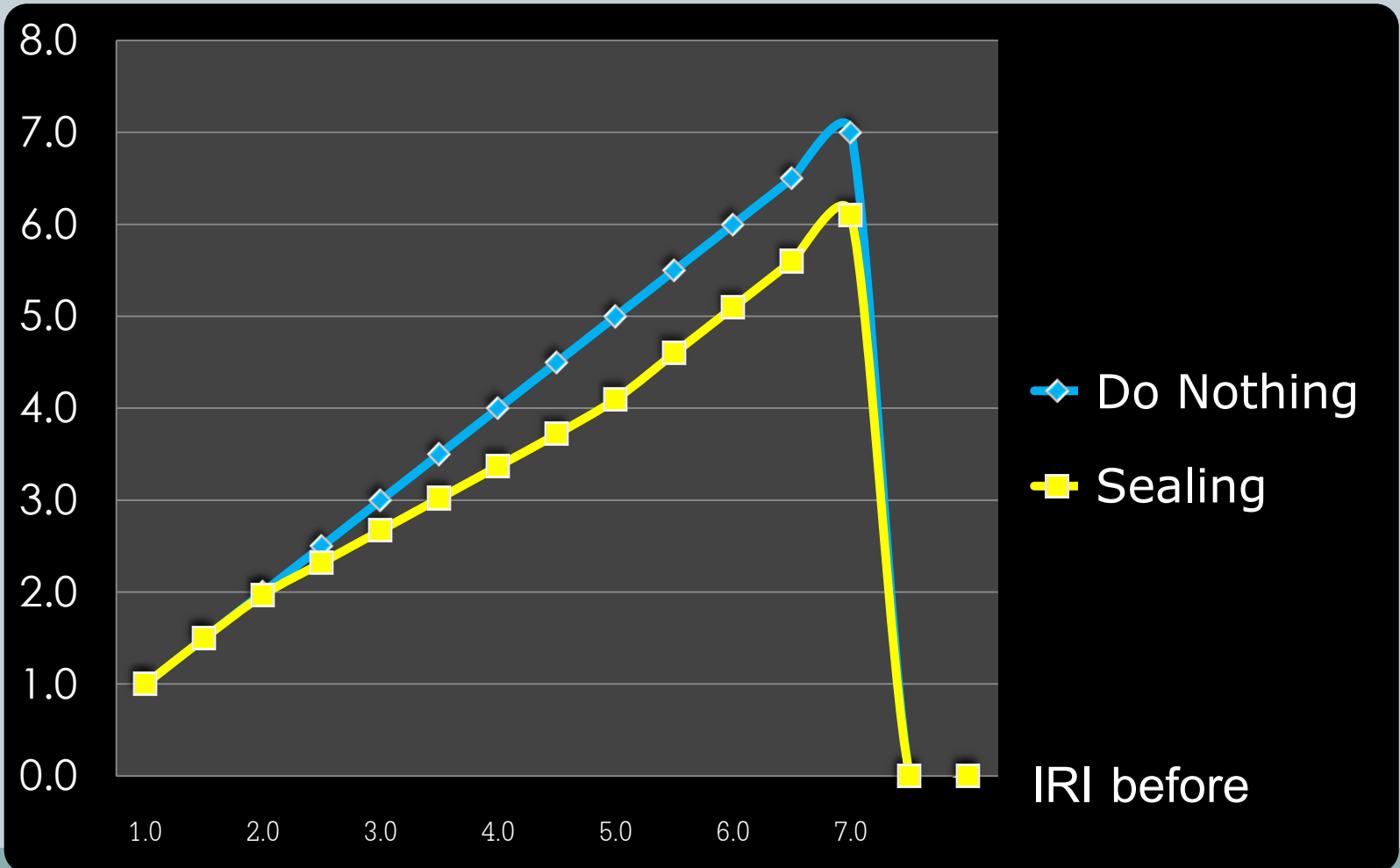
M&R Options

- Routine Maintenance
 - Sealing (Reduce IRI)
 - Overlay (Reduce IRI)
 - Rehabilitation (Reset to 2.0)
- Reset**
- Crack
 - Rut Depth
 - Pot hole
- to “None”

