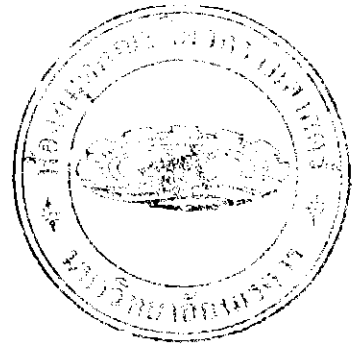




การศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการสั่นสะเทือนของสะพานรถไฟความเร็วสูง

PARAMETRIC STUDY OF VIBRATION OF RAILWAY BRIDGE

SUBJECT TO HIGH SPEED TRAIN LOAD

นายศักดิ์ชัย	รุ่งศรี	รหัส 54361404
นายศิริโรจน์	กันเขต	รหัส 54361411
นางสาวจุฑามาศ	พิลาวรรณ	รหัส 54364467
นายปรียะชาติ	นายอง	รหัส 54364733

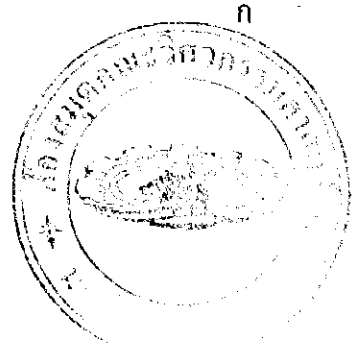
กึ่งสมุคคณะวิทยาศาสตร์	
วันที่รับ.....	30/กย. 2558
เลขทะเบียน.....	1690๗๑1
เลขรายการนี้.....	ฟ๕
มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ๓๑๒๒ ๑๐๗๕	

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ปีการศึกษา 2557



ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงการ	การศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการสิ้นสะท้อนของสะพานรถไฟความเร็วสูง		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายศักดิ์ธัช รุ่งศรี	รหัส	54361404
	นายศิริโรจน์ กันเกตุ	รหัส	54361411
	นางสาวจุฑามาศ พิลาวรรณ	รหัส	54364467
	นายปรียะชาติ นಾಯง	รหัส	54364733
ที่ปรึกษาโครงการ	ดร.ทรงศักดิ์ สุธาสู่ประดิษฐ์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2557		

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงการ
(ดร.ทรงศักดิ์ สุธาสู่ประดิษฐ์)

.....กรรมการ
(ดร.รัฐภูมิ ปรีชาตปรีชา)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร.สสิกรณณ์ เหลืองวิชขเจริญ)

ชื่อหัวข้อโครงการ	การศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการสั่นสะเทือนของสะพานรถไฟความเร็วสูง		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายศักดิ์รัช รุ่งศรี	รหัส	54361404
	นายศิริโรจน์ กันเกตุ	รหัส	54361411
	นางสาวจุฑามาศ พิลาวรรณ	รหัส	54364467
	นายปรียะชาติ นายอง	รหัส	54364733
ที่ปรึกษาโครงการ	ดร.ทรงศักดิ์ สุธาสุประดิษฐ์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2557		

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการสั่นสะเทือนของสะพานรถไฟความเร็วสูง ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยทางด้านความเร็วของรถไฟ ความยาวช่วงสะพานและชนิดของรถไฟ เพื่อศึกษาการสั่นสะเทือนที่ปลอดภัยของสะพาน โดยทำการวิเคราะห์การโก่งตัว ความเร่ง แรงเฉือน โมเมนต์ดัดและการบิดที่เกิดขึ้นในตัวสะพาน ใช้รถไฟความเร็วสูงชินคันเซ็น (ShinKansen series 300) รถไฟความเร็วสูงจีน(China Railway High-speed 2) และรถไฟมาตรฐานยุโรปสำหรับออกแบบ High Speed Load Model (HSLM) วิ่งบนสะพานที่มีช่วงความยาว 10-50 เมตร แต่ละช่วงวิ่งด้วยความเร็ว 10-350 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อศึกษาผลกระทบจากปัจจัยต่าง ๆ นั้นส่งผลต่อการสั่นสะเทือนของสะพานรถไฟอย่างไรบ้าง

Project title **PARAMETRIC STUDY OF VIBRATION OF RAILWAY BRIDGE
SUBJECT TO HIGH SPEED TRAIN LOAD**

Name Mr. Sakditat Rungsri ID. 54361404
 Mr. Sirirod Kanket ID. 54361411
 Miss.Jutamart Pilawan ID. 54364467
 Mr. Preeyachat Nayong ID. 54364733

Project advisor Dr. Songsak Suthasupradit

Major Civil Engineering

Department Civil Engineering

Academic year 2014

Abstract

This project is a research of various factors that affect the vibration of high-speed rail bridge. Factor to study vibration of the bridge include velocity, length of the bridge (span) and type of rail. Analyzing displacement, acceleration, shear, moment and rotation in high-speed rail bridge by using ShinKansen series 300, China Railway High-speed 2 and High Speed Load Model (HSLM) running on 10-50 meter long bridge by speed of 10-350 kilometer per hour for study the impact of various factors that affect the vibration of railway bridge.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์สำเร็จได้ ทางคณะผู้ดำเนินงานต้องขอขอบคุณดร.ทรงศักดิ์ สุธาสุประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้คำปรึกษา และช่วยแนะนำวิธีแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน

ขอขอบคุณคณะท่านอาจารย์มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ แก่คณะผู้ดำเนินงาน

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณบิดามารดาที่ให้อุปการคุณทางการเงิน และทางด้านจิตใจจนกระทั่งทำให้โครงการนี้สมบูรณ์

คณะผู้ดำเนินโครงการวิศวกรรม

นายศักดิ์ธัช รุ่งศรี

นายศิริโรจน์ กันเกตุ

นางสาวจุฑามาศ พิลาวรรณ

นายปรียะชาติ นายอง

มิถุนายน 2558

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการทำโครงการ	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 รถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น Shin Kansan Series 300 (SKS 300)	3
2.2 รถไฟความเร็วสูงจีน China Railway High-speed 2 (CRH2)	5
2.3 แบบจำลองของแรงกระทำของรถไฟ HSLM	7
2.4 การวิเคราะห์ด้วยวิธี Moving load	8
2.5 การสั่น	8
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ	
3.1 วิธีการดำเนินงาน	10
3.2 รายละเอียดการดำเนินงาน	10

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์	
4.1 ค่า Displacement	19
4.2 ค่า Acceleration	25
4.3 ค่า Shear	31
4.4 ค่า Moment	37
4.5 ค่า Rotation	43
บทที่ 5 บทสรุป	
5.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสั่นสะเทือน	50
5.2 Impact Factor.	53
5.3 ข้อเสนอแนะ	54
อ้างอิง	55
ภาคผนวก	56
ภาคผนวก ก	57
ภาคผนวก ข	82
ประวัติผู้จัดทำ	130

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงน้ำหนักของรถไฟความเร็วของ มาตรฐาน UIC	7
5.1 ตารางแสดงความถี่ธรรมชาติของสะพานที่มีช่วงความยาว 10-50 เมตร	52
5.2 ตารางแสดงผลพหุคูณสูงสุดที่เกิดขึ้นโดยรถไฟชนิดต่างๆ	52



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น Shinkansen Series 300 (SKS 300)	3
2.2 น้ำหนักลงเพลาารถไฟรางแบบมีกำลังขับ (Power Car)	4
2.3 น้ำหนักลงเพลาตู้โดยสารขบวนรถไฟ (Passenger Car)	4
2.4 รถไฟความเร็วสูงจีน China railway high-speed (CRH 2)	5
2.5 น้ำหนักลงเพลาารถไฟรางแบบมีกำลังขับ (Power Car)	6
2.6 น้ำหนักลงเพลาตู้โดยสารขบวนรถไฟ (Passenger Car)	6
2.7 High speed load model A (HSLM-A)	7
2.8 High speed load model B (HSLM-B)	7
2.9 การวิเคราะห์สะพานรถไฟด้วยวิธี Moving loads	8
2.10 การสั่นแบบอิสระ	9
2.11 การสั่นแบบบังคับ	9
3.1-3.16 วิธีการออกแบบหน้าตัดคาน	10
4.1 กราฟการโก่งตัวของรถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น (SKS 300)	19
4.2 กราฟการโก่งตัวของรถไฟความเร็วสูงจีน China railway high-speed (CRH 2)	20
4.3 กราฟการโก่งตัวของรถไฟ HSLM A-1	20
4.4 กราฟการโก่งตัวของรถไฟ HSLM A-2	21
4.5 กราฟการโก่งตัวของรถไฟ HSLM A-3	21
4.6 กราฟการโก่งตัวของรถไฟ HSLM A-4	22
4.7 กราฟการโก่งตัวของรถไฟ HSLM A-5	22
4.8 กราฟการโก่งตัวของรถไฟ HSLM A-6	23
4.9 กราฟการโก่งตัวของรถไฟ HSLM A-7	23
4.10 กราฟการโก่งตัวของรถไฟ HSLM A-8	24
4.11 กราฟการโก่งตัวของรถไฟ HSLM A-9	24
4.12 กราฟการโก่งตัวของรถไฟ HSLM A-10	25
4.13 กราฟความเร่งของรถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น (SKS 300)	25
4.14 กราฟความเร่งของรถไฟความเร็วสูงจีน (CRH 2)	26

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.15 กราฟความเร่งของรถไฟ HSLM A-1	26
4.16 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-2	27
4.17 กราฟความเร่งของรถไฟ HSLM A-3	27
4.18 กราฟความเร่งของรถไฟ HSLM A-4	28
4.19 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-5	28
4.20 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-6	29
4.21 กราฟความเร่งของรถไฟ HSLM A-7	29
4.22 กราฟความเร่งของรถไฟ HSLM A-8	30
4.23 กราฟความเร่งของรถไฟ HSLM A-9	30
4.24 กราฟความเร่งของรถไฟ HSLM A-10	31
4.25 กราฟแรงเหวี่ยงของรถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น (SKS 300)	31
4.26 กราฟแรงเหวี่ยงของรถไฟความเร็วสูงจีน (CRH 2)	32
4.27 กราฟแรงเหวี่ยงของรถไฟ HSLM A-1	32
4.28 กราฟแรงเหวี่ยงของรถไฟ HSLM A-2	33
4.29 กราฟแรงเหวี่ยงของรถไฟ HSLM A-3	33
4.30 กราฟแรงเหวี่ยงของรถไฟ HSLM A-4	34
4.31 กราฟแรงเหวี่ยงของรถไฟ HSLM A-5	34
4.32 กราฟแรงเหวี่ยงของรถไฟ HSLM A-6	35
4.33 กราฟแรงเหวี่ยงของรถไฟ HSLM A-7	35
4.34 กราฟแรงเหวี่ยงของรถไฟ HSLM A-8	36
4.35 กราฟแรงเหวี่ยงของรถไฟ HSLM A-9	36
4.36 กราฟแรงเหวี่ยง ของรถไฟ HSLM A-10	37
4.37 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น (SKS 300)	37
4.38 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟความเร็วสูงจีน (CRH 2)	38
4.39 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-1	38
4.40 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-2	39

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.41 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-3	39
4.42 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-4	40
4.43 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-5	40
4.44 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-6	41
4.45 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-7	41
4.46 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-8	42
4.47 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-9	42
4.48 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-10	43
4.49 กราฟการบิดของรถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น (SKS 300)	43
4.50 กราฟการบิดของรถไฟความเร็วสูงจีน (CRH 2)	44
4.51 กราฟการบิดของรถไฟ HSLM A-1	44
4.52 กราฟการบิดของรถไฟ HSLM A-2	45
4.53 กราฟการบิดของรถไฟ HSLM A-3	45
4.54 กราฟการบิดของรถไฟ HSLM A-4	46
4.55 กราฟการบิดของรถไฟ HSLM A-5	46
4.56 กราฟการบิดของรถไฟ HSLM A-6	47
4.57 กราฟการบิดของรถไฟ HSLM A-7	47
4.58 กราฟการบิดของรถไฟ HSLM A-8	48
4.59 กราฟการบิดของรถไฟ HSLM A-9	48
4.60 กราฟการบิดของรถไฟ HSLM A-10	49
5.1 แสดงการโก่งตัวที่เกิดจากรถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น และรถไฟความเร็วสูงจีน	50
5.2 แสดงความเร่งที่เกิดขึ้นโดยรถไฟ HSLM A-6	51
5.3 แสดงความเร่งบนสะพานที่เกิดจากรถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น	51
5.4 แสดง Impact Factor โดยใช้แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดในการคำนวณ	53

บทที่ 1

บทนำ

การขนส่งในระบบรางกำลังกลายเป็นระบบการขนส่งหลักที่สำคัญในอนาคตของภูมิภาคอาเซียน รถไฟความเร็วสูงเป็นตัวเลือกหนึ่งที่มีผลต่อการพัฒนาการขนส่งของประเทศ ซึ่งในประเทศไทยมีสะพานรถไฟใช้เป็นจำนวนมาก การที่จะใช้รถไฟที่มีประสิทธิภาพสูงที่สามารถทำความเร็วได้สูงขึ้น จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยทางวิศวกรรม ซึ่งการสั่นสะเทือนของสะพานรถไฟก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความปลอดภัย และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความเร็วของรถไฟ ทั้งนี้หากใช้ความเร็วสูงขึ้นการสั่นสะเทือนของสะพานรถไฟจะมีค่าสูงขึ้น และความเร็วที่เพิ่มขึ้นยังมีผลต่อปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องรวมถึงความยาวช่วงสะพาน มีผลต่อโครงสร้างของสะพาน

ดังนั้น โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของสะพานรถไฟ โดยใช้รถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น Shinkansen Series 300 (SKS 300) , รถไฟความเร็วสูงจีน China Railway High-speed 2 (CRH 2) และแบบจำลองของแรงกระทำของรถไฟตามข้อกำหนดของมาตรฐานระบบรางในยุโรป (UIC) [1] High Speed Load Model (HSLM) ซึ่งการศึกษาค้างนี้จะใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ moving load ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม SAP2000 ได้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในการออกแบบสะพานเพื่อรองรับการเคลื่อนที่ของรถไฟความเร็วสูง จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่างที่จะส่งผลต่อความปลอดภัยของตัวสะพานและผู้โดยสาร เช่นการสั่นสะเทือน เนื่องจากในตัวสะพานแต่ละชนิดจะมีความถี่ธรรมชาติ (Natural Frequency) และเมื่อมีแรงมากระทำต่อสะพานจะก่อให้เกิดความถี่เช่นกัน ซึ่งหากความถี่นั้นเท่ากับความถี่ธรรมชาติของสะพาน จะทำให้เกิดการสั่นพ้องซึ่งส่งผลต่อการสั่นสะเทือน และก่อให้เกิดอันตรายได้ ทางผู้จัดจึงต้องการศึกษาปัจจัยที่จะส่งผลต่อการสั่นสะเทือนของสะพานรถไฟความเร็วสูง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาความเร็วที่ทำให้สะพานเกิดการสั่นสะเทือนสูงสุด
- 1.2.2 เพื่อศึกษาความยาวช่วงสะพาน (span) ที่ทำให้สะพานเกิดการสั่นสะเทือนสูงสุด
- 1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบระหว่างรถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น (Shinkansen Series 300) รถไฟความเร็วสูงจีน (China Railway High-speed 2) และแบบจำลองของแรงกระทำของรถไฟตามข้อกำหนดของมาตรฐานระบบรางในยุโรป (UIC) [1] High Speed Load Model (HSLM) รถไฟแถบยุโรปว่ามีผลต่อการสั่นสะเทือนอย่างไร

