

# TISI

ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน (Specification)  
การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ  
และการป้องกันดินสไลด์สู่สนามทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117

โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่  
ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา

เจ้าของงาน : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม



บริษัท เอทีที คอนซัลแตนท์ จำกัด  
151 ถนนพหลโยธิน แขวงพหลโยธิน  
เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร 10230  
โทรศัพท์ : +66 (0) 2509 9050-6  
โทรสาร : +66 (0) 2509 9059  
[www.attconsult.com](http://www.attconsult.com)

กรกฎาคม 2566



## ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน(Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินโคลนถล่มสนามทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117  
โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่  
ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

### คำนำ

รายละเอียดทางเทคนิคที่จะกล่าวต่อไปในเอกสารนี้ เป็นข้อมูลที่จะกล่าวถึงส่วนประกอบสำหรับการก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของสนามทดสอบยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ ตามแผนการพัฒนาของโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิค ดังนี้

#### 1. งานชั้นทาง (Road Base) สำหรับถนนที่เชื่อมต่อระหว่างสนาม

งานชั้นทางสำหรับถนนที่เชื่อมต่อระหว่างสนาม จะมีลักษณะเฉพาะที่มีสภาพต่างจากถนนปกติโดยมีรายละเอียดโครงสร้างทางที่จำแนกออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

- 1.1 ชั้นพื้นทาง (Sub grade) เป็นชั้นล่างสุดที่ดำเนินการก่อสร้างภายหลังจากการปรับระดับดินเดิม หรือถมดินจนได้ค่าระดับ โดยรายละเอียดที่แสดงประกอบด้วยคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาใช้เป็นชั้นพื้นทาง ข้อกำหนดทางวิชาการ รวมทั้งรายละเอียดการวิธีการปรับปรุงคุณภาพคุณภาพชั้นพื้นทาง
- 1.2 ชั้นรองพื้นทาง (Sub base or base course) เป็นส่วนของชั้นทางที่อยู่เหนือชั้นพื้นทางขึ้นมา โดยรายละเอียดที่แสดงประกอบด้วยคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาใช้เป็นชั้นรองพื้นทาง ข้อกำหนดทางวิชาการ รวมทั้งรายละเอียดการวิธีการปรับปรุงคุณภาพคุณภาพชั้นดังกล่าวนี้ให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสม
- 1.3 ชั้นผิวทาง แอสฟัลท์คอนกรีต (Asphalt layers or wearing course) เป็นส่วนบนสุดของชั้นทางที่อยู่เหนือชั้นรองพื้นทางขึ้นมา โดยรายละเอียดที่แสดงประกอบด้วยคุณสมบัติของวัสดุแอสฟัลท์ ขนาดมวลรวม ตลอดจนอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างมวลรวมและแอสฟัลท์ที่จะใช้ในแต่ละประเภทของชั้นผิวทาง

#### 2. รายละเอียดการก่อสร้างชั้นผิวทางสนามทดสอบ (Pavement Package)

รายละเอียดที่แสดงในส่วนนี้จะประกอบด้วยรายละเอียดการก่อสร้างชั้นผิวทางสนามทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยความหนาและคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชั้น ที่ใช้ในการก่อสร้างสนามทดสอบสนามทดสอบสมรรถนะและความเร็ว (Long Distance and High Speed, T2) โดยรายละเอียดคุณสมบัติคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุ ตลอดจนข้อกำหนดต่างๆ ในการก่อสร้างของชั้นทางและผิวทางแต่ละประเภท ตามรายละเอียดของข้อกำหนดทางวิชาการ (Technical Specification) ที่ได้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษแนบท้าย



## ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน(Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินสไลด์สู่สนามทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117  
โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่  
ตำบลลาดกระหิิง อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

### INDEX

1.	INTRODUCTION	1
2.	ROAD BASE	1
2.1	Pavements Structure	1
2.2	Sub Grade materials	2
2.2.1	Sub Grade requirements	2
2.2.2	Materials specifications and soil treatments to reach Sub Grade package requirements	2
2.3	Road Base	6
2.3.1	Road Base pavement package	6
2.3.2	Road Base materials specifications	7
2.4	Asphalt Layers or Wearing course	8
2.4.1	Asphalt Concrete	8
2.4.2	Detailed Graduation Proposal	9
2.4.3	Bitumen Specifications	11
3.	PAVEMENTS PACKAGE	12
3.1	T2 – HIGH SPEED TRACK	12
4.	งานป้ายและเครื่องหมายบนผิวทดสอบ	13
4.1	งานติดตั้งเครื่องหมายจราจร	13
4.2	งานตีเส้นจราจร	15
5.	เอกสารแนบท้าย: ตำแหน่งการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวสนามทดสอบ	22



## ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน(Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินสไลด์สู่สนามทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117  
โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่  
ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

### 1. INTRODUCTION

This document aims to provide technical description of the proposed pavements for TISI Proving Ground Test Tracks and find specific data on:

- Design parameters used for pavement package complete design (traffic intensity)
- Job Mix formula for all bituminous mixtures provided
- Aggregate size distribution for all pavements and elements in the subgrade and sub-base
- Bitumen specs
- Pavement packages sequence description (track-wise)

A design guideline for the local design house could be:

- Understand design parameters used during the Layout Design Process when Geotechnical Survey conclusions were not available.
- Use updated from Geotechnical Survey and adapt Layout Design proposals ensuring:
  - o Pavement packages mechanically similar and with equivalent bearing capacity
  - o Use of local materials as per local standards
- Adapt sub-base and sub-grade layers
- Keep thickness of all bituminous layers proposed by IDIADA in Layout design
- Adapt Job Mix Formulas proposed in this document to local standards and keeping specifications (adapt sieve sizes proposed to Thailand standards)

General remarks:

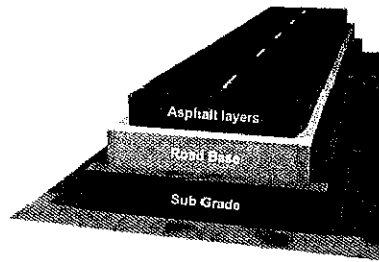
- Pavement packages have been designed using European standards as general framework but including specific modifications in order achieve necessary features for test tracks
- Test Tracks design parameters consider heavy and intense traffic conditions in order to oversize complete pavement package and ensure structural stability. Only wearing course is expected to age and loose initial properties.
- Aging period of the wearing courses can vary depending on the use. Wearing course should be treated or substituted as soon as acceptance criteria defined in layout Design technical report is not accomplished.

### 2. ROAD BASE

#### 2.1 Pavements Structure

Pavement structure for test Tracks is normally contained by 3 main packages which can contain several layers:

- Asphalt Layers or Wearing course
- Road Base or Base Course
- Sub Grade



## 2.2 Sub Grade materials

Subgrade is the native material underneath a constructed road pavement. Sub Grade can be referred to the imported material that has been used to build an embankment or the one that has been exposed, after any clearing operations

Subgrades are commonly compacted before the construction of the road. It could be formed by natural soil but also by external supply material. They are sometimes stabilized by the addition of lime, Portland cement or other modifiers. The subgrade is the foundation of the pavement structure, on which the subbase or Road Base is laid.

The load-bearing strength of subgrade is measured by California Bearing Ratio (CBR) test, falling weight deflectometer back calculations and other methods.

### 2.2.1 Sub Grade requirements

The Sub-Grade specifications must be in all the cases as follows:

- Wearing Capacity: CBR >20 or
- Compressibility Module  $E_{v2} > 300$  MPa

### 2.2.2 Materials specifications and soil treatments to reach Sub Grade package requirements

In order to reach the requirements included in point 1.2.1, several combinations of existing soils and treatments can be done. In the following points are defined the types of existing soils that can be found on site and the soil treatments to be done to improve the properties.