Roughness before and after Sealing



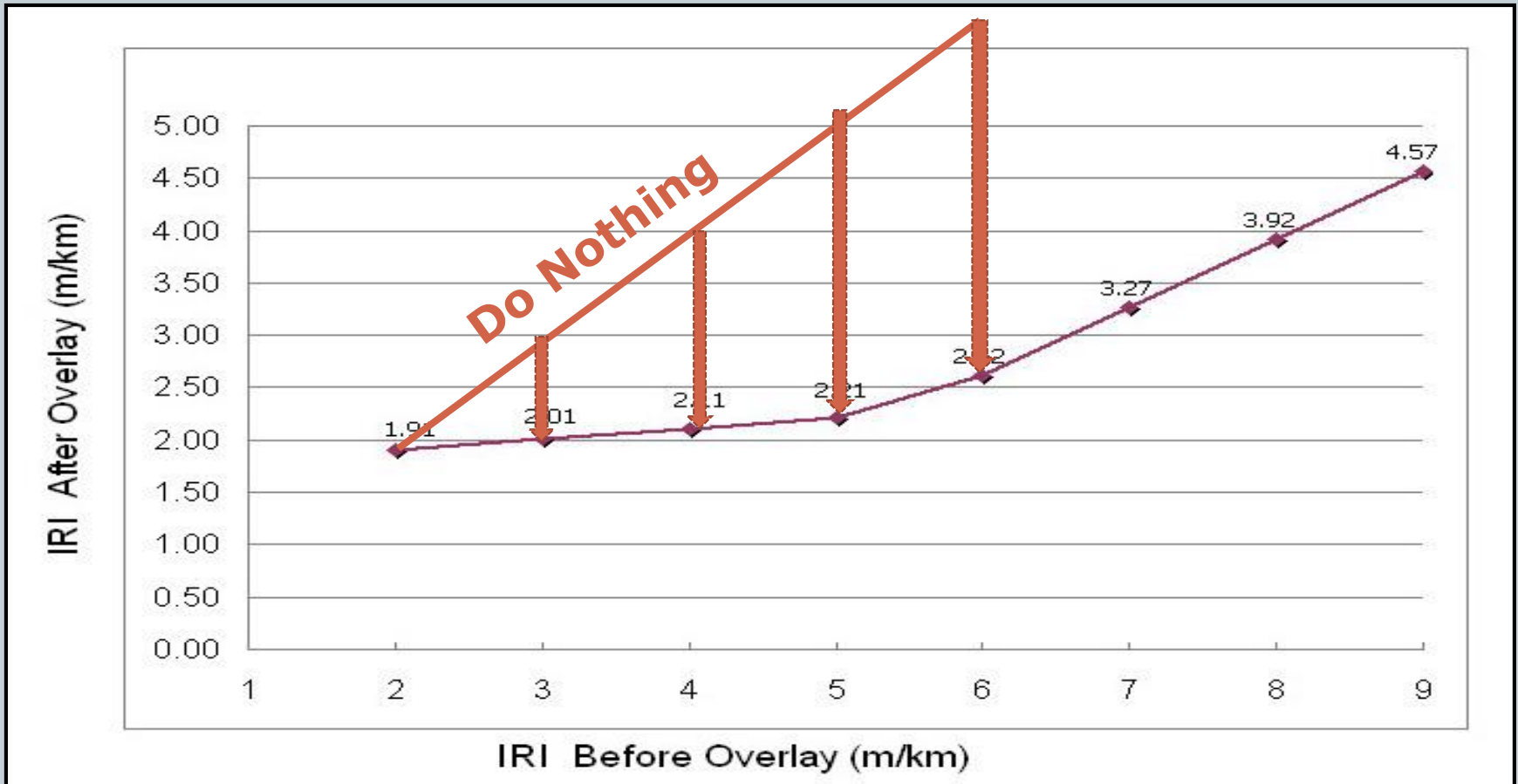
IRI after



◆ Do Nothing
■ Sealing

IRI before

Roughness before and after overlay (5 cm thick)