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ทราบถึงความเร็วที่ทำให้สะพานเกิดการสั่นสะเทือนสูงสุด
- 1.3.2 ทราบถึงความยาวช่วงสะพานที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนสูงสุด
- 1.3.3 ทราบถึงความแตกต่างของการเกิดการสั่นสะเทือนของรถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่น และรถไฟความเร็วสูงจีน

1.4 ขอบเขตการทำโครงการ

- 1.4.1 ศึกษาโดยใช้รถไฟความเร็วสูง SKS 300, CRH2 และ (HSLM) [1]
- 1.4.2 ความยาวช่วงสะพาน (span) เริ่มจาก 10-50 เมตร (เพิ่มความยาวทุก 5 เมตร)
- 1.4.3 ความเร็วเริ่มต้น 10-350 กม./ชม. (เพิ่มความเร็วครั้งละ 20 กม./ชม.)
- 1.4.4 ใช้หน้าตัดแบบคานคอนกรีตอัดแรงรูปกล่อง (Box Girder)
- 1.4.5 ใช้คานแบบ simple span (ข้างหนึ่ง Hinge, ข้างหนึ่ง Roller)

1.5 แผนการดำเนินงาน

เดือน/กิจกรรม	มกราคม 58	กุมภาพันธ์ 58	มีนาคม 58	เมษายน 58	พฤษภาคม 58
1.กำหนดหัวข้อ					
2.ศึกษาข้อมูล					
3.วิเคราะห์ และสรุปผล					
4. เขียนโครงการ					

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

รถไฟความเร็วสูง หรือ ระบบรางความเร็วสูง (High-Speed Rail) เป็นระบบขนส่งทางรางที่วิ่งด้วยความเร็วสูงกว่าระบบขนส่งทางรางทั่วไปอย่างมาก โดยการใช้ระบบล้อเลื่อน (rolling stock) พิเศษ รวมกับระบบรางที่ออกแบบมาให้ใช้โดยเฉพาะ ส่วนใหญ่วิ่งบนรางที่มีขนาด 1.435 เมตร หรือสแตนดาร์ดเกจ (standard gauge) รถไฟความเร็วสูงส่วนใหญ่ถูกออกแบบสำหรับเป็นรถโดยสาร โดยรถไฟบางที่ได้มีการออกแบบสำหรับให้บริการขนส่งสินค้า

2.1 รถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น Shinkansen Series 300 (SKS 300)

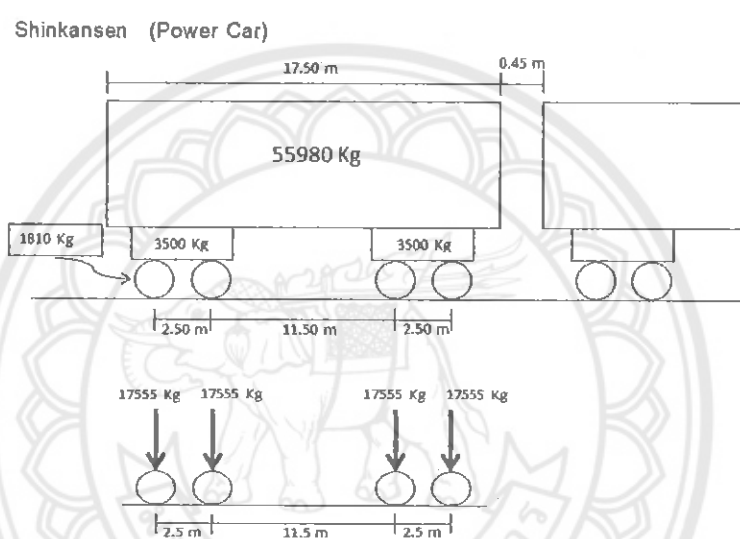
ชินคันเซ็นรุ่นนี้ ใช้โครงสร้างจากอลูมิเนียมอัลลอยด์และมีการลดน้ำหนักของที่นั่งให้เบาลงถึงครึ่งหนึ่ง ส่วนด้านเครื่องจักรไฟฟ้าใช้ระบบ VVVF Inverter และใช้เครื่องยนต์กระแสไฟสลับ ซึ่งมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา อีกทั้งปรับแรงเครื่องจักรจาก 230KW เป็น 300KW นอกจากนี้ก็ยังได้พัฒนาตัวรถให้เป็นแบบ Bolsterless ซึ่งช่วยให้ตัวรถมีน้ำหนักเบาขึ้นจากเดิม 2-3 ตัน จากเดิมที่ 7 ตัน พร้อมกับลักษณะของโบกี้หน้าที่เรียวแหลมเหมือนเข็ม เพื่อช่วยลดแรงต้านของอากาศ [2]



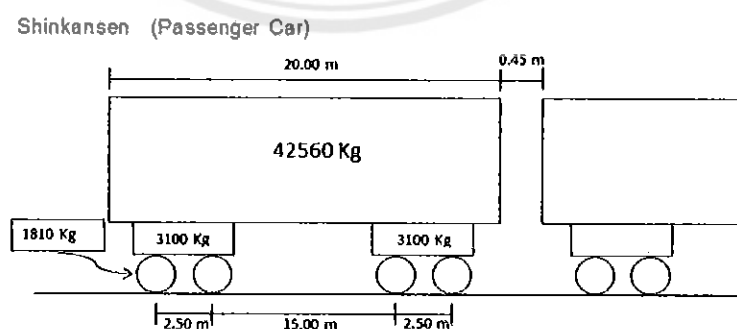
รูปที่ 2.1 รถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น Shinkansen Series 300 (SKS 300) [2]

2.1.1 ข้อมูลรถไฟที่ใช้ในการวิเคราะห์

รถไฟความเร็วสูงญี่ปุ่นชินคันเซ็น Shinkansen Series 300 (SKS 300) ความยาวขบวน 198.6 เมตร จำนวน 10 ตู้ น้ำหนักลงเพลารถไฟรางแบบมีกำลังขับเคลื่อน (Power Car) 17,555 กิโลกรัม น้ำหนักลงเพลารถไฟโดยสารขบวนรถไฟ (Passenger Car) 14,000 กิโลกรัม น้ำหนักลงเพลารถไฟรางแบบมีกำลังขับเคลื่อนท้ายขบวน (Rear Power Car) 17,555 กิโลกรัม ดังรูป 2.2-2.3



รูปที่ 2.2 น้ำหนักลงเพลารถไฟรางแบบมีกำลังขับเคลื่อน (Power Car)



รูปที่ 2.3 น้ำหนักลงเพลารถไฟโดยสารขบวนรถไฟ (Passenger Car)

2.2 รถไฟความเร็วสูงของจีน China Railway High-speed 2 (CRH2)

รถไฟความเร็วสูงของจีน China Railway High-speed 2 (CRH2) มีชื่อว่า"เหอเสี่ยเห่า" (He XieHao) ซึ่งหมายความว่า"ขบวนสมานฉันท์" เป็นของกระทรวงการรถไฟของจีนที่เปิดบริการแล้วมีหลายรุ่นอาทิเช่น (CRH1),(CRH2),(CRH3),(CRH4) และ(CRH5) ซึ่งเป็นรถไฟหัวกระสุนความเร็วสูงจัดเป็นรถไฟอีเอ็มยู (EMU, Multipul Unit) ตามการออกแบบมีความเร็วสูง ในอัตรากว่า 200 กิโลเมตร/ชั่วโมง และสามารถวิ่งทำความเร็วได้สูงสุดไม่เกิน 350 กิโลเมตร/ชั่วโมง [3]

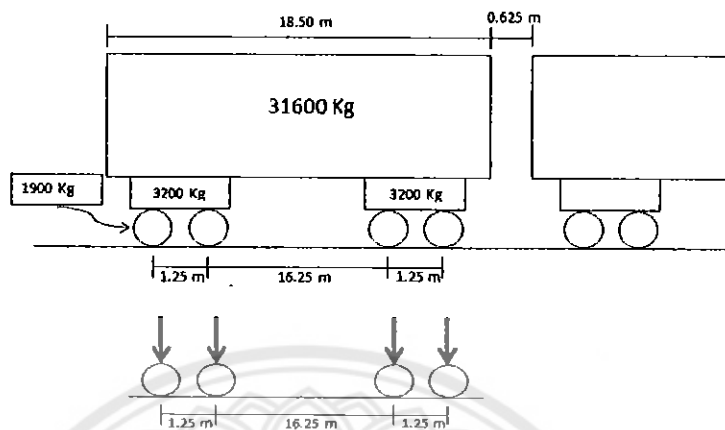


รูปที่ 2.4 รถไฟความเร็วสูงของจีน China Railway High-speed 2 (CRH2) [3]

2.2.1 ข้อมูลรถไฟที่ใช้ในการวิเคราะห์

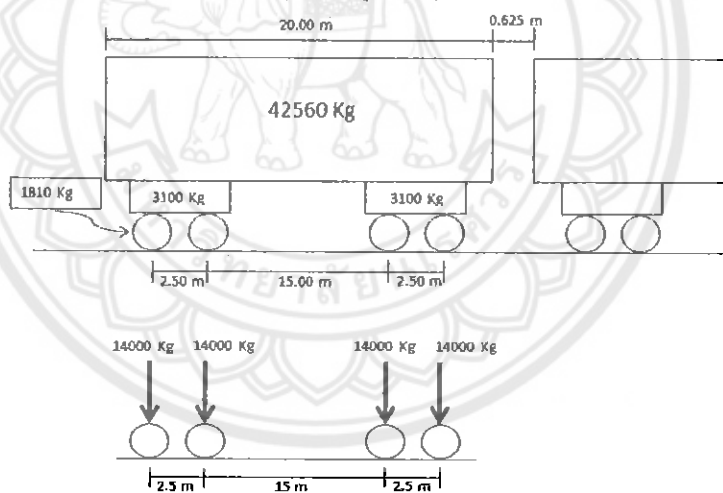
รถไฟความเร็วสูงของจีน China Railway High-speed 2 (CRH2) มีความยาวขบวน 182.5 เมตร จำนวน 10 ตู้ น้ำหนักลงเพลารถไฟรางแบบมีกำลังขับ (Power Car) 19,300 กิโลกรัม น้ำหนักลงเพลารถโดยสารขบวนรถไฟ (Passenger Car) 14,000 กิโลกรัม น้ำหนักลงเพลารถไฟรางแบบมีกำลังขับท้ายขบวน (Rear Power Car) 19,000 กิโลกรัม ดังรูป 2.5-2.6

China Railway High-speed (Power Car)



รูปที่ 2.5 น้ำหนักของเพลารถไฟรางแบบมีกำลังขับเคลื่อน (Power Car)

China Railway High-speed (Passenger Car)



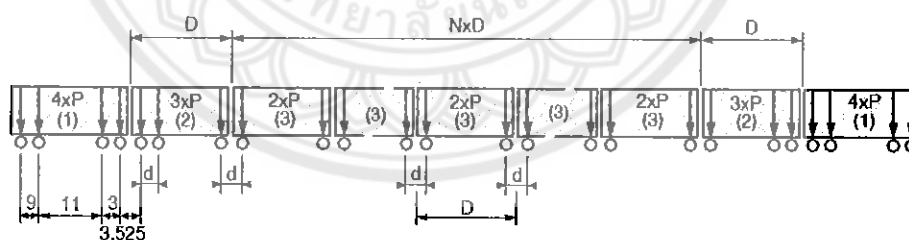
รูปที่ 2.6 น้ำหนักของเพลารถไฟโดยสาร (Passenger Car)

2.3 แบบจำลองของแรงกระทำของรถไฟ High Speed Load Model (HSLM)

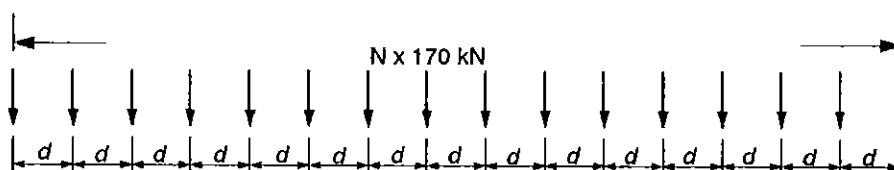
ในข้อกำหนดของมาตรฐานระบบรางในยุโรป (UIC) ได้มีการกำหนดแบบจำลองของแรงกระทำของรถไฟ โดยใช้ชื่อว่า High Speed Load Model (HSLM) ดังแสดงในรูปที่ 2.7-2.8 และตารางที่ 2.1 ซึ่งได้มีการทดสอบเชิงตัวเลขแล้วว่า แรงดังกล่าวจะให้ผลสูงสุดในการตอบสนองทางพลศาสตร์ของสะพาน โดยเทียบกับรถไฟความเร็วสูงทุกชนิดที่มีใช้ในยุโรปปัจจุบัน[4]

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงน้ำหนักของรถไฟความเร็วสูงมาตรฐาน UIC

Universal train	Number of intermediate coaches	Length of coach	Axle spacing in the bogie	Localised force
	N	D (m)	d (m)	P (kN)
A1	18	18	2.0	170
A2	17	19	3.5	200
A3	16	20	2.0	180
A4	15	21	3.0	190
A5	14	22	2.0	170
A6	13	23	2.0	180
A7	13	24	2.0	190
A8	12	25	2.5	190
A9	11	26	2.0	210
A10	11	27	2.0	210



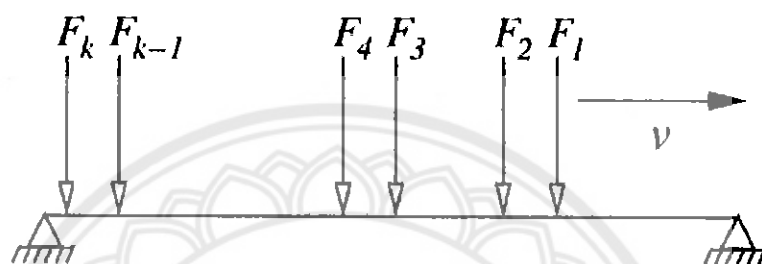
รูปที่ 2.7 High speed load model A (HSLM-A) [1]



รูปที่ 2.8 High speed load model B (HSLM-B) [1]

2.4. การวิเคราะห์ด้วยวิธี moving loads

การวิเคราะห์โดยวิธี Moving loads เป็นการให้แรงเข้าไปที่โดยตรง โดยส่วนใหญ่จะใช้สมมุติฐานว่าแรงที่กระทำ F_i ในแต่ละล้อมีค่าคงที่ขณะที่รถวิ่งผ่านสะพาน นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงความเร็ว v ได้ตามต้องการ เพื่อหาค่าการตอบสนองสูงสุด[4]และง่ายต่อการสร้างแบบจำลองของแรงที่กระทำต่อสะพาน ซึ่งวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้โปรแกรม SAP2000 [4]



รูปที่ 2.9 การวิเคราะห์สะพานรถไฟด้วยวิธี moving loads [4]

เนื่องจากวิธีนี้เป็นการใส่แรงแบบเป็นขบวนวิ่งผ่านไบนสะพาน ทำให้สามารถวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมการสั่นพ้องเนื่องจากแรงกระทำซ้ำของล้อรถไฟได้ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวล้วนมีผลต่อความปลอดภัยและความสามารถในการใช้งานได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับระบบรถไฟความเร็วสูง[4]

2.5 การสั่น (vibration)