#### Characterization of the soils (from worst to best properties)

##### Type IN. Inadequate soils

Mobs and other perishable materials containing soil or organic such as stumps, branches, etc. Those that can be unhealthy for the activities developed with them

- Organic matter content less than 5%
- Swelling less than 5%, for sample done according to standard Proctor
- If liquid limit is higher than 90%, plasticity index will be lower than:  $0.73(LL-20)$

##### Type 0. Tolerable soils

- Organic matter content less than 2%
- Gypsum content less than 5%
- Content in water-soluble salts different than gypsum, less than 1%
- Liquid limit (LL) less than 65



## ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน(Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามบินทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินสไลด์สู่สนามบินทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117  
โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่  
ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

- If liquid limit is higher than 40%, then the plasticity index (IP) should be higher than: 0.73(LL-20)
- Settlement during the collapse tests less than 1%, for sample done according to standard Proctor and test pressure of 0.2 MPa
- Swelling less than 3%, for sample done according to standard Proctor

### Type 1. Adequate soils

- Organic matter content less than 1%
- Content in water-soluble salts, including gypsum, less than 0.2%
- Maximum diameter (size of the stones) 100 mm
- Material through sieve 2 less than 80% (#2<80%)
- Material through sieve 0.080 less than 35% (#0.080<35%)
- Liquid limit less than 40
- If liquid limit is higher than 30, plasticity index will be higher than 4

### Type 2. Selected soil

- Organic matter content less than 0.2%
- Content in water-soluble salts, including gypsum, less than 0.2%
- Maximum diameter (size of the stones) 100 mm
- Material through sieve 0.40 less or equal than 15% (#40::15%). Otherwise following characteristics should be fully fulfilled:
- Material through sieve 2 less than 80% (#2<80%)
- Material through sieve 0.40 less than 75% (#0.40<75%)
- Material through sieve 0.080 less than 25% (#0.080<25%)
- Liquid limit less than 30
- Plasticity index less than 10

### Soil treatments. Stabilization

Soil stabilization aims to improve soil strength and increasing resistance to softening by water through bonding the soil particles together, water proofing the particles or combination of the two.

Through soil stabilization, unbound materials can be stabilized with cementitious materials (cement, lime, fly ash, bitumen or combination of these). The stabilized soil materials have a higher strength, lower permeability and lower compressibility than the native soil). The method can be achieved in two ways:

The Grain size specifications for the stabilized soils must be as follow:

- (1) in situ stabilization
- (2) ex-situ stabilization

Different rates of stabilization can be obtained:

- Type 1. S- EST -1 (Lime or cement stabilization)
- Type 2. S- EST -2 (Lime or cement stabilization)
- Type 3. S- EST -3 (Cement stabilization)



ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน (Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามบินทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินโคลนถล่มที่สนามบินทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117  
โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่  
ท่าอากาศยานนานาชาติ อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

The specifications of these stabilized soils must reach the following plasticity values:

FEATURE	UNITS	REGULATION	ESTB -1	ESTB -2	ESTB -3
Organic Matter	% mass	UNE 103204	<2	<1	<1
Soluble sulphates SO3	% mass	UNE 103201	<1	<1	<1
Liquid Limit (LL)	-	UNE-103103 /ASTM D4318-05	-	> 40	> 40
Plasticity Index (PI)	-	UNE-103104 / ASTM D4318-05	> 15	> 15	> 15
Cement or Lime content	% of dry soil mass		>2	>3	>3
CBR		UNE-103502 / ASTM - D1883-05 / ASTM-D4429	>6	>12	>20
Density (Modified Proctor)	% of the maximum density	UNE - 103501 / ASTM D698	>95	>97	>98

Grain Size distribution for Stabilized Soil with Lime

LAYER	%M	
	SIEVE SIZE EN 933-2 (mm)	
	80	0,063
ESTB -1	100	>15
ESTB -2	100	>15

Grain Size distribution for Stabilized Soil with Cement

LAYER	%M		
	SIEVE SIZE EN 933-2 (mm)		
	80	2	0,063
ESTB -1	100	>20	<50
ESTB -2	100	>20	<50
ESTB -3	100	>20	<35

Reference combinations of existing soils and soil treatments to reach the Sub Grade package requirements.

Considering the existing soil on site as the first layer of the sub grade packages, several combinations stabilized soil can be done in order to reach the desired Sub grade resistance values (values on point 1.2.1)

In the following sketches are shown the layers combinations recommended:



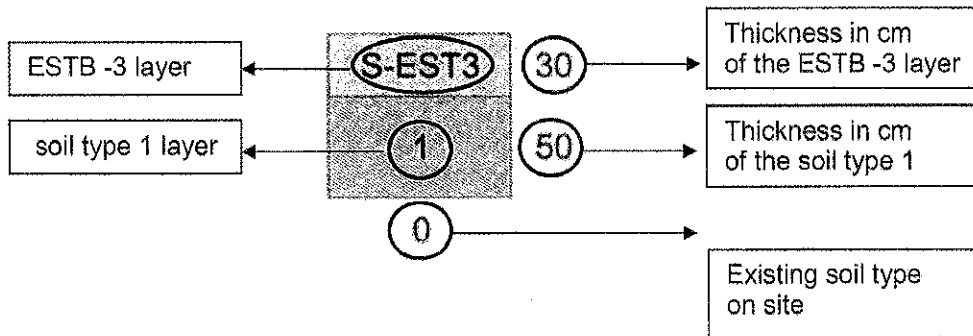
### ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน(Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินไถด์สู่สนามทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117

โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

Example:



S-EST3	30	S-EST3	30	S-EST3	30
S-EST1	50	2	50		
S-EST1				1	75
IN		IN		IN	

Combinations with existing soil Type IN

S-EST3	30	S-EST3	30
2	30	1	50
0		0	

Combinations with existing soil Type 0

S-EST3	30
1	

Combinations with existing soil Type 1

S-EST3	25
2	

Combinations with existing soil Type 2





### General remark

Due to the geotechnical survey conclusions were not available at the design stage of this project; an indicative subgrade has been taken into consideration for design purposes.

In the detail design stage the subgrade shall be updated according to the geotechnical study recommendations, taking into consideration that the bearing capacity requirements described in this point are achieve (CBR > 20).  
Consequently, the bill of quantities related to the subgrade may vary depending on the final subgrade materials used.

### 2.3 Road Base

The Road Base or Base Course in pavements is a layer of material in a roadway that is located directly under the surface layers.

The base course is constructed directly above the Sub Grade. The Sub Grade is generally consisting of a specific type of construction aggregate, it is placed by means laying and compacting to a minimum of 95% relative compaction, thus providing the stable foundation needed to support either additional layers of aggregates or the placement of an asphalt concrete wearing course layers which is applied directly on top of the Road Base.

Road base is typically made of a recipe of mixing different sizes of crushed rock together forming the aggregate which has certain desirable properties.

It is normally made from newly quarried rock, or in some cases allowed to be made including a part of cement concrete.

#### 2.3.1 Road Base pavement package

##### General specification for the Road Base Pavement Package

The Road Base specifications must be in all the cases as follows:

- Wearing Capacity: CBR >25
- Density (Modified Proctor UNE – 103501 / ASTM D698): D (MP) > 98 %

##### Road Base thickness

Road Base thickness is directly depending on the type and number of vehicles that will load the road. For each project, a category of Heavy Traffic must be defined depending on the number of vehicles exceeding 3.500 kg that will drive in one specific road per day.



## ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน (Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินสไลด์สู่สนามทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117

โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

The categories will be defined according to the following table:

TRAFFIC CATEGORY		0+	0	1	2	3	4
Number of Heavy Vehicles per day	Max.	-	4.000	2000	800	200	50
	Min.	4.000	2.000	800	200	50	0

Road Base layer can be composed by 2 different materials:

- Selected aggregates (SA)
- Cement Soil (CS)

The Road Base minimum thickness (cm) will be defined according to the following table:

TRAFFIC CATEGORY	0+	0	1	2	3	4
Selected aggregates (SA)	-	-	-	25 cm	25 cm	20 cm
Soil Cement (SC)	30 cm	25 cm	20 cm	20 cm	-	-

### 2.3.2 Road Base materials specifications

#### Selected aggregates (SA)

- Granular material of continuous size grain distribution formed by gravel particles wholly or partially crushed.
- The material should not be plastic, plasticity index < 6
- Maximum value of Los Angeles coefficient: 30
- Grain size distribution should be between the following sieve sizes:

SA	%M								
	SIEVE SIZE EN 933-2 (mm)								
	40	25	20	8	4	2	0,500	0,250	0,063
SA 25	100	75-100	65-90	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9
SA 20	-	100	75-100	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9
SA 20 -D (for drainage purposes)	-	100	65-100	30-58	14-37	0-15	0-6	0-4	0-2

#### Soil Cement (SC)

- Granular material of continuous size grain distribution formed by gravel particles wholly or partially crushed.
- Liquid limit for gravel material = 30 (UNE 103103)
- Plastic index for gravel material < 15 (UNE 103104)
- Sand material will not be plastic, plasticity index < 6
- Needle shaped aggregates < 30 (UNE EN933-3)
- Maximum value for sulphates SO<sub>3</sub> < 0,5 % (UNE 103201)



## ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน(Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามบินทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินสไลด์สู่สนามบินทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117

โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

- Cement type used will be 32,5 N.
- Maximum value of Los Angeles coefficient: 30
- Average compressibility resistance (MPa) after 7 days (CR) :  $2,5 < CR < 4,5$  (NLT – 305).
- Grain size distribution should be between the following sieve sizes:

SC	%M										
	SIEVE SIZE EN 933-2 (mm)										
	50	40	25	20	12,5	8	4	2	0,500	0,250	0,063
SC 40	100	80-100	67-100	62-100	53-100	45-89	30-65	17-52	5-37	-	2-20
SC 20	-	-	100	92-100	76-100	63-100	48-100	36-94	18-65	-	2-35

### 2.4 Asphalt Layers or Wearing course

#### 2.4.1 Asphalt Concrete

Hot bituminous concrete is the combination of aggregates (including the mineral dust – filler) and the hydrocarbon binder, in a continuous grain size distribution and, eventually, additives, in a way that all the particles are covered with a uniform film of binder. Some generalities of the different bituminous mixtures of the tracks in this project are presented in the following items. However, all the bituminous mixtures should be the result of the study of the right formula and therefore the fabrication should be according to that formula.

Designation of the concrete bituminous mixtures has been done according to the EN 13108-1 European Standard. Designation will follow the next scheme, if the bituminous mixture has a continuous grain size distribution:

AC	D	Surf/bin/base	Binder	Grain size distribution
----	---	---------------	--------	-------------------------

Where:

AC indicates the type of bituminous concrete – continuous

D is the maximum size of the coarse aggregate, expressed as the aperture of the sieve which allows the passing between 90 and 100% of the total aggregates mass

Surf/bin/base indicates if the mixture will be used for the wearing course (surf), for the base course (bin) or for the road base (base)

Binder indicates the type of binder

Grain size distribution D for a dense mixture, S for a semi dense mixture, G for a coarse mixture

If the bituminous mixture has been designed for a special surface or additional requirements, the asphalt mixture will have a specific designation. For example:

WBA Braking surface Asphalt mixture



## ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน(Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินโคลนถล่มที่สนามบินทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117  
โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่  
ท่าอากาศยานนานาชาติ อู่ทองสนามบินชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

Other features to be fulfilled with regard of the bituminous mixtures of the wearing courses:

- Flakiness index of the coarse aggregates < 25
- Los Angeles abrasion < 20
- Polished stone value > 50
- Marshall Stability > 15 KN
- Ratio binder/aggregate > 4.75%
- Ratio filler/binder > 1.3%
- Voids in mixture: 4-6%
- Voids in aggregates > 15
- Deformability: 2 – 3 mm

### Regularity target

The final number of Asphalt layers and thickness will not depend on the bearing capacity but will depend on the final regularity targets. Therefore, Test Tracks with additional regularity requirements may need additional layers to reach the desired evenness.

### 2.4.2 Detailed Graduation Proposal

In the following tables are included the design values for grain size distributions. Production curves must be checked including local materials and production requirements.

#### AC22 Base G

AC-22	%M															
	SIEVE SIZE EN 933-2 (mm)															
	40	32	25	20	16	14	12.5	10	8	6	4	2	0,5	0,25	0,13	0,06
Higher limit	100	100	100	100	100	100	93	85	76	65	53	38	19	13	9	7
Lower limit	100	100	98	88	78	73	68	62	55	48	39	28	14	10	7	5
Ideal Value	100	100	100	95	85	80	74	67	60	52	43	30	15	11	8	5

#### AC 22 bin S

AC-22	%M															
	SIEVE SIZE EN 933-2 (mm)															
	40	32	25	20	16	14	12.5	10	8	6	4	2	0,5	0,25	0,13	0,06
Higher limit	100	100	100	100	100	100	93	85	76	65	53	38	19	13	9	7
Lower limit	100	100	98	88	78	73	68	62	55	48	39	28	14	10	7	5
Ideal Value	100	100	100	95	85	80	74	67	60	52	43	30	15	11	8	5



### ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน(Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินโคลนถล่มสนามทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117

โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

ท่าบลาดกระทิง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

#### AC 13 surf

AC-13	%M															
	SIEVE SIZE EN 933-2 (mm)															
	40	32	25	20	16	14	12.5	10	8	6	4	2	0,5	0,25	0,13	0,06
Higher limit	100	100	100	100	100	100	100	100	94	81	66	47	23	17	12	8
Lower limit	100	100	100	100	97	91	84	77	69	60	49	34	17	12	9	6
Ideal Value	100	100	100	100	100	100	96	88	78	68	55	39	20	14	10	7

#### WBA

ABS	%M						
	SIEVE SIZE EN 933-2 (mm)						
	11,2	8	5,6	4	2	0,5	0,063
Higher limit	100	83	58	37	31	19	10
Lower limit	100	78	35	29	18	10	5
Ideal Value	100	82	47	33	24	14	6.9



## ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน(Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามบินทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินสไลด์สู่สนามบินทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117

โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่

ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

### 2.4.3 Bitumen Specifications

#### Standard Bitumen (SB)

LAYER	TYPE OF BINDER	MINIMUM % BINDER
AC 22 G base	B60/70	3.65
	B80/100	
AC 22 S bin	B60/70	4.00
	B80/100	
AC 13 surf	B60/70	4.5

CHARACTERISTIC	B60/70	
	MIN	MAX
Penetration_25°C_ 100g_5s [0.1 mm]	60	70
Penetration index	-1	+1
Softening point [°C]	48	57
Frass fragility [°C]		-8
Ductility 5 cm/min at 25°C [cm]	90	

#### Modified Bitumen (MB)

LAYER	TYPE OF BITUMEN	MINIMUM % BINDER
AC13 surf D	BM 3b	4.75
WBA ASPHALT	BM 3b	5.7

CHARACTERISTIC	BM3b	
	MIN	MAX
Penetration_25°C_ 100g_5s [0.1 mm]	55	70
Softening point [°C]	60	
Frass fragility [°C]		-12
Ductility 5 cm/min at 5°C [cm]	25	



### 3. PAVEMENTS PACKAGE

The following points include the pavement packages for each Test Track and Connection roads included in the Proving Ground. Pavements thickness and materials have been defined considering the minimum design criterions included in point 1 of this annex.

However, final pavement packages may consider constructions limitations, drainages, uniformity of the layers to be executed and evenness of the Test Tracks.