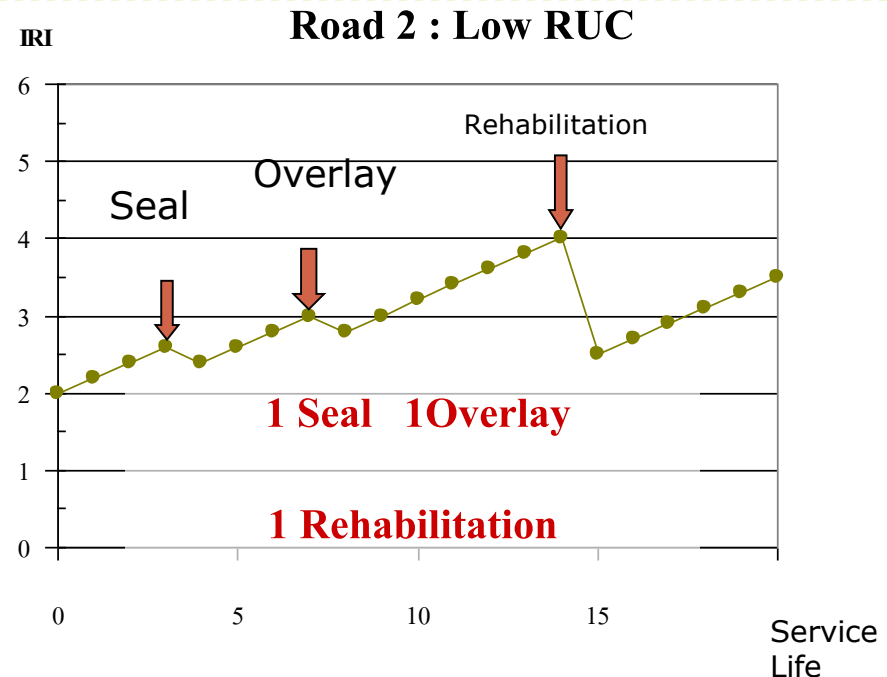
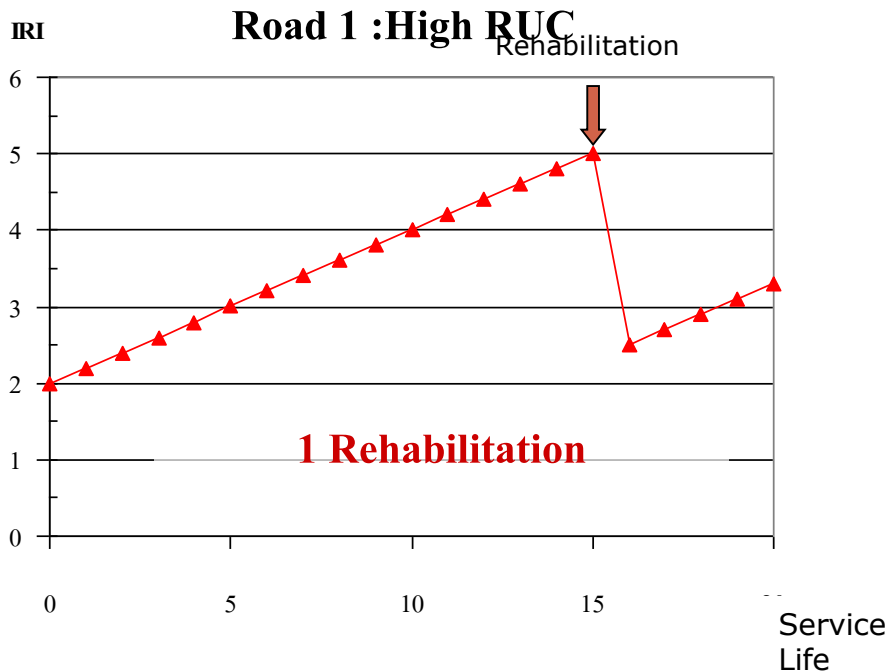
Road User Effects Model