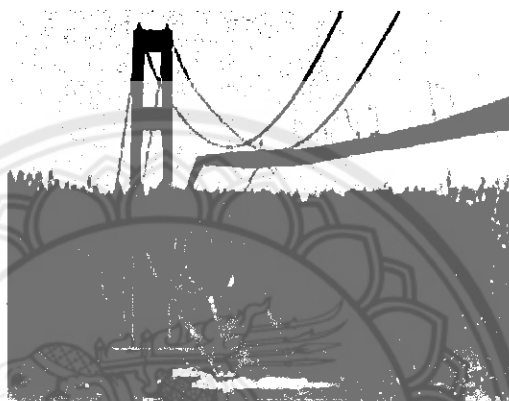
การสั่นเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเมื่อระบบได้รับแรงกระทำแล้วไปกระตุ้นให้ระบบเกิดการเคลื่อนตัวแกว่งไปมา การสั่นภายใต้เงื่อนไขไม่พึงประสงค์มักก่อให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องจักรหรือระบบ หรือทำให้ระบบทำงานไม่มีประสิทธิภาพ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาการสั่นทางกลให้เกิดความเข้าใจเพื่อใช้ออกแบบระบบให้ทำงานได้อย่างปลอดภัยโดยทั่วไปการศึกษากการสั่นทางกลมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปออกแบบระบบป้องกันหรือลดกันการสั่นที่จะเกิดขึ้นในทางวิศวกรรมแบ่งการสั่นออกเป็น 2 ประเภทหลักคือการสั่นแบบอิสระ (free vibration) และการสั่นแบบบังคับ (force vibration) [5]

2.5.1 การสั่นแบบอิสระ(free vibration)

การสั่นแบบอิสระ (free vibration) คือการสั่นของระบบที่ปราศจากแรงภายนอกมากระตุ้น ในขณะสั่น (ให้แรงเริ่มต้นแล้วนำแรงออก และปล่อยให้ระบบแกว่งหรือสั่นด้วยตัวเองอย่างอิสระ) การศึกษาการสั่นแบบอิสระจะทำให้ได้พารามิเตอร์ที่สำคัญตัวหนึ่งของระบบคือ “ความถี่ธรรมชาติ (natural frequency)”[5]

2.5.1.1 ความถี่ธรรมชาติ (natural frequency)

ความถี่ธรรมชาติ (natural frequency) คือวัตถุหรืออนุภาค จะมีความถี่ในการสั่นตามธรรมชาติเฉพาะตัวอย่างเป็นอิสระคงที่อยู่ค่าหนึ่งหากแรงถูกกระตุ้นให้มีจังหวะที่พอดีกับคาบการสั่นแบบอิสระของระบบ (ความถี่ธรรมชาติ) จะทำให้เกิดการเสริมกันก่อให้เกิดการสั่นที่มีขนาดรุนแรงขึ้น เรียกว่า “เรโซแนนซ์ (Resonance)” ผลของเรโซแนนซ์สามารถสร้างความเสียหายได้อย่างรุนแรงกับระบบ[5]



รูปที่ 2.10 การสั่นแบบอิสระ(free vibration) [5]

2.5.2 การสั่นแบบบังคับ (force vibration)

การสั่นแบบบังคับ (force vibration) หรือการสั่นภายใต้แรงกระตุ้นภายนอกขณะสั่นเช่น การสั่นของเครื่องยนต์จากผลของแรงที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของลูกสูบ เป็นต้น โดยลักษณะของแรงกระตุ้นอาจมีหลายรูปแบบ อาทิ แบบคงตัว แบบทรานเซียนหรือขึ้นกับเวลา แบบคาบซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบฮาร์โมนิกส์ หรือแบบนอนฮาร์โมนิกส์ [5]



รูปที่ 2.11 การสั่นแบบบังคับ (force vibration) [5]

บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงการ

3.1 วิธีการดำเนินงาน

3.1.1 รวบรวมข้อมูลรถไฟความเร็วสูง

3.1.2 ออกแบบหน้าตัดคาน ความยาวช่วงสะพาน (Span) และความเร็วที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.1.3 วิเคราะห์ผลโดยใช้ โปรแกรม SAP 2000

3.1.4 นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุปผล

3.2 รายละเอียดการดำเนินงาน

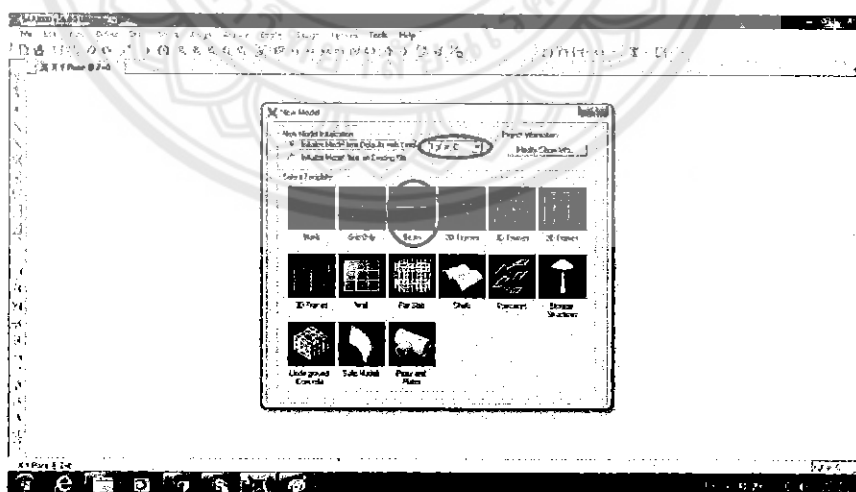
3.2.1 รวบรวมข้อมูลรถไฟความเร็วสูง

3.2.1.1 ข้อมูลความยาวของรถไฟความเร็วสูง ดังรูป 2.3-2.4 และ 2.5-2.6

3.2.1.2 ข้อมูลน้ำหนักของรถไฟความเร็วสูง ดังรูป 2.3-2.4 และ 2.5-2.6

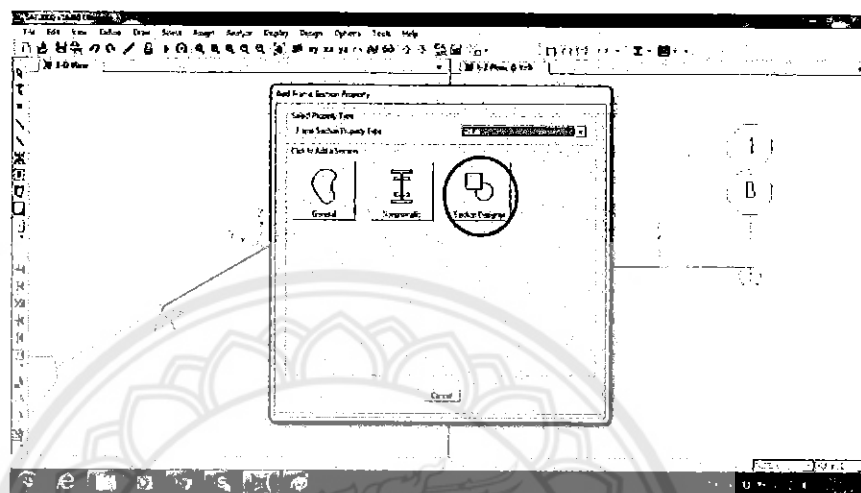
3.2.2 ออกแบบหน้าตัดคาน ความยาวช่วงสะพาน (Span) และความเร็วที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.2.2.1 เลือกออกแบบโดยเลือก Beam และกำหนดหน่วยที่ใช้งาน



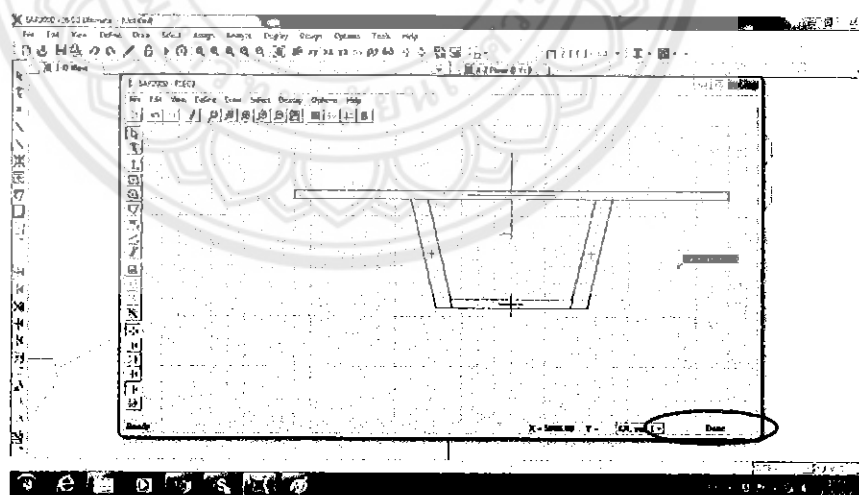
รูปที่ 3.1

3.2.2.2 กำหนด Base Material > เลือก Section Designer



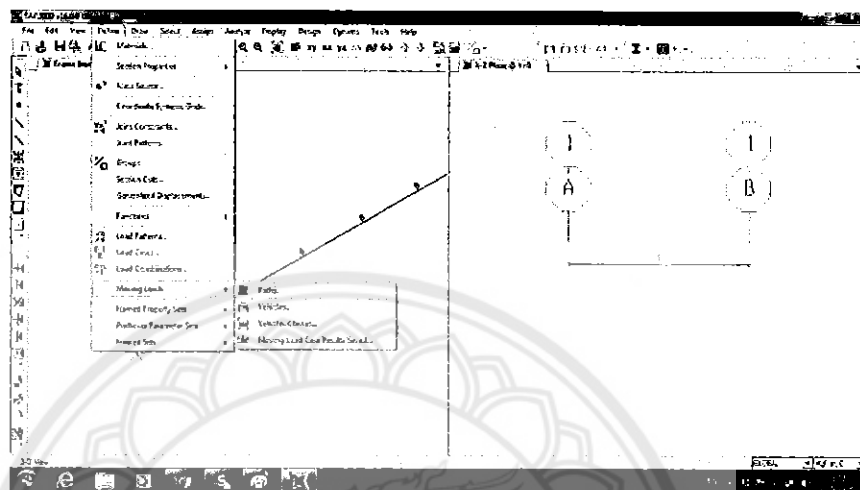
รูปที่ 3.2

3.2.2.3 ใช้ฟังก์ชัน Draw Polygon Shape และ Draw Solid Shape ในการวาดหน้าตัด



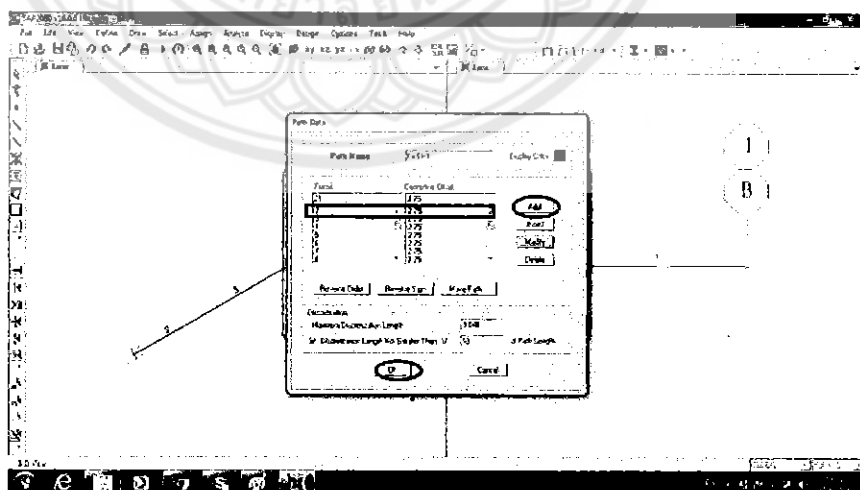
รูปที่ 3.3

3.2.2.6 เลือก Define > Moving Loads > Paths



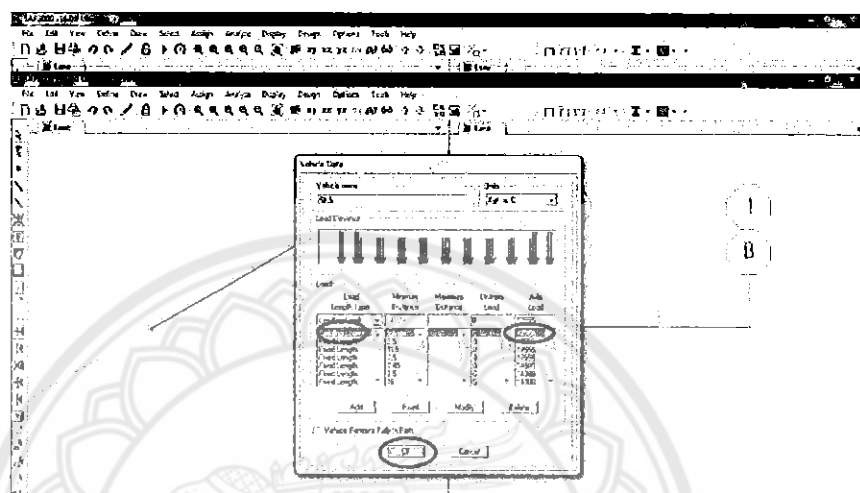
รูปที่ 3.6

3.2.2.7 เลือก Add New Path Defined From Frames > ใส่หมายเลขmemberทั้งหมด โดยกำหนดให้ Centerline Offset = 2.75 เมตร เพื่อให้รถไฟวิ่งเอียงมาทางขวา 2.75 เมตร ซึ่งเป็นตำแหน่งที่จะวางรางไว้ > เลือก OK



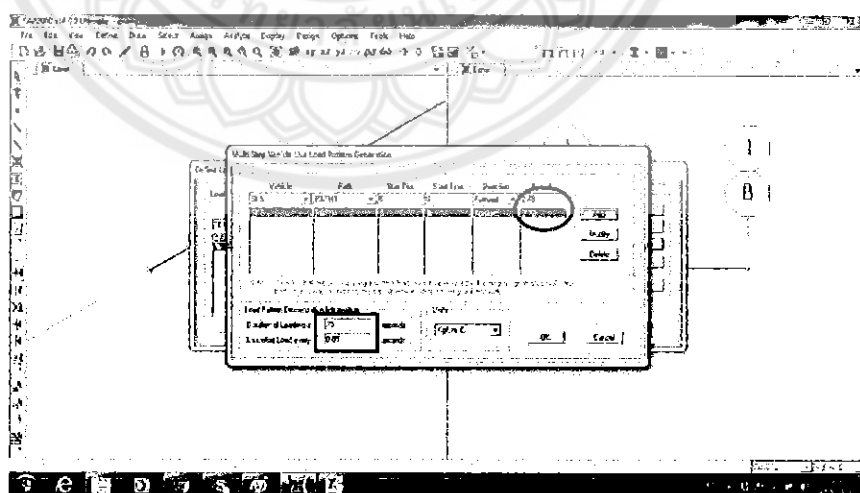
รูปที่ 3.7

3.2.2.8 เลือก Define > Moving Loads > Vehicles > Add Vehicle > ตั้งชื่อรถไฟ > ใส่น้ำหนักลง
เพลตามที่ได้กำหนดไว้ และกำหนดเพลแรกให้เป็น Leading Load > เลือก OK >