#### 3.1 T2 – HIGH SPEED TRACK

Section	Layer	Pavement	Thickness (cm)
HST	ชั้นผิวสนามทดสอบ	AC13 PMB*	4
	ชั้นผิวสนามทดสอบ	AC13 SURF	4
	ชั้นรองผิวสนามทดสอบ	AC22 bin	8
	ชั้นรองผิวสนามทดสอบ	AC22 base	9
	ชั้นพื้นทาง	Cement treatment base	20
		Soil cement	25
	ชั้นวัสดุค้ำเลือก	CBR >20	

**\*หมายเหตุ**

- กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ผิว (Peak braking coefficient) ของชั้นผิวสนามทดสอบ มีค่าไม่น้อยกว่า 0.9
- การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ผิว (Peak braking coefficient) ของชั้นผิวสนามทดสอบ ให้ผู้รับจ้างดำเนินการตามมาตรฐาน ISO 8349:2002 โดยตำแหน่งในการทดสอบขอให้เป็นไปตามเอกสารแนบท้ายของเล่มนี้



## ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน (Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินสไลด์สู่สนามทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117  
โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่  
ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

### 4. งานป้ายและเครื่องหมายบนผิวทดสอบ

#### 4.1 งานติดตั้งเครื่องหมายจราจร

งานนี้ประกอบด้วยการทำงาน จัดประกอบและการติดตั้งเสา ป้าย กรอบป้าย ในลักษณะถาวร ให้สอดคล้องกับรายละเอียดแสดงในแบบแปลน และตามที่วิศวกรของผู้ว่าจ้างสั่งการ งานดังกล่าวจะรวมถึงฐานรากที่จำเป็นทั้งหมด การขุดดินการกลับแต่งสมอียึดอุปกรณ์ติดตั้งและการยึด ค้ำยัน ทาสีและตกแต่ง การทดสอบ และกรรมวิธีทั้งหลายที่จำเป็นจนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์

##### 4.1.1 ผลิตภัณฑ์/วัสดุที่ใช้

###### การติดตั้งเสาและโครงสร้างสำหรับป้ายจราจร

- ก) เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก วัสดุจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- ข) เสาเหล็กและโครงสร้างเหล็ก วัสดุจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เสาเหล็กและโครงสร้างจะต้องเป็นไปตามรูปแบบ ดังที่แสดงในแบบแปลนหรือรูปหน้าตัดอื่นที่ได้รับความเห็นชอบ

###### ฐานรากของโครงสร้างสำหรับป้ายจราจร

- ก) การตอกเข็ม (ถ้ามี)
- ข) คอนกรีตเสริมเหล็ก
- ค) คอนกรีตหยาบ
- ง) ทหารองพื้นบดอัดแน่น

###### แผ่นป้าย

- วัสดุแผ่นป้ายสำหรับป้ายบังคับ ป้ายเตือน และป้ายแนะนำ (ยกเว้นป้ายเหนือศีรษะ) ให้ทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ชุบสังกะสีไม่น้อยกว่า 550 กรัม/ตารางเมตร
- วัสดุแผ่นป้ายสำหรับป้ายเหนือศีรษะ จะต้องเป็นแผ่นอลูมิเนียมรีด มีขนาดและมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน
- ป้ายที่เป็นแผ่นอลูมิเนียมวางสัมผัสโดยตรงกับเหล็ก จะต้องป้องกันด้วยแผ่นยางหนา 2 มิลลิเมตร วางคั่นระหว่างวัสดุทั้งสอง หรือใช้วัสดุอื่นที่ได้รับความเห็นชอบหากาวติดแผ่นอลูมิเนียมแทนได้

###### อุปกรณ์ติดตั้ง

- อุปกรณ์สำหรับติดตั้งแผ่นป้าย จะต้องเป็นเหล็กชุบสังกะสี
- สลักเกลียวขนาดต่างๆ และแหวนรองถ้าใช้ยึดแผ่นป้ายติดกับแผ่นเสริมกำลังจะต้องเป็นโลหะผสมอลูมิเนียม ส่วนสลักเกลียวขนาดต่างๆ และแหวนรองที่ใช้ที่อื่นๆ จะต้องเป็นเหล็กชุบสังกะสี แหวนรองที่สัมผัสกับผิวของวัสดุอื่นจะต้องเป็นวัสดุที่ให้อายุได้ตามความเหมาะสม และทนต่อสภาวะอากาศ



#### การป้องกันผิวป้ายด้วยการเคลือบสีและการเคลือบเงา

- วัสดุสำหรับฉาบ สารสี น้ำมันเคลือบเงา และเครื่องเคลือบ ที่นำมาใช้ในการเตรียมและตกแต่งแผ่นป้าย เสอป้ายและอุปกรณ์ จะต้องเป็นวัสดุที่มีคุณภาพดีที่ผลิตขึ้นโดยเฉพาะ เพื่อบรรลุจุดประสงค์สำหรับการใช้งานดังกล่าว และจะต้องเป็นตราและประเภทที่วิศวกรของผู้ว่าจ้างเห็นชอบเพื่อความคงทนถาวร น้ำยารองพื้น สีทาชั้นรองพื้นและสีทาชั้นสุดท้าย ควรเป็นวัสดุจากผู้ผลิตรายเดียวกัน วัสดุทั้งหมดจะต้องเก็บรักษาและใช้ให้หมดภายในเวลาตามที่กำหนด หรือแนะนำโดยผู้ผลิตหรือตามคำแนะนำของวิศวกรของผู้ว่าจ้าง
- การชุบสังกะสีของเหล็กทุกประเภทจะต้องเป็นไปตาม ข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- อลูมิเนียมทั้งชนิดแผ่นและชนิดรูปพรรณทุกชิ้น จะต้องชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าด้วยกรรมวิธีที่วิศวกรของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ
- แผ่นป้ายจะต้องปิดทับหน้าด้วยวัสดุแผ่นสะท้อนแสง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นสะท้อนแสงสำหรับควบคุมการจราจร (มอก. 606) การปิดทับหน้าจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนด และคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด การกำหนดถ้อยคำ ตัวเลข หรือเครื่องหมายอื่น ๆ ลงบนแผ่นป้าย จะต้องกระทำโดยวิธี "Silk Screen" โดยการใช้หมึกพิมพ์ที่ผ่านการทดสอบคุณภาพและความคงทน โดยใช้หมึกพิมพ์ชนิดทึบแสงส่วนที่เป็นสีดำ และใช้ชนิดโปร่งแสงส่วนที่เป็นสีอื่น หรือด้วยวิธีอื่น ๆ ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรของผู้ว่าจ้าง
- ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบก่อสร้าง เพื่อขอความเห็นชอบก่อนเริ่มงานประกอบป้าย ขนาด และช่องว่างระหว่างถ้อยคำ ตัวเลข และเครื่องหมายอื่น ๆ จะต้องเป็นไปตามที่แสดงในแบบแปลน
- ด้านหลังของแผ่นป้ายอลูมิเนียม จะต้องทาด้วยสีรองพื้น สีรองพื้นดังกล่าวจะต้องย้อมสีด้วยรงควัตถุ (ยกเว้นรงควัตถุตะกั่ว) เป็นเหล็ก สลักเกลียว และแป้นเกลียว ที่ชุบสังกะสีแล้วจะต้องทาสีทับอีก 3 ชั้น
- รูต่างๆ สำหรับใส่ สลักเกลียวจะต้องเจาะก่อนทาสี

#### 4.1.2 วิธีการดำเนินงาน

##### การเตรียมการก่อนก่อสร้าง

- ป้ายจราจรจะต้องนำไปติดตั้ง บนเสอป้าย หรือ บนโครงเหล็ก ดังแสดงในแบบแปลน
- เสอจะต้องนำไปติดตั้งในดิน หรือบนโครงสร้าง จะต้องค้ำยัน หรือตั้งให้ได้ตำแหน่งในระหว่างติดตั้ง คอนกรีตหุ้มเสอป้ายจะต้องเป็นคอนกรีตชนิดตามที่แสดงไว้ในแบบแปลน

##### การวัดปริมาณงานและการจ่ายค่างาน

###### วิธีการวัดปริมาณงาน

- ป้ายจราจรรวมกรอบป้ายจะต้องวัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตรของแผ่นป้ายที่ติดตั้งแล้วเสร็จและเป็นที่ยอมรับแล้ว ยกเว้นแผ่นป้ายที่ระบุรวมอยู่ในงานเหมารวมกับโครงสร้างอื่น จะไม่มีการวัดปริมาณ และให้ถือว่ารวมอยู่ในราคาของโครงสร้างชุดนั้น



## ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน (Specification)

การก่อสร้างขึ้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินสไลด์สู่สนามทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117  
โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่  
ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

- เสาและโครงสร้างรับป้ายรวมทั้งฐานราก จะต้องวัดปริมาณงานเป็นจำนวนชุดของชนิดการติดตั้งที่ก่อสร้างแล้วเสร็จและเป็นที่ยอมรับแล้ว

### วิธีการจ่ายค่างาน

- การจ่ายค่างานตามรายการนี้หมายถึงรวมถึง ค่าวัสดุ ค่าเครื่องจักร ค่าแรงงาน และอื่นๆ ที่จำเป็น เพื่อการก่อสร้างให้ถูกต้องเรียบร้อยตามข้อกำหนด โดยคิดจ่ายค่างานตามผลงานที่แล้วเสร็จ ในราคาต่อหน่วยตามสัญญา

## 4.2 งานตีเส้นจราจร

งานนี้ประกอบด้วยการจัดทำ และการติดตั้งหมุดและเป้าสะท้อนแสง การตีเส้นเครื่องหมายจราจรแบบเส้นทึบหรือเส้นประ ทางคนข้าม เส้นหยุด ทาสีลูกศร ข้อความ หรือเครื่องหมายต่างๆ บนผิวทางตามที่แสดงไว้ในแบบแปลน หรือตามที่วิศวกรของผู้ว่าจ้างกำหนด งานจะต้องรวมถึงการจัดทำแรงงาน เครื่องมือ และอุปกรณ์ วัสดุ สี ป้ายเตือน และป้ายแนะนำการจราจรเท่าที่จำเป็น เพื่อความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพเมื่องานทั้งหมดเสร็จสิ้น

### 4.2.1 ผลิตภัณฑ์/วัสดุที่ใช้

สีสำหรับเครื่องหมายจราจรบนผิวทางแบบถาวรทั้งหมด ต้องเป็นสีเทอร์โมพลาสติก สีสำหรับทาเครื่องหมายจราจรบนคันหินและราวกันชน ต้องทาด้วยสีตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน

#### สีเทอร์โมพลาสติกชนิดทาร์ร้อน (Thermoplastic)

- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย ซึ่งแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสะท้อนแสงสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง (มอก. 542) ระดับ 1 ไว้ที่ผลิตภัณฑ์
- สีเทอร์โมพลาสติกต้องเป็นสีผสมสำเร็จรูปที่โรงงาน จากผู้ผลิตที่ได้รับการเห็นชอบจากวิศวกรของผู้ว่าจ้าง และต้องเหมาะสมกับประเภท และสถานที่ของการใช้งาน สีต้องมีคุณสมบัติเป็นสารเทอร์โมพลาสติกในสภาวะอากาศต่างๆ ณ บริเวณที่ใช้งานตลอดเวลา คุณสมบัติดังกล่าวได้แก่ ความต้านทานต่อการยึดออกภายใต้การจราจร ขณะที่พื้นผิวถนนมีอุณหภูมิสูงสุด และการคงความยืดหยุ่นได้ขณะถนนมีอุณหภูมิต่ำสุด และจะต้องให้เครื่องหมายจราจรอยู่คงทนเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 24 เดือน ภายใต้สภาพการจราจรปกติ จะต้องระบุอัตราส่วนต่ำสุดและสูงสุด และชั้นของส่วนประกอบของสี ปริมาณกรดของตัวประสาน อุณหภูมิระหว่างผสมและใช้ทา การแข็งตัว จุดหลอมตัว (องศาเซลเซียส) และจุดติดไฟ (องศาเซลเซียส)
- สีจะต้องจัดใส่ในภาชนะที่ไม่ทำให้ส่วนผสมของสีสกปรก และที่ป้องกันไม่ให้ส่วนผสมของสีเจือปนกับวัสดุอื่น การเก็บรักษาสีจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต



## ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน (Specification)

การก่อสร้างขึ้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินสไลด์สู่สนามทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117  
โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่  
ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

### 4.2.2 วิธีการดำเนินงาน

การควบคุมคุณภาพงานตีเส้นจราจร ให้ยึดถือคู่มือกรรมทางหลวงเป็นแนวทางปฏิบัติในการควบคุมงาน

#### การเตรียมการก่อนก่อสร้าง

- สีเทอร์โมพลาสติก

#### ก) การเตรียมผิวถนน

ให้ทาสีบนพื้นถนนที่สะอาดและแห้งเท่านั้น ห้ามทาสีบนพื้นที่ซึ่งมีเศษหิน ทราย กรวดที่เกาะตัวอยู่ รอยเปื้อนโคลน หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น หรือทาทับเครื่องหมายซึ่งเป็นสีเก่าที่ทาติดผิวไว้แล้ว หรือทาทับเครื่องหมายที่เป็นสีเทอร์โมพลาสติกเก่าซึ่งทาไว้ผิดพลาด ในกรณีที่ผิวถนนมีลักษณะเป็นมันเรียบ อย่าง เช่น ผิวคอนกรีตเรียบหรือผิวราดยางที่มีการใช้งานมาก่อนซึ่งหินมีลักษณะมันเรียบ และ/หรือ ตามกำหนดวิธีการใช้ หรือตามที่วิศวกรของผู้ว่าจ้างกำหนด ให้ทารองพื้นด้วย Tack Coat บนผิวนั้น ก่อนการทาสีจะต้องใช้ Tack Coat ตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีเทอร์โมพลาสติก และอยู่ภายใต้การ เห็นชอบของวิศวกรของผู้ว่าจ้าง เครื่องหมายสีเทอร์โมพลาสติกที่หมดอายุ หรือทาผิดพลาดจะต้อง ขจัดออก

#### ข) การจัดเตรียมสีเทอร์โมพลาสติก

จะต้องต้มสีเทอร์โมพลาสติกให้ละลายตามคำแนะนำของผู้ผลิต ในเครื่องต้มที่มีเครื่องกวนเพื่อให้สี เข้ากันและร้อนทั่วถึง อุณหภูมิของการต้มให้ทำตามที่ผู้ผลิตระบุ และห้ามเกินอุณหภูมิสูงสุดที่ผู้ผลิต กำหนด สีที่ละลายแล้วจะต้องรีบใช้ทันที และสำหรับวัสดุเทอร์โมพลาสติกที่มีตัวประสานเป็นยาง ธรรมชาติ หรือว่ามีความไวต่อการต้มไว้นานๆ แล้ว ห้ามต้มสีนั้นนานเกินกว่า 4 ชั่วโมง

#### ค) การทาสีเทอร์โมพลาสติก

ให้ตีเส้นแบ่งทิศทางการจราจร เส้นแบ่งช่องจราจร และเส้นขอบทางด้วยเครื่องมือที่ได้รับการ เห็นชอบ และจะต้องทำตามแนวที่กำหนด สำหรับเครื่องหมายอื่นๆ อาจทาด้วยวิธีร้อนด้วยมือ เครื่องตีเส้นขับเคลื่อนด้วยแรงคน หรือเครื่องตีเส้นที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ ตามที่วิศวกรของผู้ ว่าจ้างเห็นชอบหรือแนะนำ หลังจากเทสีที่ต้มลงในอุปกรณ์ตีเส้นแล้วต้องรักษาสีให้อยู่ภายในช่วง อุณหภูมิที่ผู้ผลิตระบุ และกวนสีให้เข้ากันอยู่เสมอต้องทาสีให้ได้ความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และไม่มากกว่า 6 มิลลิเมตร ผิวที่ทาสีแล้วต้องเสมอกัน ปราศจากฟองอากาศ และไม่มีรอยย่น จะต้องตีเส้นถนนอย่างระมัดระวังเพื่อให้ได้แนวที่ถูกต้องตามแบบแปลน และต้องใช้บรรทัดตรง และ แบบวัด ตามที่วิศวกรของผู้ว่าจ้างแนะนำ หลังจากงานในแต่ละวันแล้วเสร็จ สีที่มีเหลืออยู่ในเครื่อง ต้ม และ/หรือภาชนะที่ใช้ทาสีให้ขจัดออกไป และห้ามนำมาใช้ใหม่