Quantifying costs to road users according to the road condition

Factor affects RUC = Speed, Road Condition

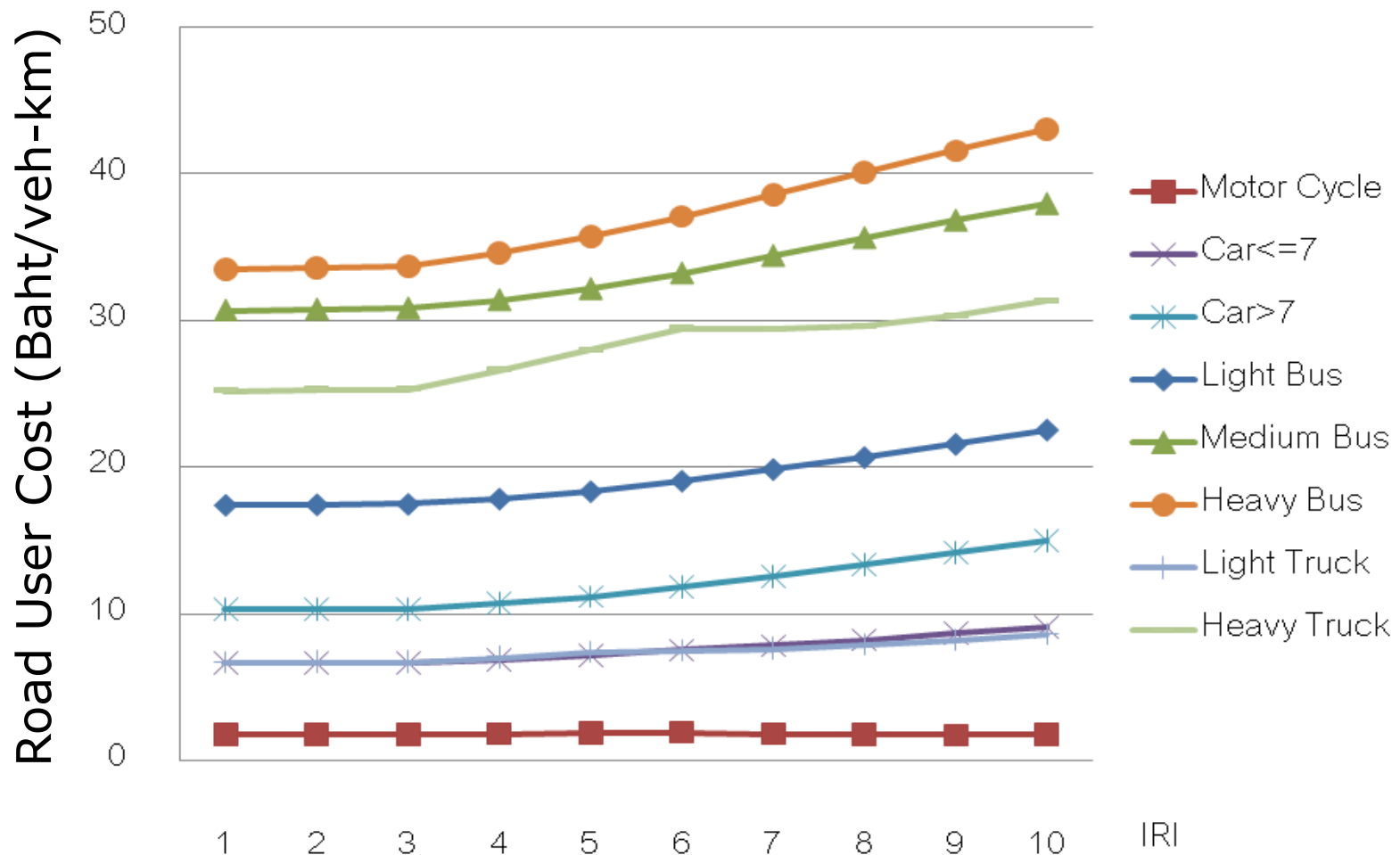
- Operating cost
- Maintenance cost

Example

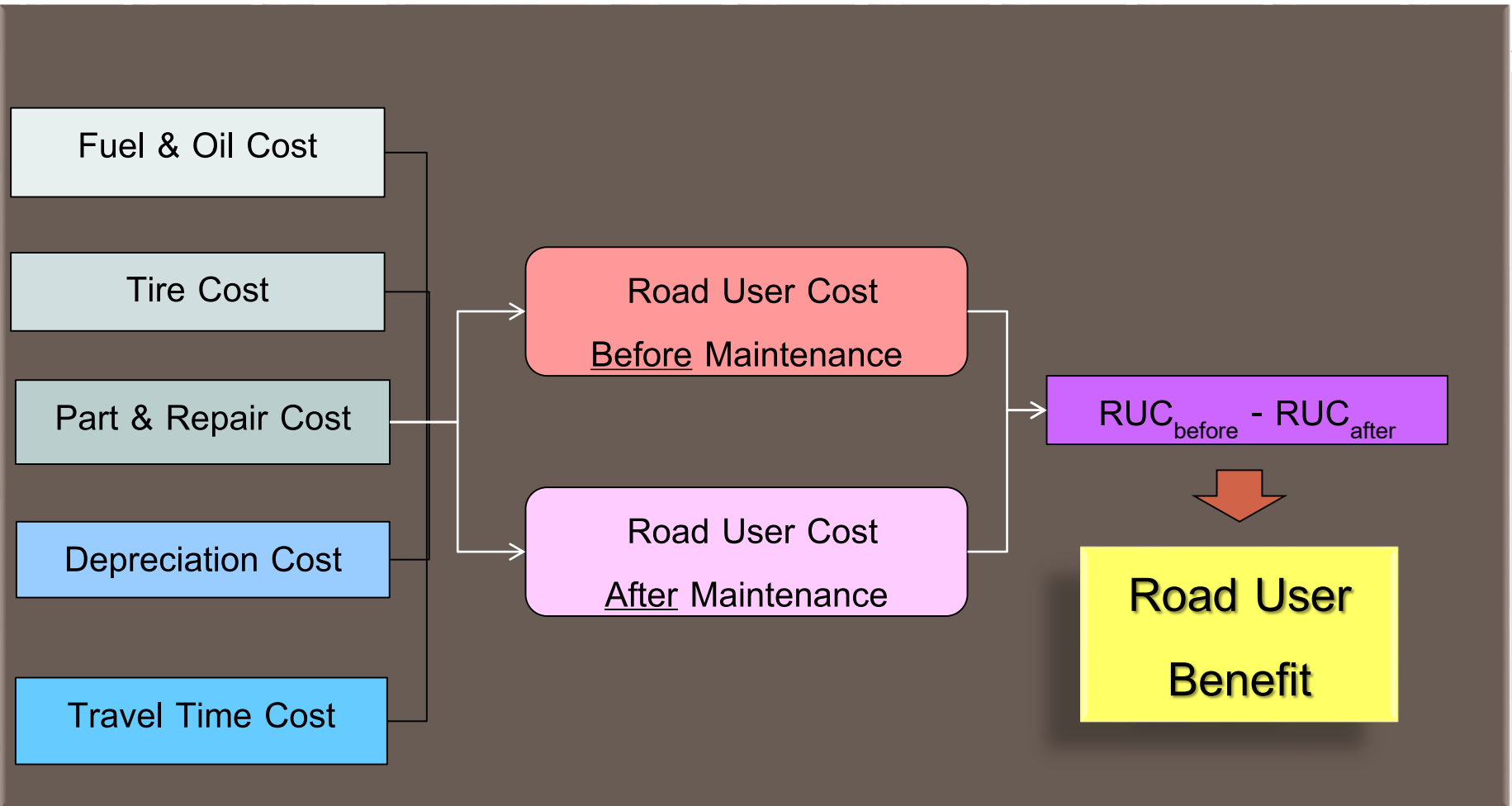


Road User Costs with variation of road roughness

For each vehicle type



Road User Benefit & Net Benefit

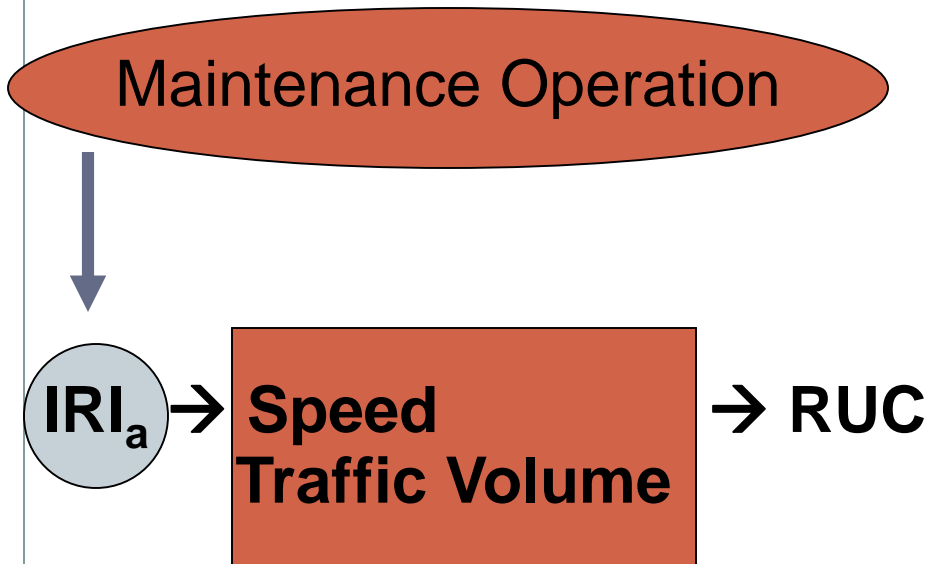


$$\text{Net Benefit} = \text{Road User Benefit} - \text{Cost}_{\text{Maintenance}}$$

M&R Decision Making:

Benefit: Road User Effect Model

Road User Benefit = Cost before M&R - Cost after M&R



Item	Cost (Baht/km)
Gas	3.03
Lubricant	0.16
Tire	0.20
Repair & Part	0.85
Depreciation	0.91
Time	0.29
Total	5.45

Road Work Effect Model:

Road Condition After Maintenance Activities

M&R Options

- Routine Maintenance
- Sealing (Reduce IRI)
- Overlay (Reduce IRI)
- Rehabilitation (Reset to 2.0)

Reset Crack, Rut