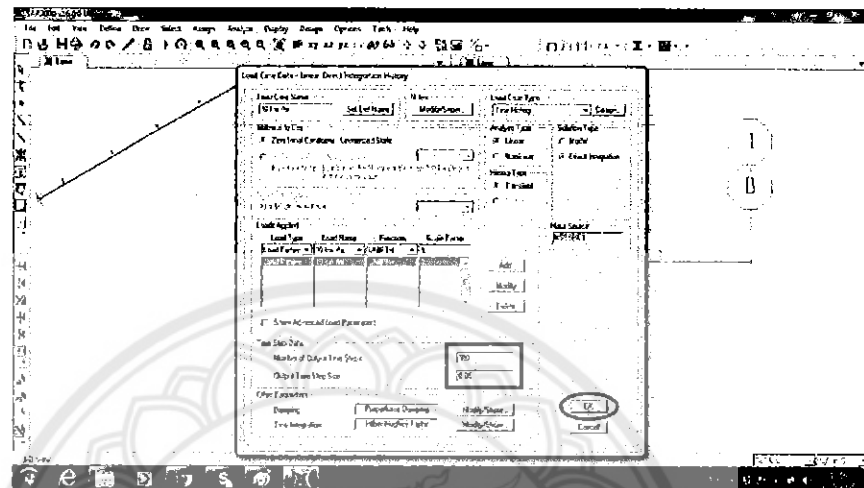
รูปที่ 3.8

3.2.2.9 เลือก Vehicle Live > Add New Load Pattern > กำหนดหน่วย เมตรต่อวินาที > Add >
กำหนด Duration of Load > กำหนด Discretize Load every 0.05



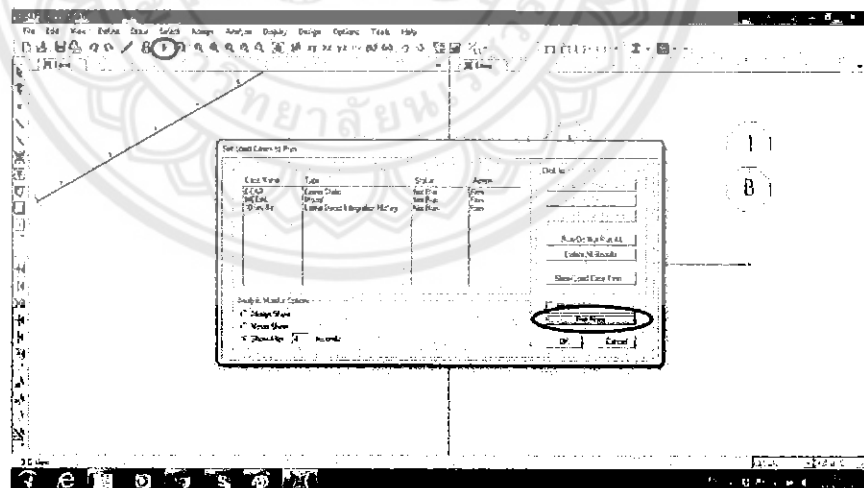
รูปที่ 3.9

3.2.2.10 กำหนด Number of Output Time Step = (duration of load+(10ถึง 20))/0.05 > กำหนด Output Time Step Size = 0.05 > เลือก OK



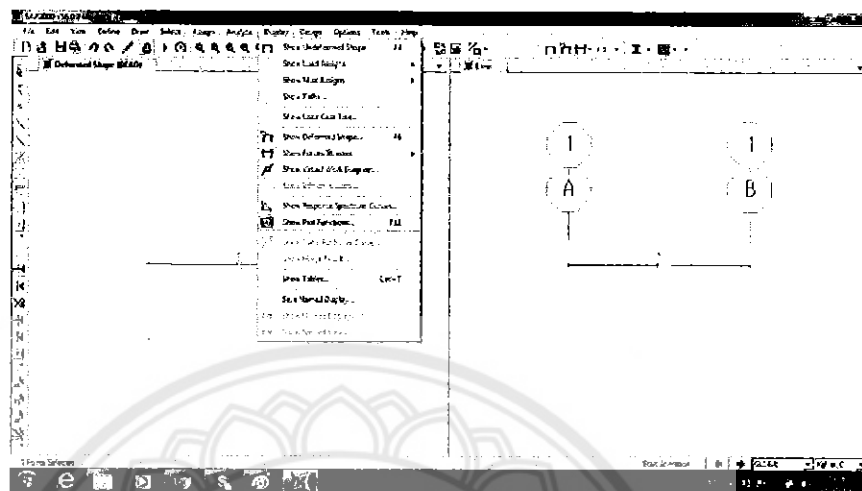
รูปที่ 3.10

3.2.2.11 เลือก RUN > Run Now



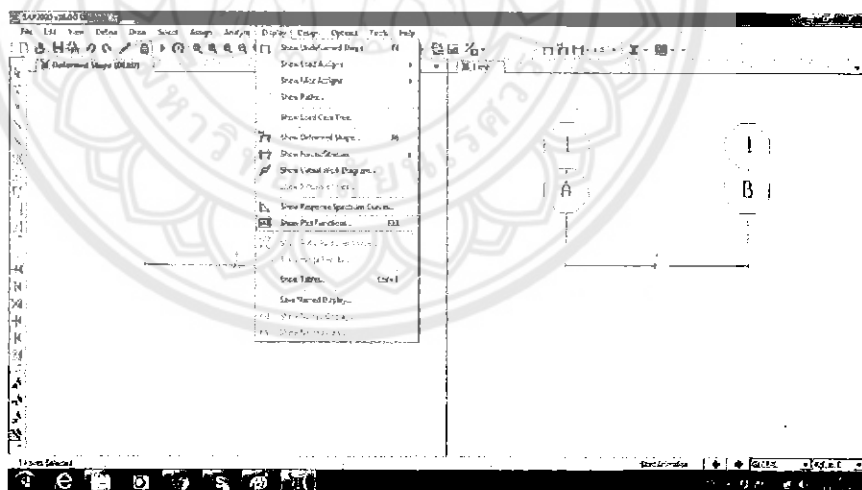
รูปที่ 3.11

3.2.2.12 เลือก RUN > Run Now



รูปที่ 3.12

3.2.2.13 เลือก Show Plot Function เพื่อแสดงกราฟในการวิเคราะห์



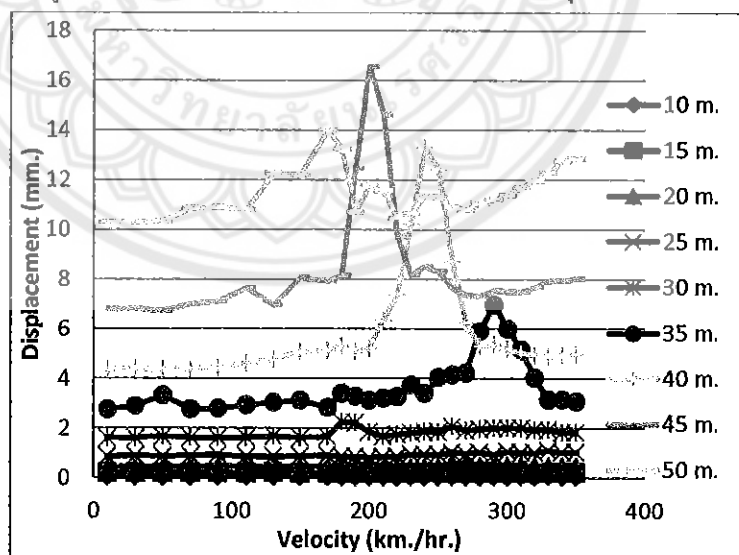
รูปที่ 3.13

3.2.2.16 บันทึกข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม ในตาราง

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากบันทึกผลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

ความเร็ว (km/h)	SKS Displacement (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.075	0.214	0.46	0.872	1.612	2.765	4.36	6.815	10.28
30	0.075	0.214	0.466	0.903	1.611	2.918	4.409	6.794	10.3
50	0.075	0.214	0.464	0.891	1.682	3.324	4.382	6.736	10.35
70	0.075	0.215	0.471	0.9	1.627	2.772	4.402	7.002	10.85
90	0.076	0.216	0.481	0.939	1.618	2.809	4.443	7.113	10.9
110	0.077	0.215	0.462	0.873	1.627	2.944	4.623	7.649	10.8
130	0.074	0.223	0.465	0.879	1.694	3.05	4.776	6.963	12.28
150	0.075	0.217	0.472	0.898	1.627	3.142	5.1	8.069	12.18
170	0.074	0.212	0.476	0.91	1.667	2.854	5.131	7.924	14.02
180	0.073	0.211	0.48	0.871	2.265	3.427	5.339	8.142	13.25
190	0.074	0.214	0.494	0.874	2.225	3.306	5.096	12.47	10.7
200	0.073	0.207	0.464	0.835	1.872	3.144	5.227	16.55	11.77
210	0.069	0.209	0.453	0.867	1.688	3.233	6.367	14.63	11.55
220	0.049	0.209	0.459	0.869	1.748	3.285	7.395	9.728	10.46
230	0.078	0.212	0.466	0.969	1.824	3.749	10.21	8.18	10.64
240	0.069	0.224	0.492	0.958	1.878	3.42	13.29	8.506	11.33
250	0.072	0.225	0.479	0.954	1.874	4.059	12.43	8.32	11.31
260	0.076	0.221	0.632	1.045	2.078	4.171	8.705	7.651	10.93
270	0.073	0.226	0.605	0.99	1.921	4.228	6.249	7.36	10.8
280	0.069	0.219	0.539	1.045	1.974	5.922	5.309	7.323	11.05
290	0.079	0.227	0.549	0.951	2.012	6.978	5.364	7.544	11.23
300	0.074	0.225	0.504	1.066	2.024	6.01	5.177	7.511	11.38
310	0.076	0.207	0.531	1.024	2.015	5.185	5.052	7.503	11.68
320	0.085	0.218	0.503	1.03	1.948	4.029	4.935	7.698	11.95
330	0.089	0.217	0.485	1.11	1.953	3.173	4.903	7.936	12.28
340	0.071	0.23	0.483	1.051	1.842	3.166	4.929	7.965	12.76
350	0.065	0.236	0.502	1.049	1.85	3.1	4.982	8.03	12.86
static	0.075	0.214	0.46	0.871	1.61	2.764	4.332	6.723	10.25

3.2.2.17 นำข้อมูลจากตารางที่ 3.1 วาดกราฟ เพื่อวิเคราะห์และสรุปผล



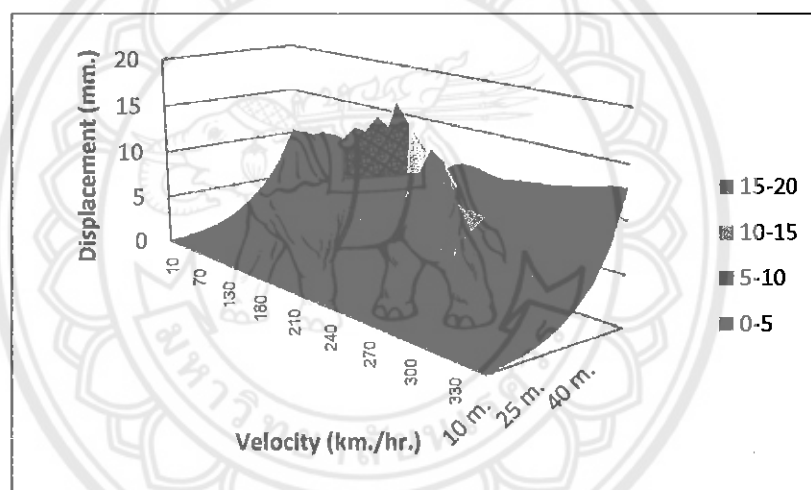
รูปที่ 3.16

บทที่ 4

วิเคราะห์ผล

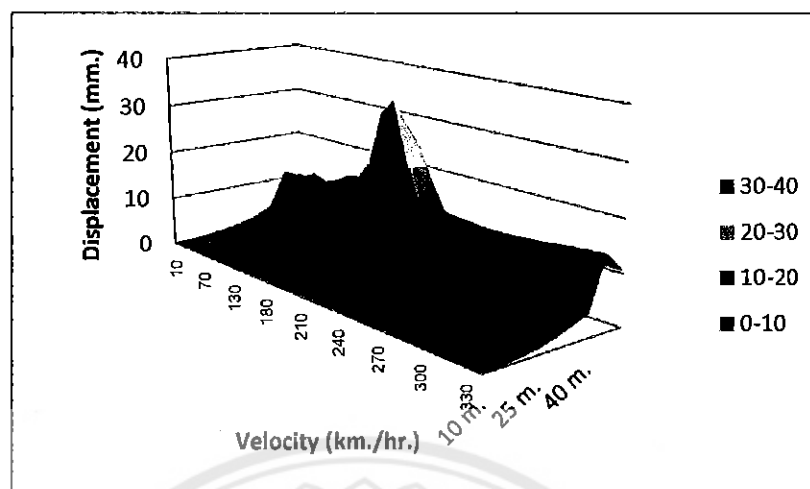
ในการวิเคราะห์ผลของข้อมูล พบว่าตำแหน่งของค่าสูงสุดในแต่ละผลข้อมูลจะอยู่ตรงกลางสะพาน เป็นหลัก ไม่ว่าจะเป็นค่าของ การโก่งตัว ความเร่ง โมเมนต์ดัด และ การบิด แต่มีในส่วนของค่าแรงเฉือน จะให้ค่าสูงสุดที่ตำแหน่ง ณ จุดรองรับ เมื่อได้ค่าดังกล่าวมาแล้วจึงนำวิเคราะห์ได้ผลต่างๆดังนี้

4.1 ค่าการโก่งตัว (displacement)



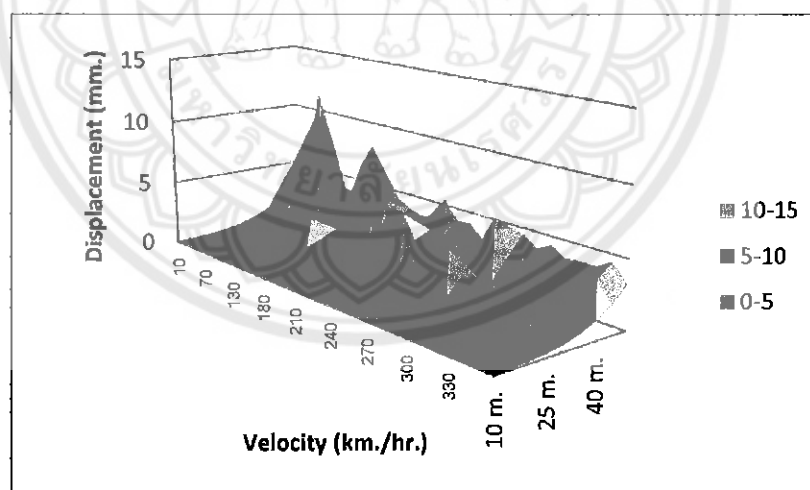
รูปที่ 4.1 กราฟการโก่งตัว ของรถไฟความเร็วสูงชินคันเซ็น (SKS 300)

จากกราฟจะได้ว่า การโก่งตัว สูงสุด 16.6 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



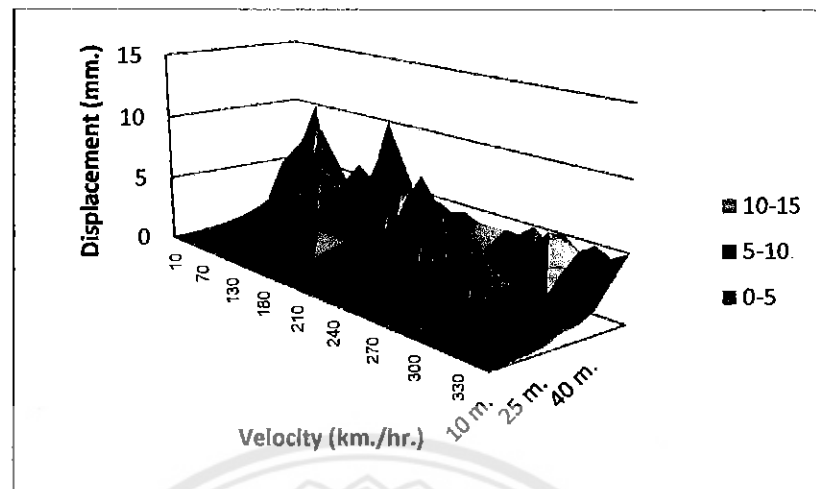
รูปที่ 4.2 กราฟการโก่งตัว ของรถไฟความเร็วสูงจีน (CRH2)