#### ง) การป้องกันเครื่องหมายที่ทา

ต้องป้องกันเครื่องหมายที่ทาไว้ทั้งหมดไม่ให้มีการจราจรผ่าน จนกว่าสีแห้งสนิทเสียก่อน

#### การตรวจสอบภายหลังการก่อสร้าง

การตรวจวัดคุณลักษณะเครื่องหมายจราจร

(1.1) ความหนา

ในระหว่างการปฏิบัติงานให้มีการตรวจวัดความหนาของเครื่องหมายจราจรในปริมาณงานไม่เกิน 100 ตารางเมตร อย่างน้อย 3 ค่า ต่อ 1 ครั้ง โดยใช้แผ่นโลหะผิวเรียบวางรับในแนวที่เครื่องตีเส้นจะผ่าน เมื่อพ่นริตหรือ ปาดลากวัสดุไปบนแผ่นโลหะนั้นแล้วให้นำมาวัดความหนาของเครื่องหมายจราจรนั้น ๆ สิจจรจร ความหนาของเส้นจราจรและเครื่องหมายจราจรเมื่อแห้งต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.2 มิลลิเมตร (ความหนาฟิล์มเปียก 0.38 มิลลิเมตร) วัสดุเทอร์โมพลาสติก ความหนาของเส้นจราจรและเครื่องหมายจราจรเมื่อแห้งต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 3.0 มิลลิเมตร

(1) เครื่องมือ / อุปกรณ์

- ก. แผ่นโลหะสะอาดผิวเรียบขนาดยาว 300 มิลลิเมตร กว้าง 100 มิลลิเมตร
- ข. เครื่องวัดความหนาฟิล์มเปียก ช่วง 300 ไมโครเมตร ถึง 400 ไมโครเมตร ความละเอียด  $\pm 12.5$  ไมโครเมตร
- ค. ไมโครมิเตอร์หรือเครื่องวัดความหนาฟิล์มแห้ง ชนิด deep frame ที่มีพื้นที่กดวัด (anvil area) อย่างน้อย 10 ตารางมิลลิเมตร วัดได้ละเอียด 0.01 มิลลิเมตร

(2) การวัด

- ก. ปรับความเร็วรถและเครื่องพ่น ริตหรือปาดลาก ให้ได้ความหนาตามที่กำหนด
- ข. วางแผ่นโลหะในแนวตัดความกว้างของเครื่องหมายจราจรที่จะพ่นริตหรือปาดลากผ่าน
- ค. พ่นริตหรือปาดลากวัสดุทำเครื่องหมายจราจรผ่านทับแผ่นโลหะครั้งเดียว โดยไม่มีการพ่น / โรย ลูกแก้ว
- ง. วัดความหนาของสิจจรจรในขณะฟิล์มเปียกทันที
- จ. วัดความหนาของสิจจรจรและวัสดุเทอร์โมพลาสติกในขณะแห้งให้แห้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง หรือเมื่อแห้งตัว
- ฉ. วัดความหนาย่างน้อย 3 ค่า ต่อพื้นที่เครื่องหมายจราจร 100 ตารางเมตร
- ช. บันทึกค่าความหนาในขณะแห้งพร้อมค่าเฉลี่ยและตำแหน่งบริเวณที่วัด
- ซ. ความหนาของเครื่องหมายจราจรที่ไม่ได้ตรวจวัดจะต้องเสมอกันกับบริเวณตำแหน่งที่วัด

(1.2) การวัดแฟคเตอร์การสะท้อนแสง (Reflectance หรือ Luminance factor) และสี (Chromaticity Coordinate x และ y)

(1) เครื่องมือ

ก. เครื่อง Photometer หรือ Reflectometer เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเรขาคณิตของการวัดกำหนดให้มุมวัดแสง  $0 \pm 10$  องศา และมุมแสงตกกระทบกำหนดที่  $45 \pm 5$  องศา พื้นที่ที่จะวัดอย่างน้อย 5 ตารางเซนติเมตร ถ้าพื้นที่มีลักษณะหยาบมาก ให้เพิ่มพื้นที่วัดเป็น 25 ตารางเซนติเมตร และมีคุณลักษณะตามมาตรฐาน ASTM E 97

- ข. มีแผ่นปิดกันแสงริมขอบล่าง (Skirt) เพื่อกันไม่ให้แสงเข้าไปในบริเวณทดสอบ
- ค. แหล่งกำเนิดแสงเป็น Source D หรือเทียบเท่า
- ง. แผ่นมาตรฐานสิจจรจรและวัสดุเทอร์โมพลาสติกสีขาวและสีเหลือง

(2) การวัด โดยใช้เครื่องมือ

ทำการวัดโดยวิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

1) ใช้เครื่องมือในห้องทดลอง (Laboratory Equipment) วัดแผ่นตัวอย่างเครื่องหมายจราจรที่ได้จากการวัดความหนาตามข้อ 2.1 หรือ

2) ใช้เครื่องมือสนาม (Portable Equipment) วัดเครื่องหมายจราจรบนถนน

ก. วิธีวัด

- วัดแฟคเตอร์การสะท้อนแสง (Reflectance) และสี (Color) หลังจากโรยลูกแก้วแล้ว 1 ชั่วโมง ใช้แปรงปัดบริเวณที่จะวัดเบา ๆ เพื่อกำจัดลูกแก้วส่วนที่ไม่เกาะติดออกก่อนที่จะวัด ผิวของเครื่องหมายที่จะวัดต้องแห้งและสะอาดต้องไม่ล้าหรือกระทำการใด ๆ กับผิวหน้าของเครื่องหมายก่อนทำการตรวจสอบ
- เปิดเครื่องและปล่อยทิ้งไว้จนเครื่องได้สมดุลตามคู่มือการใช้เครื่อง
- ถ้าเครื่องมีปุ่มปรับค่าที่ค่าอ่านได้ให้เป็นศูนย์ (Zero-adjust Control) ให้ปรับค่าเป็นศูนย์ ในขณะที่เครื่องวางอยู่บนแผ่นสีดำที่มีค่าการสะท้อนแสง (Retro-reflectance) ต่ำที่สุด
- ถ้ามีแผ่นมาตรฐาน ให้ปรับเทียบเครื่องมือโดยวางเครื่องบนแผ่นมาตรฐานและปรับค่าที่อ่านได้ให้ตรงกับค่าของแผ่นมาตรฐาน (Standardization Control)
- ถ้าเครื่องมีแผ่นอ้างอิงภายใน (Internal reference surface) ให้สอดแผ่นนั้นผ่านลำแสงและอ่านค่าที่ได้บันทึกค่าไว้
- วางเครื่องตามแนวเครื่องหมายจราจร ให้พื้นที่ที่เครื่องจะวัดอยู่ในแนวความกว้างของเส้นแนวที่จะวัดให้อยู่ในทิศทางเดียวกับการจราจร การอ่านค่าให้ทำในแต่ละทิศทางจราจรและสำหรับเส้นกลางถนน (Center lines) ให้เฉลี่ยต่างหาก