Depth, Pot hole
to “None”

Criteria for triggering M&R options

- IRI
- Rut Depth
- Texture Depth
- Pavement Age

M&R Decision Making:

Economic Analysis & Budget Optimization



Project Selection Method:

1. Computing Benefit, Cost of each M&R options
2. For each section, selecting M&R option that

Unconstrained Optimization

- Max NPV (Net Present Value)
- Selecting projects that $NPV \geq 0$

Constrained Optimization

- Max B/C where C satisfied Budget Constraints
- Selecting projects that $B/C \geq 1$
- $\text{Benefit} = \text{RUC (do nothing)} - \text{RUC (with Maintenance)}$
- Optimization = find the combination of projects that lead to the maximum social benefit within a given budget

Pavement Management System



- **Data:** Road inventory & distress data from PCS
- **PMS:** Selecting Maintenance method:
 - Computing Benefits, Cost of each M&R action
 - Selecting action that maximizes social benefits
- **Outcome:** suggested an appropriate treatment
 - In corresponding to the distress (IRI, Rut, Texture, Age)+ future uses (AADT)
 - Map-based Results
- **Options**
 - Synchronize maintenance actions for nearby sections
 - Change priority of urgent work

Thailand Pavement Management System (TPMS 2009)

กิจกรรมบำรุงรักษาเชิงกลยุทธ์

1. เลือกหน่วยงาน

ระดับประเทศ

ระดับสำนัก 510 สำนักทางหลวงที่ 4 พิษณุโลก

ระดับแขวง 000 ส่วนกลาง

000 ส่วนกลาง

2. กำหนดเงื่อนไขงบประมาณ

ระยะเวลา: 5 ปี ไม่จำกัดงบประมาณ จำกัดงบประมาณ

แผนงบประมาณ

(หน่วย: ล้านบาท)	<input checked="" type="checkbox"/> แผนที่ 1	<input checked="" type="checkbox"/> แผนที่ 2	<input checked="" type="checkbox"/> แผนที่ 3
งบประมาณปีที่ 1	1000.00	500.00	250.00
งบประมาณปีที่ 2	1000.00	500.00	250.00
งบประมาณปีที่ 3	1000.00	500.00	250.00
งบประมาณปีที่ 4	1000.00	500.00	250.00
งบประมาณปีที่ 5	1000.00	500.00	250.00