จากกราฟ 6.2 จะได้ว่า การโก่งตัว สูงสุด 33 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 190 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



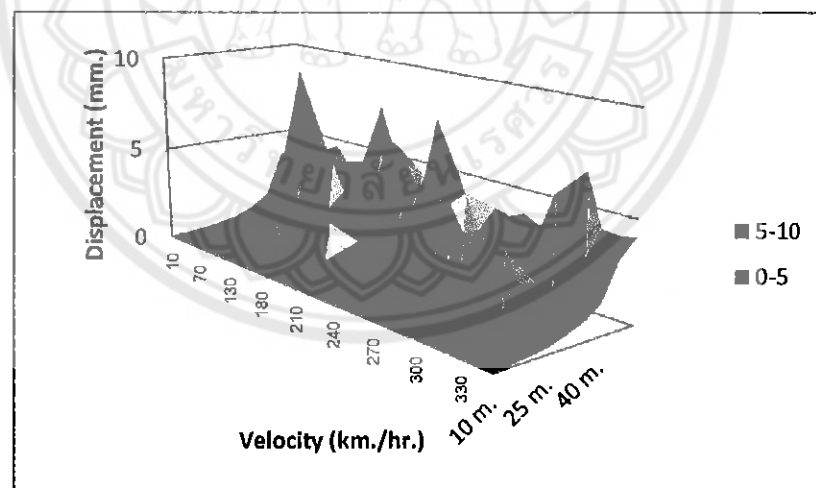
รูปที่ 4.3 กราฟการโก่งตัว ของรถไฟ HSLM A-1

จากกราฟจะได้ว่า การโก่งตัว สูงสุด 11.7 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



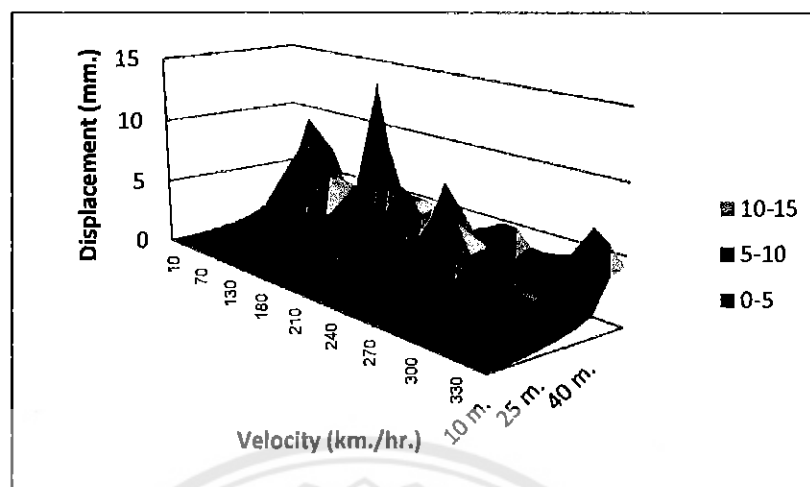
รูปที่ 4.4 กราฟการโก่งตัว ของรถไฟ HSLM A-2

จากกราฟจะเห็นว่า การโก่งตัว สูงสุด 10.4 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 190 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



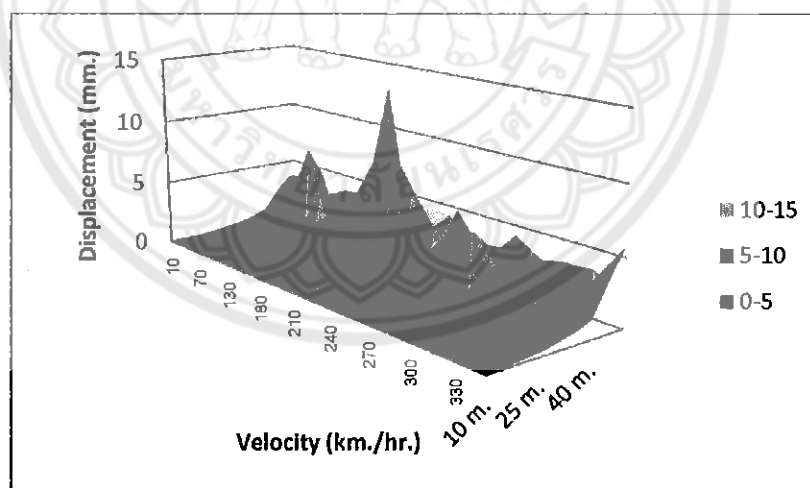
รูปที่ 4.5 กราฟการโก่งตัว ของรถไฟ HSLM A-3

จากกราฟจะเห็นว่า การโก่งตัว สูงสุด 8.77 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



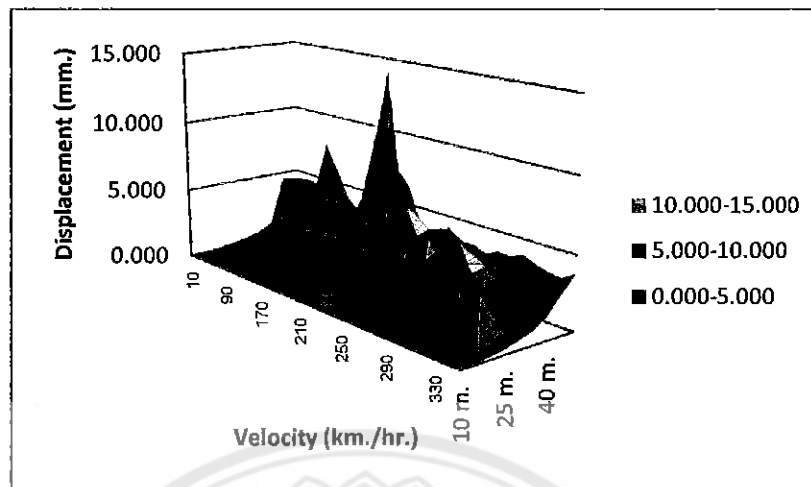
รูปที่ 4.6 กราฟการโก่งตัว ของรถไฟ HSLM A-4

จากกราฟจะเห็นว่า การโก่งตัว สูงสุด 13.2 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร
ที่ความเร็ว 170 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



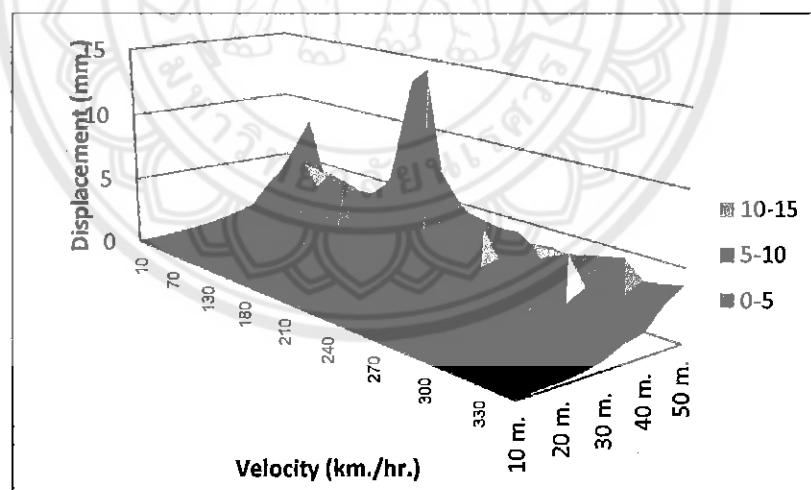
รูปที่ 4.7 กราฟการโก่งตัว ของรถไฟ HSLM A-5

จากกราฟจะเห็นว่า การโก่งตัว สูงสุด 13.1 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร
ที่ความเร็ว 180 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



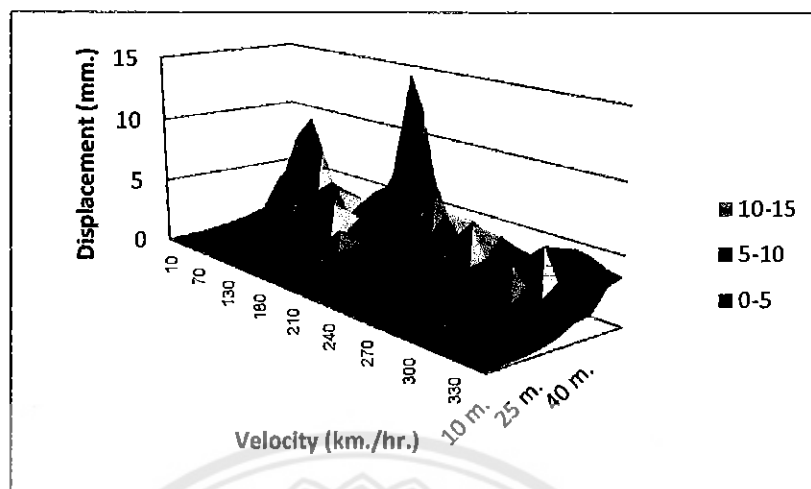
รูปที่ 4.8 กราฟการโก่งตัว ของรถไฟ HSLM A-6

จากกราฟจะได้ว่า การโก่งตัว สูงสุด 14.1 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 190 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



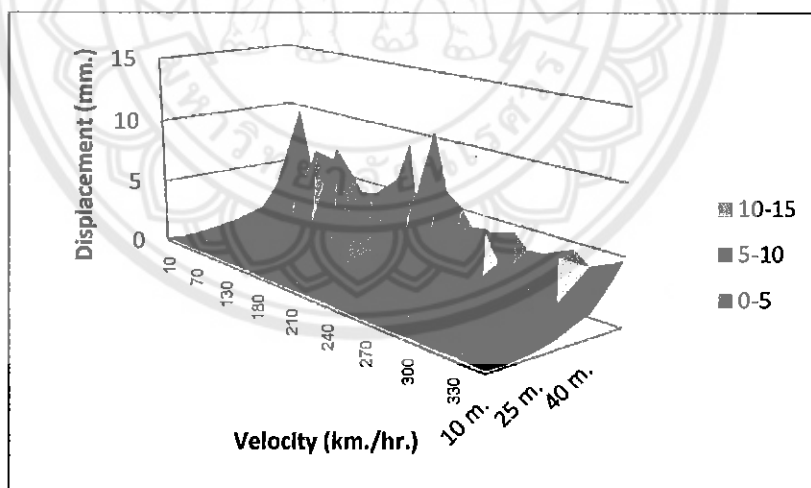
รูปที่ 4.9 กราฟการโก่งตัว ของรถไฟ HSLM A-7

จากกราฟจะได้ว่า การโก่งตัว สูงสุด 14.2 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



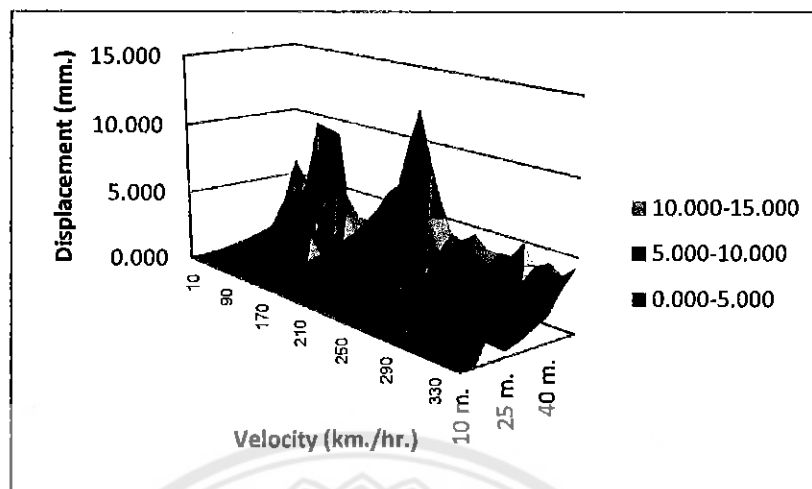
รูปที่ 4.10 กราฟการโก่งตัว ของรถไฟ HSLM A-8

จากกราฟจะเห็นว่า การโก่งตัว สูงสุด 14.4 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.11 กราฟการโก่งตัว ของรถไฟ HSLM A-9

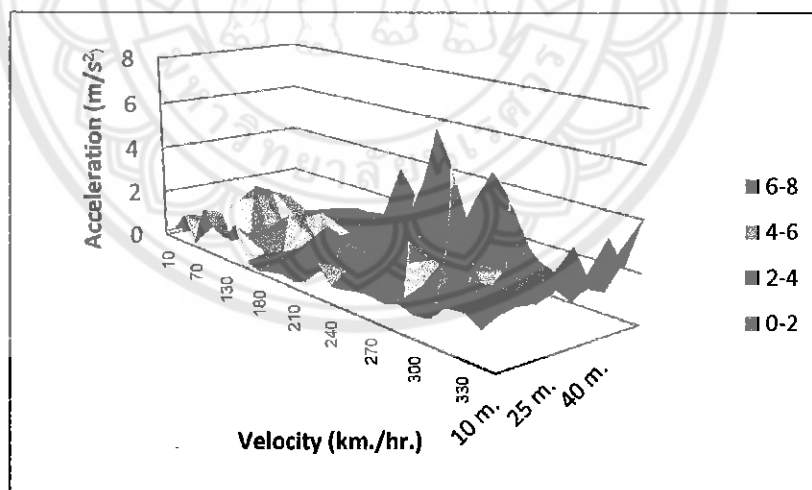
จากกราฟจะเห็นว่า การโก่งตัว สูงสุด 10.4 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 220 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.12 กราฟการโก่งตัว ของรถไฟ HSLM A-10

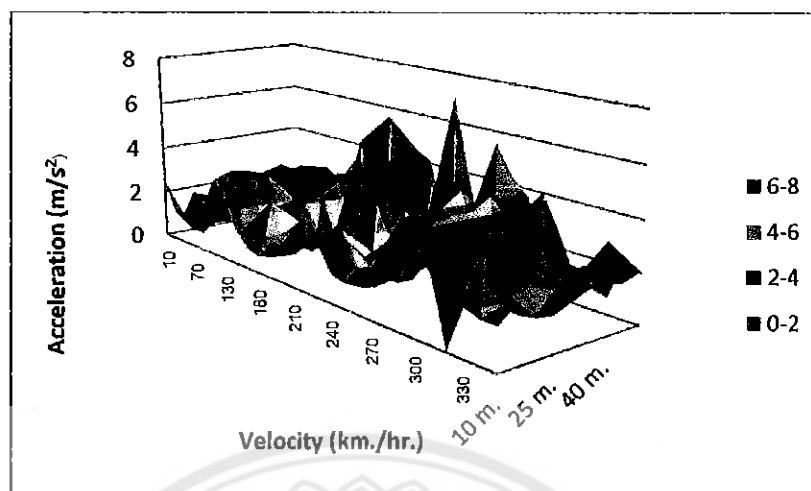
จากกราฟจะเห็นว่า การโก่งตัว สูงสุด 12.1 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 220 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

4.2 ความเร่ง (Acceleration)