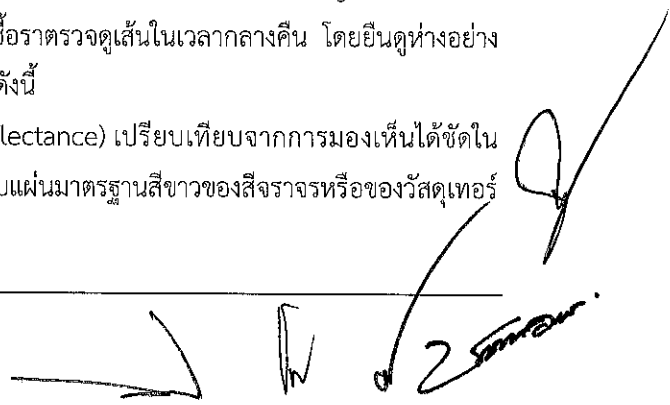
ข. บันทึกค่าที่อ่านได้ และย้ายไปวัดที่ตำแหน่งอื่น ที่เป็นชุดของตัวอย่างเดียวกัน (Same Sample Set) จำนวน 10 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่ง อย่างน้อย 3 ค่า ในบริเวณที่วัด

ค. ในทุกช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ให้ตรวจสอบมาตรฐานเครื่องมือ (Standardization) และปรับค่าให้ถูกต้องทุกครั้งกับค่าที่วัดได้เปลี่ยนแปลงเกิน 5%

(3) การตรวจโดยใช้สายตา

เครื่องหมายจราจรเมื่อตรวจโดยใช้สายตาต้องไม่เกิดการคายสี (Bleeding) หรือการเกิดสีดำหรือการขีดของสีต้องไม่มีการเกาะติดสิ่งสกปรกและไม่เกิดเชื้อราตรวจดูเส้นในเวลากลางวัน โดยยืนดูห่างอย่างน้อย 3 เมตร ตรวจสอบด้วยสายตาและพิจารณาเปรียบเทียบ ดังนี้

- ค่าแฟคเตอร์การสะท้อนแสง (Reflectance) เปรียบเทียบจากการมองเห็นได้ชัดในเวลากลางวันของเส้นสีขาว เทียบกับแผ่นมาตรฐานสีขาวของสีจราจรหรือของวัสดุเทอร์โมพลาสติก ต้องใกล้เคียงกัน



- สี (Color) เปรียบเทียบจากการมองเห็นได้ชัดในเวลากลางวันของเส้นสีเหลือง ต้อง  
ใกล้เคียงเมื่อ เทียบกับแผ่นมาตรฐานสีเหลือง  
การตัดสินผลการตรวจสอบให้ใช้วิธีวัดโดยใช้เครื่องมือ เท่านั้น

(1.3) การวัดค่าการสะท้อนแสง (Retro-reflectivity)

(1) เครื่องมือ

- ก. เครื่อง Photometer หรือ Retro-reflectometer เป็นเครื่องมือที่มี Geometry ของการวัด กำหนดให้มุมวัดแสง 15 องศา และมุมแสงตกกระทบ 86.5 องศา และมีคุณลักษณะตาม มาตรฐาน ASTM E 1710
- ข. มีแผ่นปิดกั้นแสงริมขอบล่าง (Skirt) เพื่อกันไม่ให้แสงเข้าไปในบริเวณทดสอบ
- ค. แหล่งกำเนิดแสงเป็น Source A หรือเทียบเท่า

(2) การวัดโดยใช้เครื่องมือ

- ต้องวัดในขณะที่ ปราศจากสิ่งสกปรกหรือวัสดุแปลกปนใด ๆ ทำการวัด ดังนี้
- ก. ใช้แปรงปัดบริเวณที่จะวัดเบา ๆ เพื่อกำจัดลูกแก้วส่วนที่ไม่เกาะติดออกก่อนที่จะวัด ผิวของ เครื่องหมายที่จะวัดต้องแห้งและสะอาด ต้องไม่ล้างหรือกระทำการใด ๆ กับผิวหน้าของ เครื่องหมายก่อนทำการตรวจสอบ
  - ข. เปิดเครื่องและปล่อยให้จูนเครื่องได้สมดุลตามคู่มือการใช้เครื่อง
  - ค. ถ้าเครื่องมือมีปุ่มปรับค่าที่ค่าอ่านได้ให้เป็นศูนย์ (Zero-adjust Control) ให้ปรับค่าเป็นศูนย์ ในขณะที่เครื่องวางอยู่บนแผ่นสีดำที่มีค่าการสะท้อนแสง (Retro-reflectance) ต่ำที่สุด
  - ง. ถ้ามีแผ่นมาตรฐาน ให้ปรับเทียบเครื่องมือโดยวางเครื่องบนแผ่นมาตรฐานและปรับค่าที่ อ่านได้ให้ตรงกับค่าของแผ่นมาตรฐาน (Standardization Control)
  - จ. ถ้าเครื่องมือมีแผ่นอ้างอิงภายใน (Internal reference surface) ให้สอดแผ่นนั้นผ่านลำแสง และอ่านค่าที่ได้บันทึกค่าไว้
  - ฉ. ตรวจสอบโดยสายตาบริเวณที่มีการโรยลูกแก้วน้อยผิดปกติ วัดในบริเวณนั้น โดยวางเครื่องตาม แนวเครื่องหมายจราจร ให้พื้นที่ที่เครื่องจะวัดอยู่ในแนวความกว้างของเส้น แนวที่จะวัดให้อยู่ในทิศทางเดียวกับการจราจร การอ่านค่าให้ทำในแต่ละทิศทางจราจรและสำหรับเส้น กลางถนน (Center lines) ให้เฉลี่ยต่างหาก
  - ช. บันทึกค่าที่อ่านได้ และย้ายไปวัดที่ตำแหน่งอื่น ที่เป็นชุดของตัวอย่างเดียวกัน (same sample set) จำนวน 10 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่ง อย่างน้อย 3 ค่า ในบริเวณที่วัด
  - ซ. ในทุกช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ให้ตรวจสอบมาตรฐานเครื่องมือ (Standardization) และปรับค่า ให้ถูกต้องทุกครั้งกับค่าที่วัดได้เปลี่ยนแปลงเกิน 5%

(3) การตรวจโดยใช้สายตา

ตรวจดูเส้นในเวลากลางวัน ยืนระยะห่าง 15 หรือ 30 เมตร จากเครื่องหมายจราจร ให้ระดับ สายตาของผู้ตรวจสูงจากระดับถนนมากกว่า 150 เซนติเมตร โดยมีแสงสว่างจากหลอดไฟขนาดไม่ เกิน 100 วัตต์ สูงจากระดับถนน 90 เซนติเมตร ให้ระยะห่างเท่ากับผู้ตรวจและอยู่ในแนวเดียวกับ

เครื่องหมายจราจรที่จะตรวจสอบ เปรียบเทียบการมองเห็นได้ชัดในเวลากลางวันกับแผ่น  
เครื่องหมายจราจรที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงตามข้อกำหนด ต้องใกล้เคียงกัน  
การตัดสินผลการตรวจสอบให้ใช้วิธีวัดโดยใช้เครื่องมือ เท่านั้น

(1.4) หลักเกณฑ์การทดสอบการสะท้อนแสงและแฟลคเตอร์การสะท้อนแสง

(1) ให้ถือว่าผลของการทดสอบการสะท้อนแสงและแฟลคเตอร์การสะท้อนแสงของเครื่องหมาย  
จราจรที่จัดทำไว้เป็นเกณฑ์การยอมรับคุณภาพในการตรวจรับงาน และการรับประกัน  
คุณภาพ

(2) ผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างจะร่วมทำการทดสอบเครื่องหมายจราจรที่จัดทำไว้ด้วยเครื่องวัดการ  
สะท้อนแสงและเครื่องมือวัดแฟลคเตอร์การสะท้อนแสงตามที่ระบุไว้

(3) จำนวนวาระการทดสอบ มีดังนี้

ก. การทดสอบการสะท้อนแสงและแฟลคเตอร์การสะท้อนแสง เพื่อใช้ผลในการตรวจรับงาน  
ให้ทำการ ตรวจวัดหลังจากเครื่องหมายจราจรแข็งตัวแล้ว โดยค่าที่วัดได้ต้องเป็นไป  
ตามที่กำหนดไว้