3. เริ่มการวิเคราะห์

0%

ผลการวิเคราะห์กิจกรรมบำรุงรักษาเชิงกลยุทธ์

ค่า IRI ในแต่ละปี

ปี	ไม่จำกัดงบประมาณ	จำกัดงบประมาณ แผนที่ 1	จำกัดงบประมาณ แผนที่ 2	จำกัดงบประมาณ แผนที่ 3	ดำเนินการเฉพาะงานบำรุงปกติ
2552	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
2553	2.25	2.80	2.90	3.00	3.10
2554	2.25	2.70	2.90	3.00	3.20
2555	2.30	2.60	2.90	3.10	3.30
2556	2.35	2.60	2.90	3.20	3.40
2557	2.40	2.60	2.90	3.30	3.50

พิมพ์

ค่าบำรุงรักษา (ล้านบาท)

ปี	ไม่จำกัดงบประมาณ	จำกัดงบประมาณ แผนที่ 1	จำกัดงบประมาณ แผนที่ 2	จำกัดงบประมาณ แผนที่ 3	ดำเนินการเฉพาะงานบำรุงปกติ
2553	6000	1000	500	250	250
2554	1000	1000	500	250	250
2555	1000	1000	500	250	250
2556	1000	1000	500	250	250
2557	1000	1000	500	250	250

พิมพ์

พิมพ์รายงาน งบประมาณ 5 ปี (โครงการทาง สำนักทางหลวงที่ 4 พิษณุโลก)