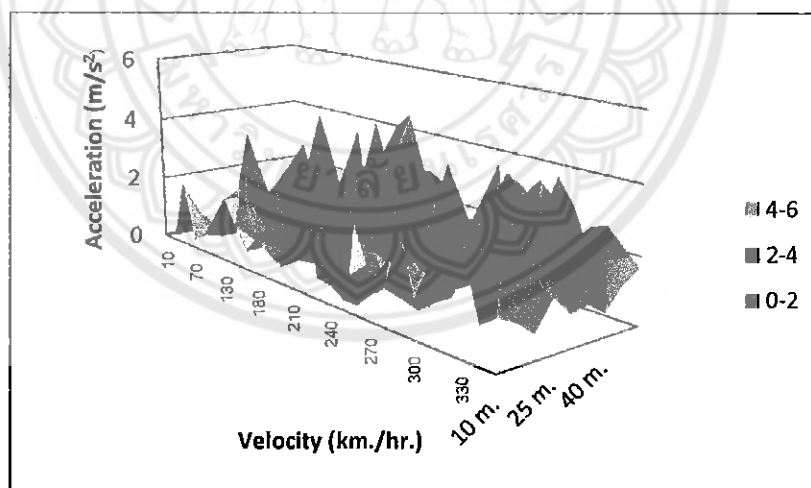
รูปที่ 4.13 กราฟความเร่ง ของรถไฟความเร็วสูงจีน (CRH 2)

จากกราฟจะเห็นว่า ความเร่งสูงสุด 6.079 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ที่ระยะช่วงความยาว 40 เมตร ที่ความเร็ว 240 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



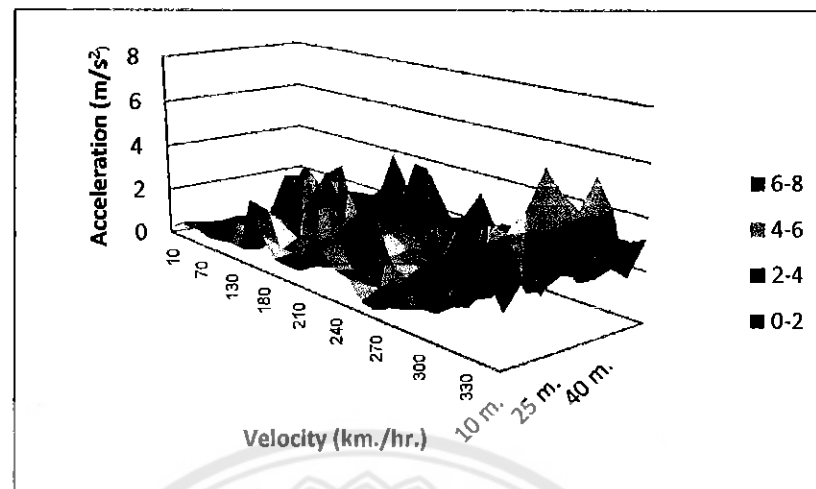
รูปที่ 4.14 กราฟความเร่ง ของรถไฟความเร็วสูงจีน (CRH2)

จากกราฟจะได้ว่า ความเร่งสูงสุด 7.225 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 240 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



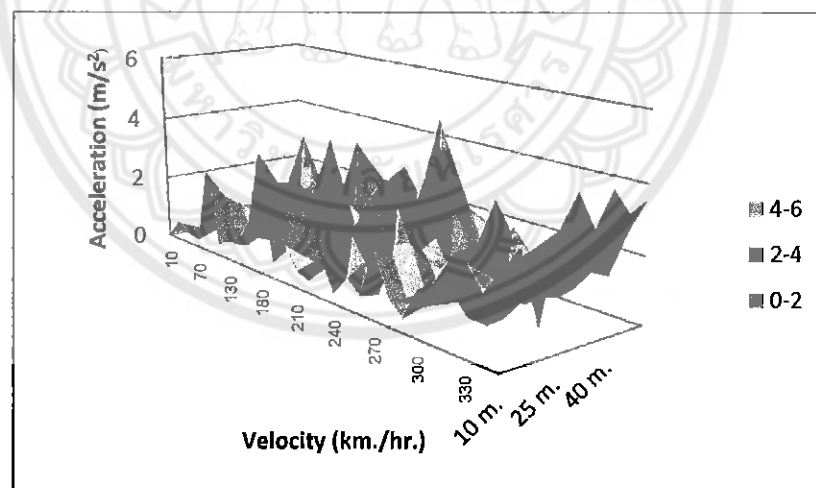
รูปที่ 4.15 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-1

จากกราฟจะได้ว่า ความเร่งสูงสุด 4.928 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ที่ระยะช่วงความยาว 40 เมตร ที่ความเร็ว 220 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



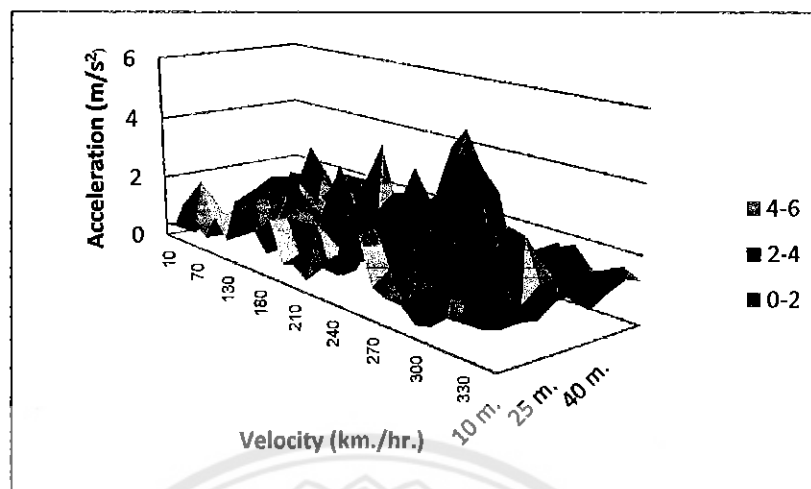
รูปที่ 4.16 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-2

จากกราฟจะได้ว่า ความเร่งสูงสุด 6.077 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ที่ระยะช่วงความยาว 30 เมตร ที่ความเร็ว 330 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



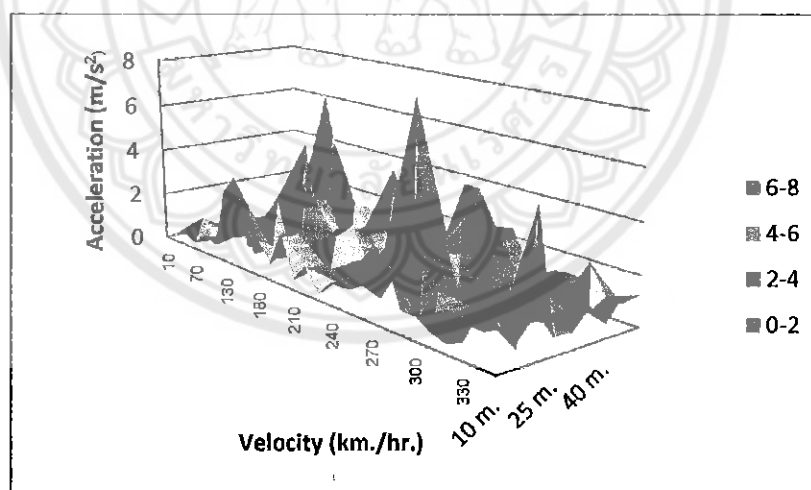
รูปที่ 4.17 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-3

จากกราฟจะได้ว่า ความเร่งสูงสุด 4.831 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ที่ระยะช่วงความยาว 40 เมตร ที่ความเร็ว 240 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



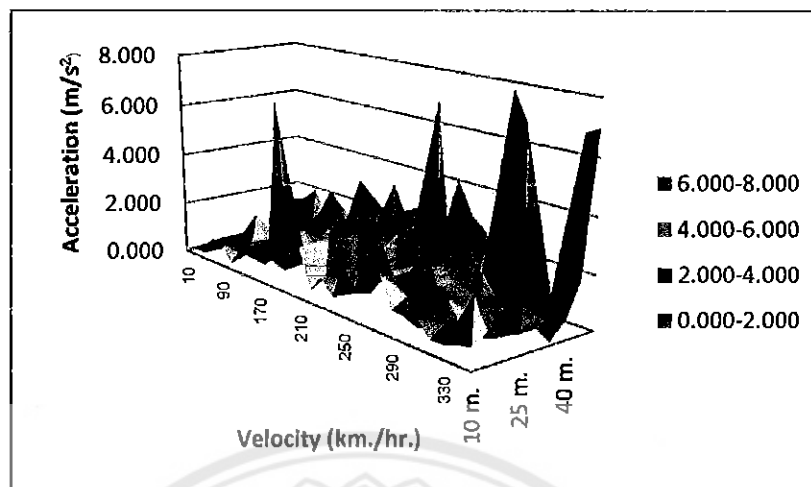
รูปที่ 4.18 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-4

จากกราฟจะได้ว่า ความเร่งสูงสุด 4.760 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ที่ระยะช่วงความยาว 40 เมตร ที่ความเร็ว 260 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



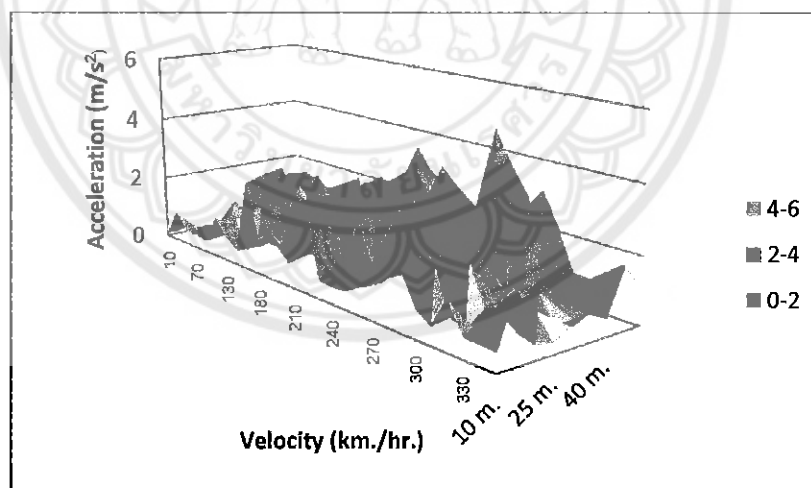
รูปที่ 4.19 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-5

จากกราฟจะได้ว่า ความเร่งสูงสุด 7.814 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ที่ระยะช่วงความยาว 30 เมตร ที่ความเร็ว 250 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



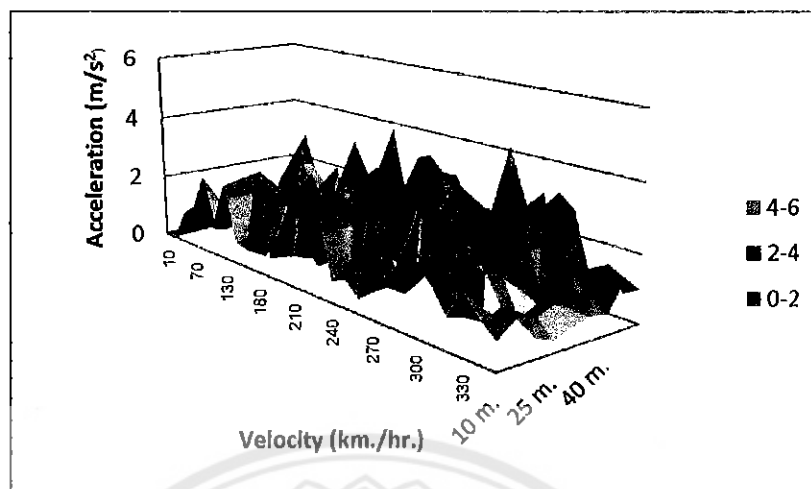
รูปที่ 4.20 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-6

จากกราฟจะได้ว่า ความเร่งสูงสุด 7.914 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



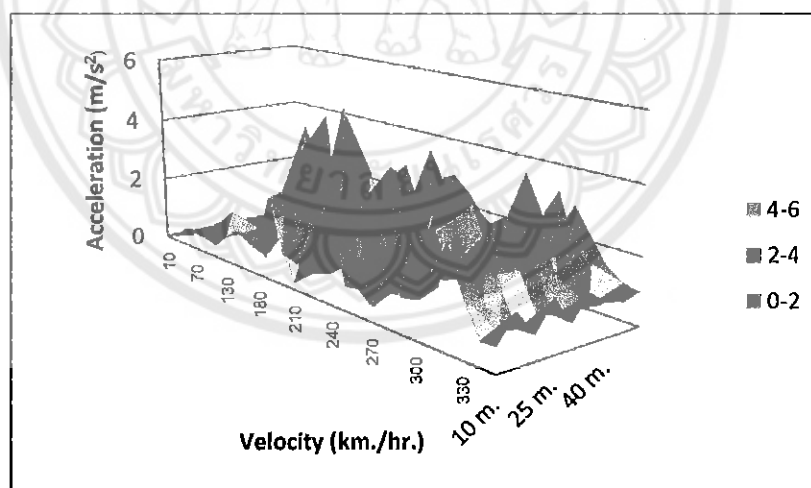
รูปที่ 4.21 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-7

จากกราฟจะได้ว่า ความเร่งสูงสุด 4.989 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ที่ระยะช่วงความยาว 40 เมตร ที่ความเร็ว 280 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



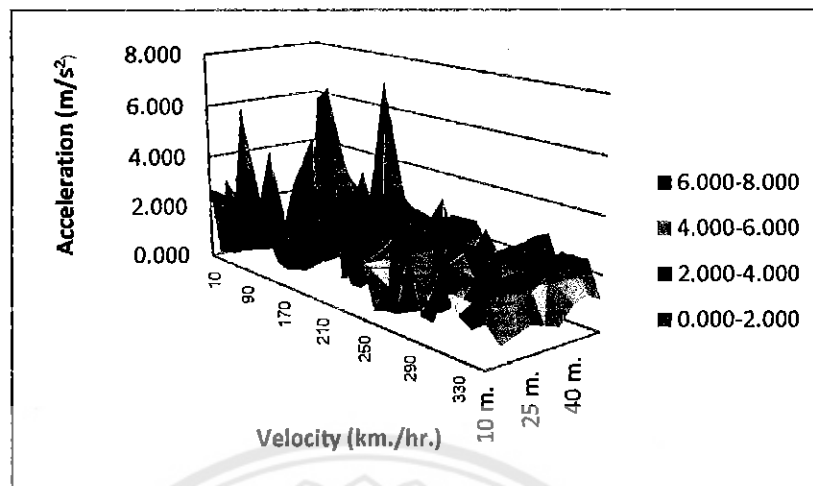
รูปที่ 4.22 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-8

จากกราฟจะได้ว่า ความเร่งสูงสุด 4.540 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ที่ระยะช่วงความยาว 40 เมตร ที่ความเร็ว 290 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.23 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-9