ข. การตรวจสอบคุณลักษณะหลังใช้งาน (ระยะเวลาประกัน) นับถัดจากวันตรวจรับงานผู้  
รับจ้างมีหน้าที่ต้องมาร่วมทำการทดสอบ เพื่อใช้ผลการทดสอบในการพิจารณาเรื่องการ  
ประกันคุณภาพของการสะท้อนแสงตามที่กำหนดไว้ หากผู้รับจ้างไม่มาร่วมดำเนินการใน  
ระยะเวลาดังกล่าว ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ทดสอบแต่ฝ่ายเดียว โดยผู้รับจ้างจะต้องยอมรับผล  
การทดสอบนั้นและผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งสิ้น

(4) จำนวนตัวอย่างบริเวณและจำนวนครั้งในการทดสอบ

ก. การทดสอบเพื่อใช้ผลในการตรวจรับงาน ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเลือกบริเวณ  
ตัวอย่างในปริมาณงานไม่เกิน 100 ตารางเมตรต่อ 1 ตัวอย่าง

ข. การทดสอบเพื่อการประกันคุณภาพ ให้ทำการทดสอบที่บริเวณใกล้เคียงตามข้อ ก  
ข้างต้นนี้

(5) การทดสอบในแต่ละตัวอย่างให้อ่านค่าจากเครื่องวัดการสะท้อนแสงหรือจากเครื่องแฟลคเตอร์  
การสะท้อนแสง จำนวน 10 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งอย่างน้อย 3 ค่า

การวัดปริมาณงานและการจ่ายค่าจ้าง

วิธีการวัดปริมาณงาน

- ปริมาณงานเครื่องหมายจราจรให้วัดพื้นที่เป็นตารางเมตรของงานที่แล้วเสร็จและยอมรับในที  
ก่อสร้าง เมื่อความกว้างหรือความยาวของเครื่องหมายจราจรที่ทำใหญ่กว่าขนาดที่ระบุและวิศวกร  
ของผู้ว่าจ้างยอมรับ ให้ใช้ความกว้าง หรือความยาวที่ระบุในแบบเพื่อคำนวณหาพื้นที่สำหรับการ  
จ่ายเงินค่าจ้าง เมื่อความกว้างหรือความยาวของเครื่องหมายจราจรเล็กกว่าขนาดที่ระบุและวิศวกร  
ของผู้ว่าจ้างยอมรับ ให้ใช้ความกว้าง หรือความยาวจริงของเครื่องหมายจราจรที่ทำสำหรับการ  
คำนวณหาพื้นที่เพื่อการจ่ายเงินค่าจ้าง



## ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน(Specification)

การก่อสร้างชั้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันดินสไลด์สู่สนามทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117  
โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่  
ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา

### วิธีการจ่ายค่างาน

- ปริมาณงานที่วัดตามวิธีการดังกล่าวข้างบนนี้ จะจ่ายเงินค่าจ้างตามอัตราราคาสัญญาต่อตารางเมตร และต่อตัวตามแต่ละรายการดังที่ระบุในบัญชีแสดงปริมาณวัสดุ
- เงินค่าจ้างนี้หมายรวมถึงการจัดการจัดหา การหา และการติดตั้ง วัสดุ รวมถึงแรงงาน อุปกรณ์ เครื่องมือ และค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดอื่นๆ ที่จำเป็นทั้งหมดเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามข้อกำหนดทางเทคนิค
- การจ่ายค่างานตามรายการนี้หมายรวมถึง ค่าวัสดุ ค่าเครื่องจักร ค่าแรงงาน และอื่นๆ ที่จำเป็น เพื่อการก่อสร้างให้ถูกต้องเรียบร้อยตามข้อกำหนด โดยคิดจ่ายค่างานตามผลงานที่แล้วเสร็จ ในราคาต่อหน่วยตามสัญญา



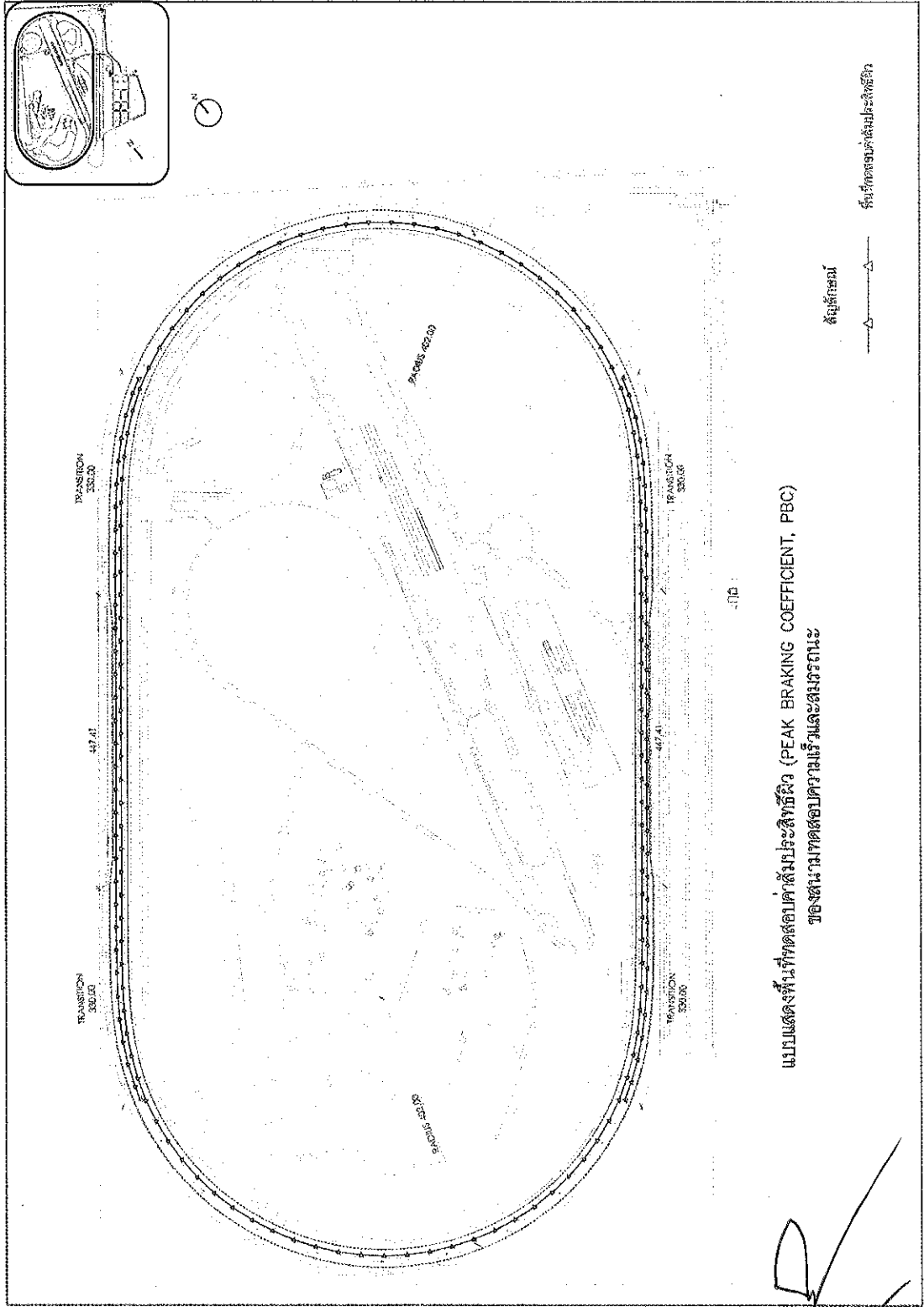


TISI

เอกสารแนบท้าย

### ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน(Specification)

การก่อสร้างขึ้นโครงสร้างทางของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ และการป้องกันได้ผู้ส่นามทดสอบยางล้อ ตามมาตรฐาน UN R117  
โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่  
ตำบลลาดกระบัง อำเภอสามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา



แบบแสดงพื้นที่ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (PEAK BRAKING COEFFICIENT, PBC)  
ของสนามทดสอบความเร็วและสมรรถนะ

Handwritten signature and initials.