รายงานแต่ละแผนงบประมาณ

ไม่จำกัดงบประมาณ

แผนที่ 1

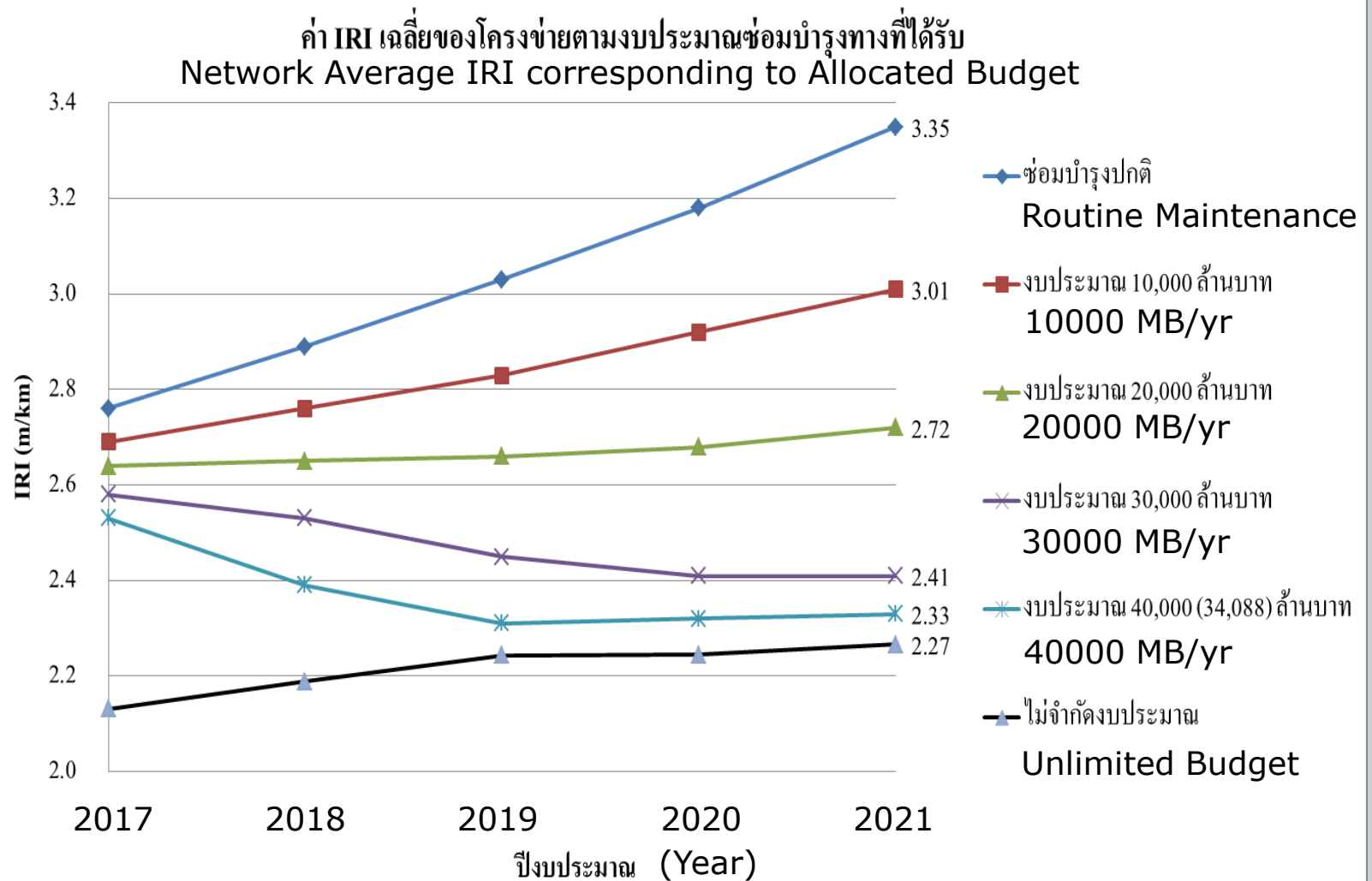
แผนที่ 2

แผนที่ 3

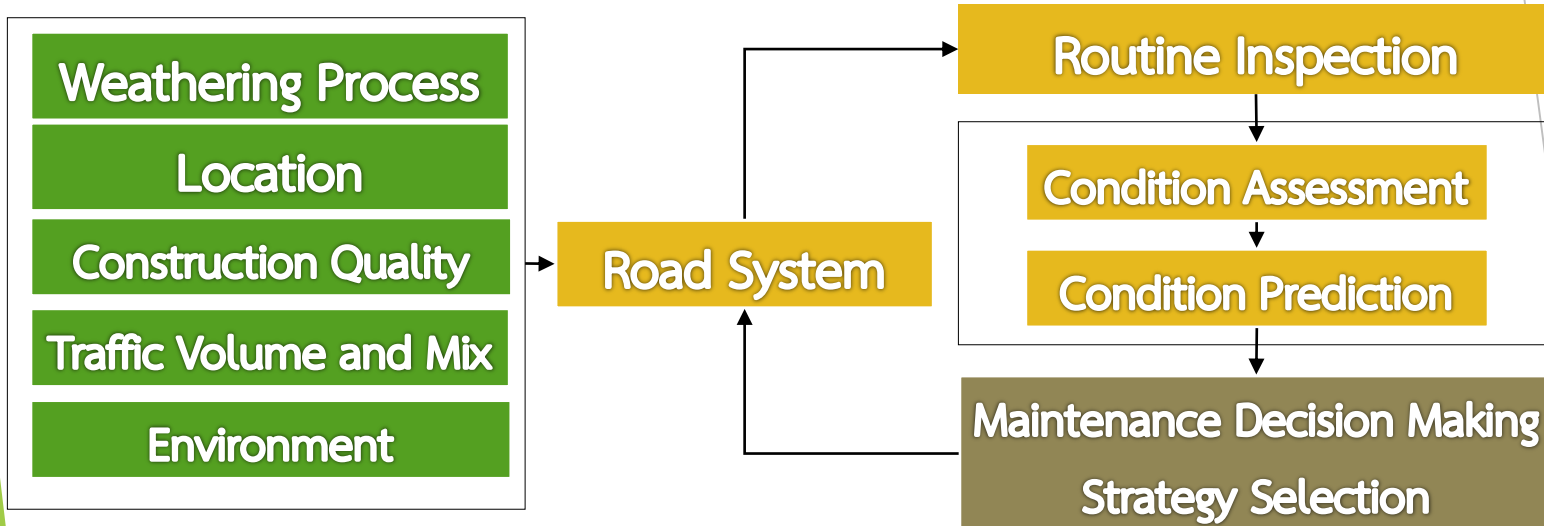
งบประมาณการซ่อมบำรุงและค่า IRI

ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

Network Analysis of year 2017 - 2021



Road System Maintenance Process



Maintenance & Repair Problem

- ▶ **WHEN** to schedule M&R to facilities.
- ▶ **Intensity?** (measure in \$ or condition improvement)