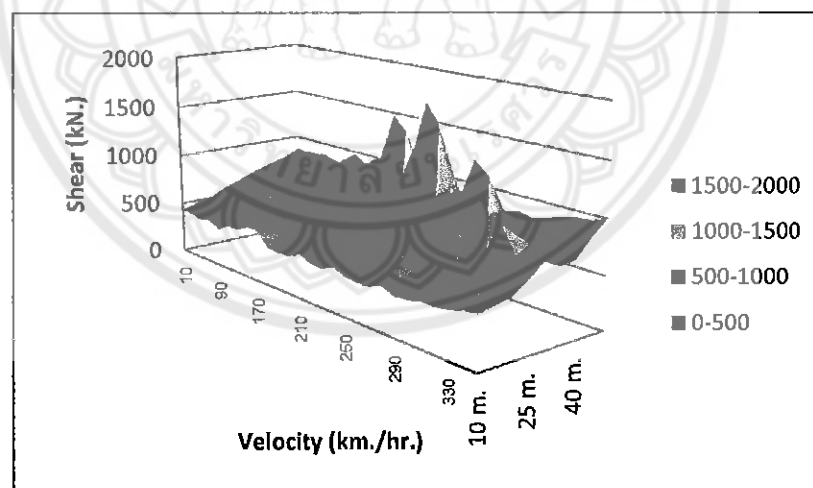
จากกราฟจะได้ว่า ความเร่งสูงสุด 4.639 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 130 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.24 กราฟความเร่ง ของรถไฟ HSLM A-10

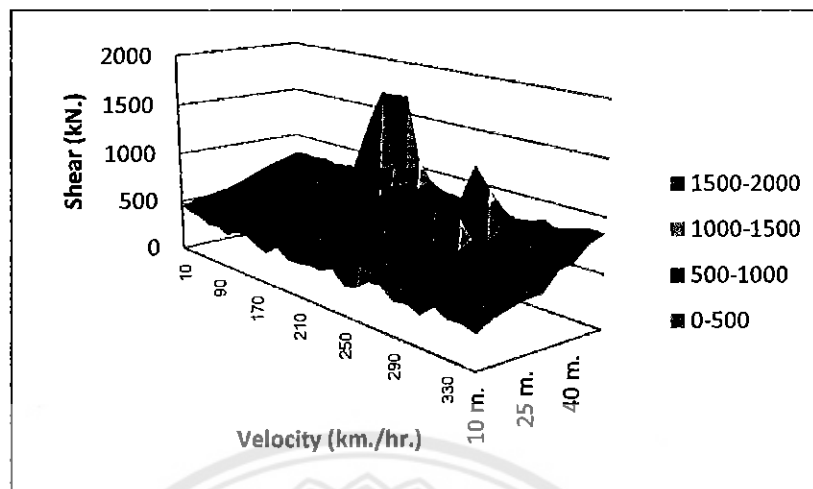
จากกราฟจะได้ว่า ความเร่งสูงสุด 7.852 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ที่ระยะช่วงความยาว 25 เมตร ที่ความเร็ว 230 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

4.3 แรงเฉือน (Shear)



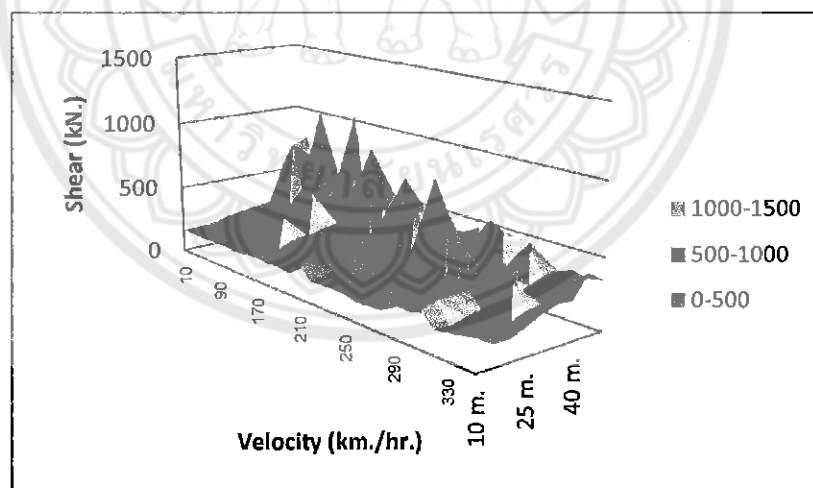
รูปที่ 4.25 กราฟแรงเฉือน ของรถไฟความเร็วสูงชินคันเซ็น (SKS 300)

จากกราฟจะได้ว่าแรงเฉือนสูงสุด 1765 กิโลนิวตัน ที่ระยะช่วงความยาว 40 เมตร ที่ความเร็ว 240 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



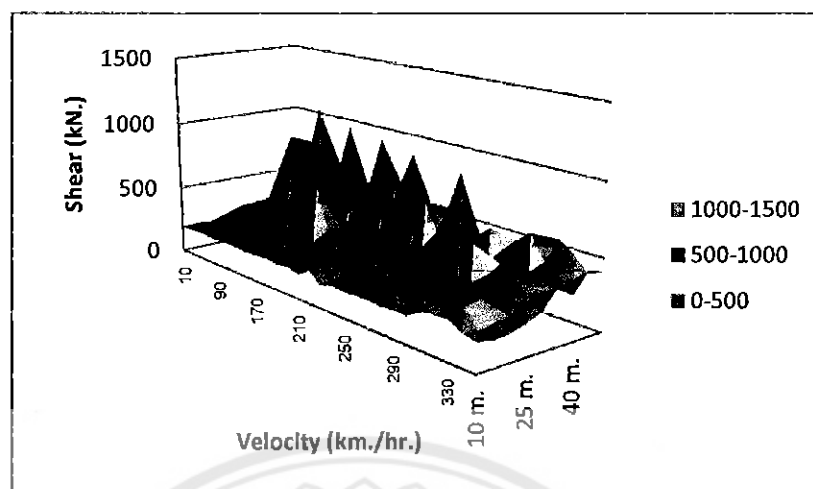
รูปที่ 4.26 กราฟแรงเฉือน ของรถไฟความเร็วสูงจีน (CRH 2)

จากกราฟจะได้ว่า แรงเฉือนสูงสุด 1709 กิโลนิวตัน ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 190 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



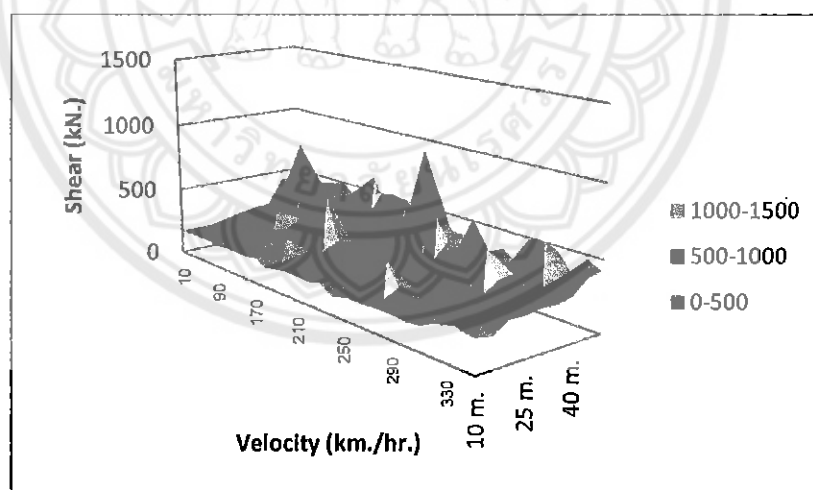
รูปที่ 4.27 กราฟแรงเฉือน ของรถไฟ HSLM A-1

จากกราฟจะได้ว่า แรงเฉือนสูงสุด 1041 กิโลนิวตัน ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



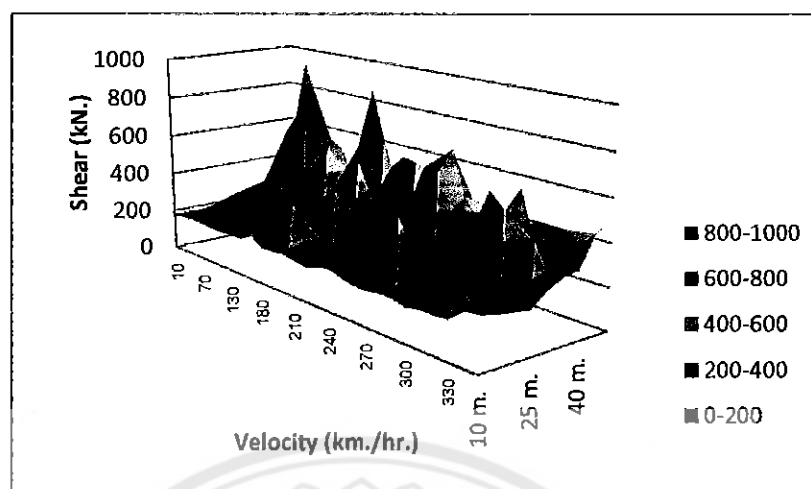
รูปที่ 4.28 กราฟแรงเฉือน ของรถไฟ HSLM A-2

จากกราฟจะได้ว่า แรงเฉือนสูงสุด 1071 กิโลนิวตัน ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



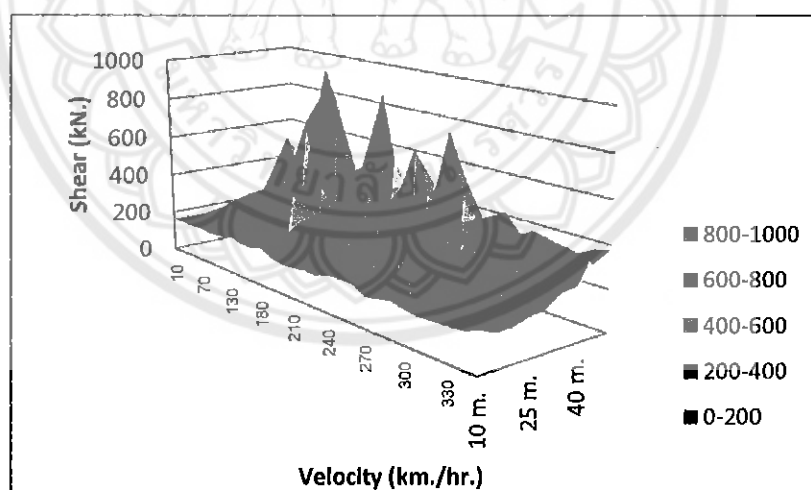
รูปที่ 4.29 กราฟแรงเฉือน ของรถไฟ HSLM A-3

จากกราฟจะได้ว่า แรงเฉือนสูงสุด 1009 กิโลนิวตัน ที่ระยะช่วงความยาว 40 เมตร ที่ความเร็ว 240 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



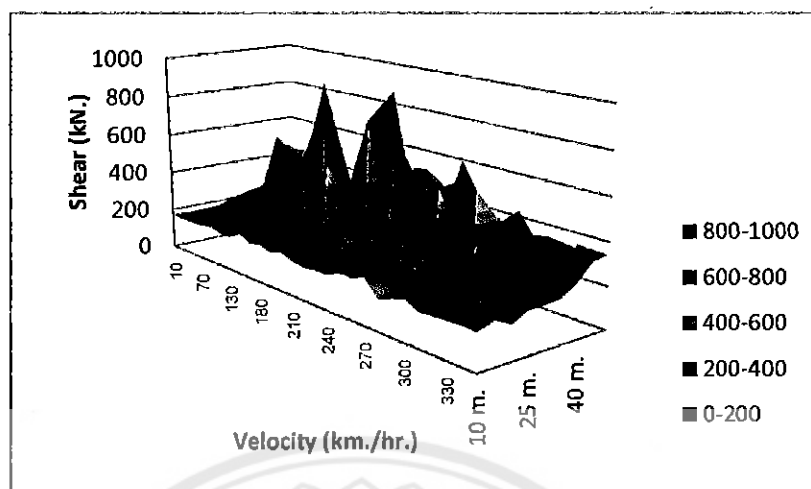
รูปที่ 4.30 กราฟแรงเฉือน ของรถไฟ HSLM A-4

จากกราฟจะได้ว่า แรงเฉือนสูงสุด 941 กิโลนิวตัน ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



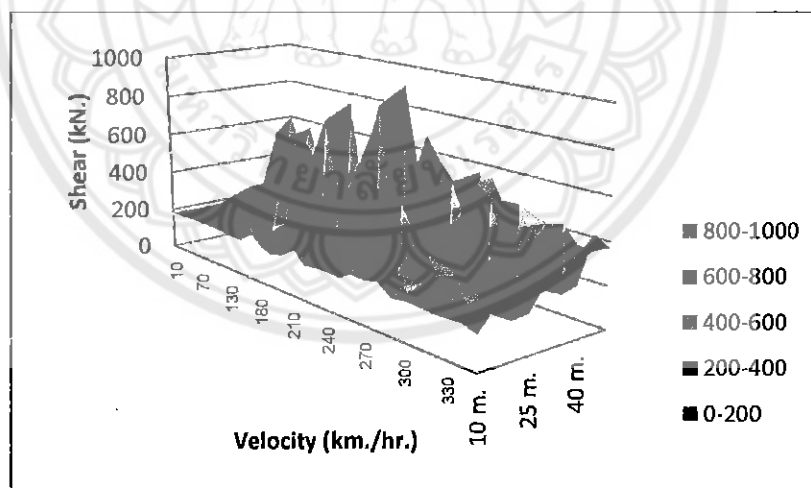
รูปที่ 4.31 กราฟแรงเฉือน ของรถไฟ HSLM A-5

จากกราฟจะได้ว่า แรงเฉือนสูงสุด 936 กิโลนิวตัน ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 110 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



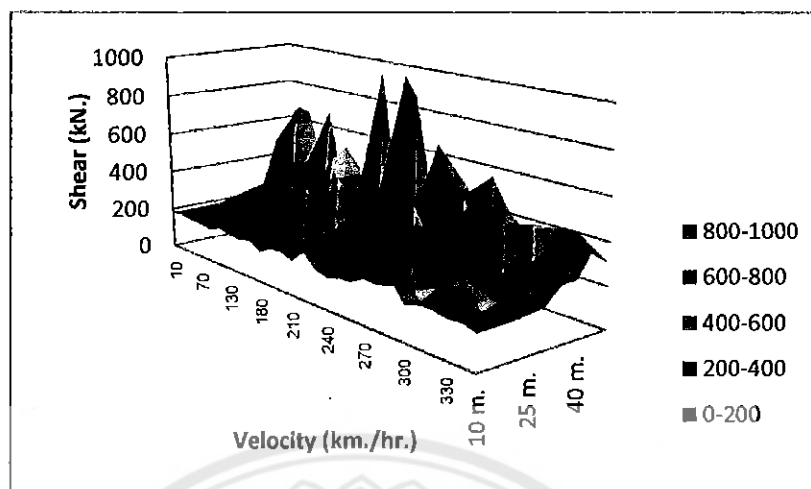
รูปที่ 4.32 กราฟแรงเฉือน ของรถไฟ HSLM A-6

จากกราฟจะได้ว่า แรงเฉือนสูงสุด 861 กิโลนิวตัน ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 190 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



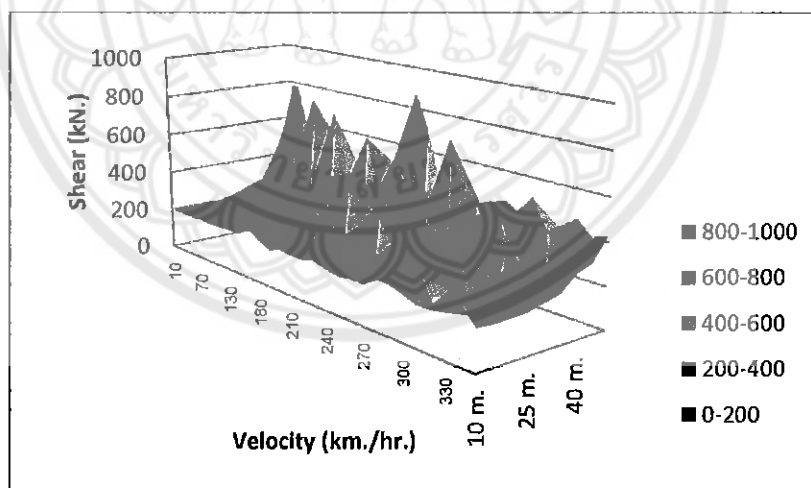
รูปที่ 4.33 กราฟแรงเฉือน ของรถไฟ HSLM A-7

จากกราฟจะได้ว่า แรงเฉือนสูงสุด 897 กิโลนิวตัน ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 190 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



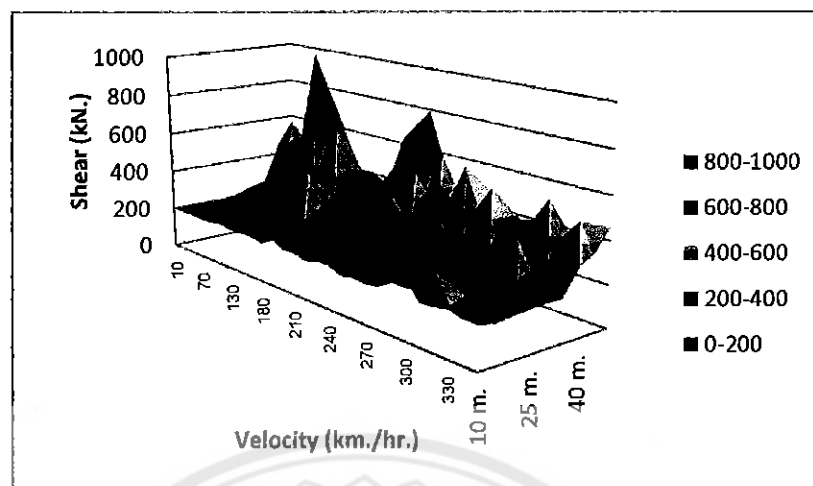
รูปที่ 4.34 กราฟแรงเฉือน ของรถไฟ HSLM A-8

จากกราฟจะได้ว่า แรงเฉือนสูงสุด 944 กิโลนิวตัน ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.35 กราฟแรงเฉือน ของรถไฟ HSLM A-9

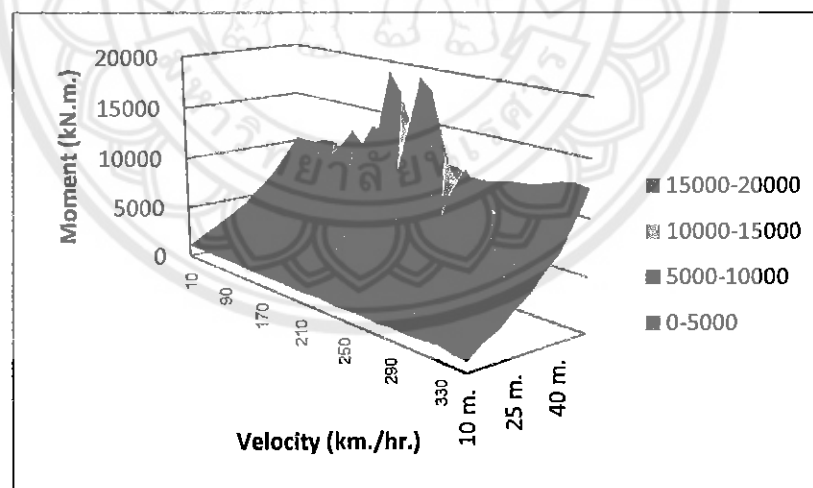
จากกราฟจะได้ว่า แรงเฉือนสูงสุด 874 กิโลนิวตัน ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 210 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.36 กราฟแรงเฉือน ของรถไฟ HSLM A-10

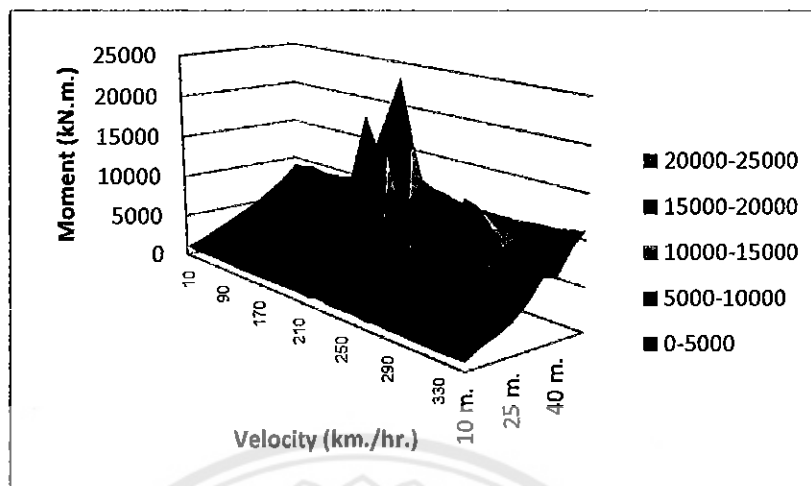
จากกราฟจะได้ว่า แรงเฉือนสูงสุด 991 กิโลนิวตัน ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

4.4 โมเมนต์ดัด (Moment)



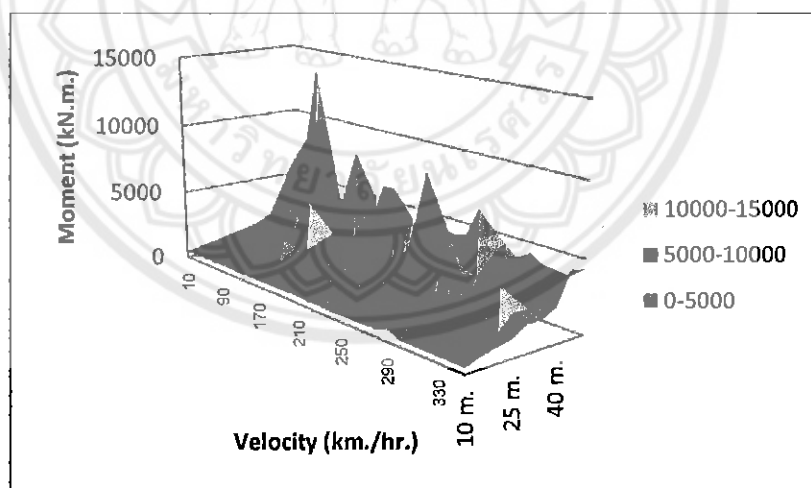
รูปที่ 4.37 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟความเร็วสูงชินคันเซ็น (SKS 300)

จากกราฟจะได้ว่า โมเมนต์ดัดสูงสุด 19760 กิโลนิวตันเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 40 เมตร ที่ความเร็ว 240 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



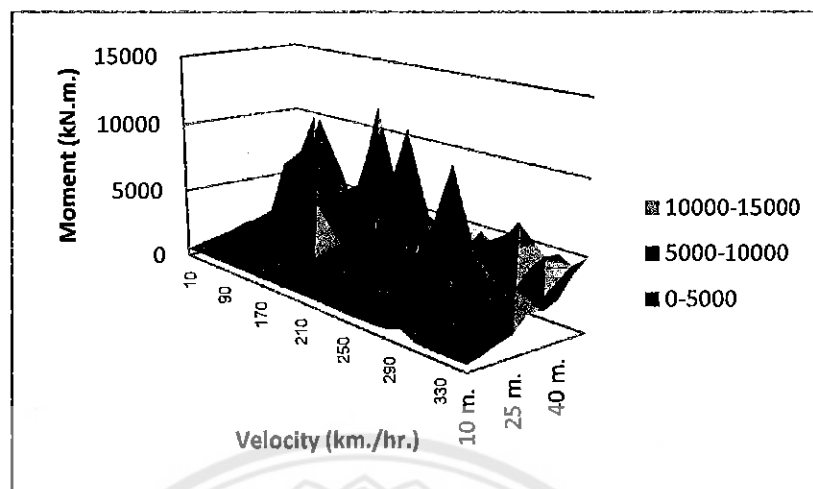
รูปที่ 4.38 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟความเร็วสูงจีน (CRH 2)

จากกราฟจะได้ว่า โมเมนต์ดัดสูงสุด 23280 กิโลนิวตันเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



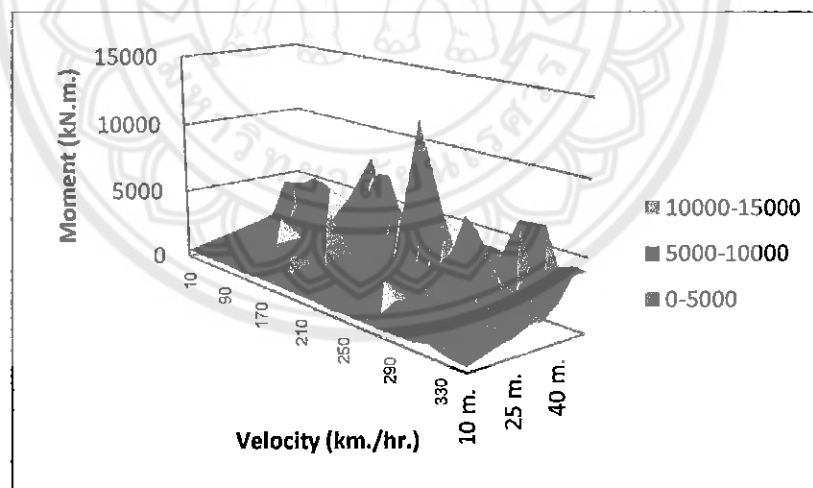
รูปที่ 4.39 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-1

จากกราฟจะได้ว่า โมเมนต์ดัดสูงสุด 13720 กิโลนิวตันเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



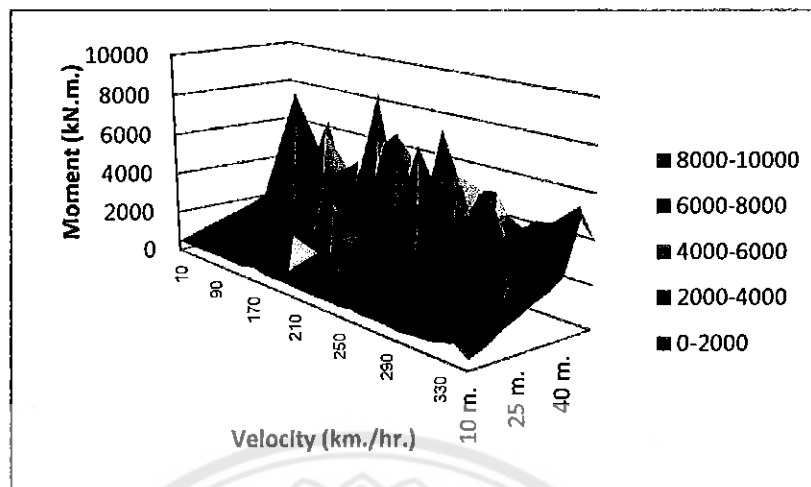
รูปที่ 4.40 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-2

จากกราฟจะได้ว่า โมเมนต์ดัดสูงสุด 11860 กิโลนิวตันเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร ที่ความเร็ว 190 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



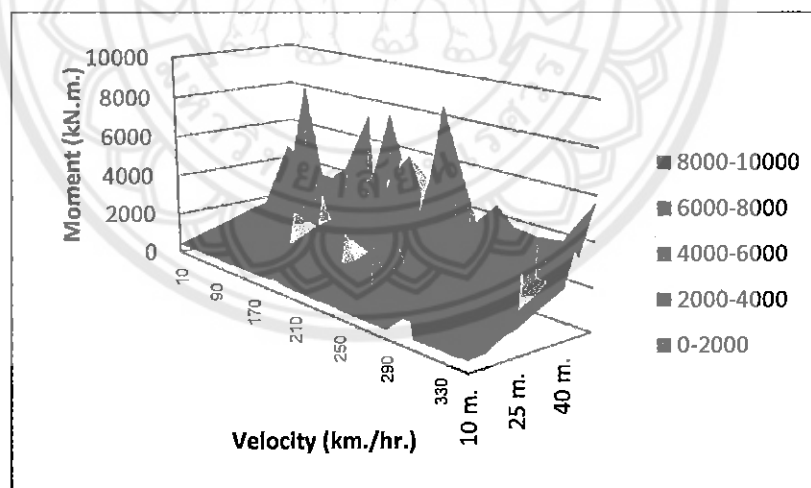
รูปที่ 4.41 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-3

จากกราฟจะได้ว่า โมเมนต์ดัดสูงสุด 12110 กิโลนิวตันเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 40 เมตร ที่ความเร็ว 240 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



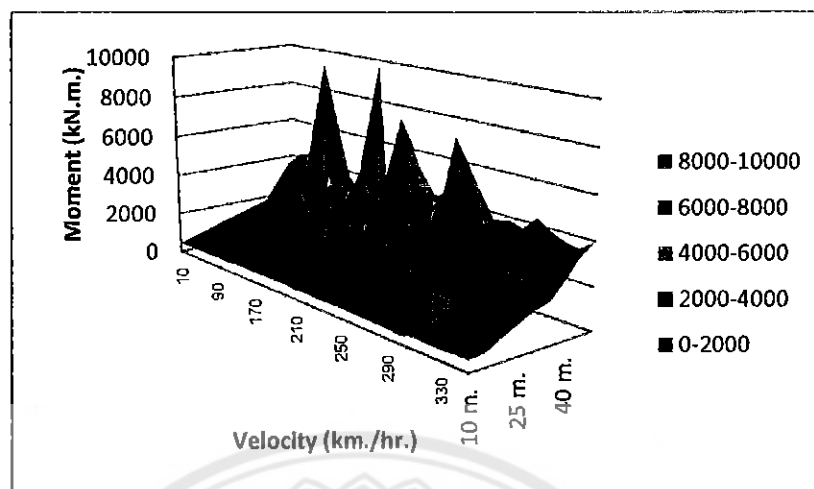
รูปที่ 4.42 กราฟโมเมนต์ตัดของรถไฟ HSLM A-4

จากกราฟจะได้ว่า โมเมนต์ตัดสูงสุด 8234 กิโลนิวตันเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร
ที่ความเร็ว 180 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



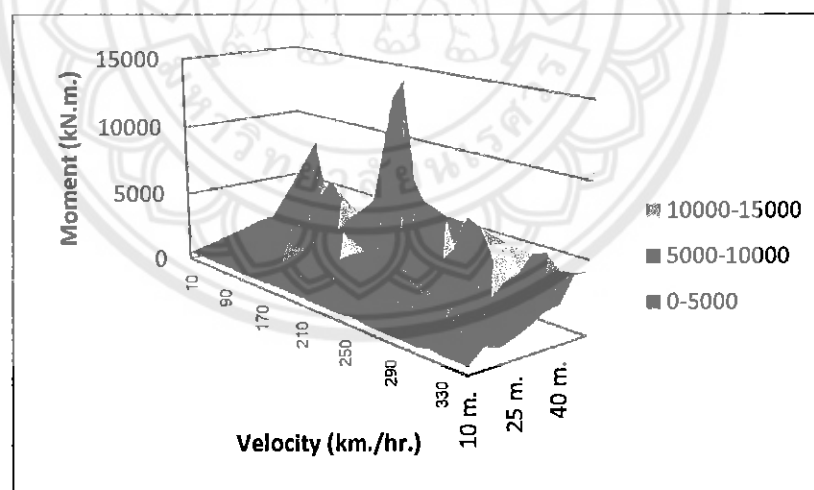
รูปที่ 4.43 กราฟโมเมนต์ตัด ของรถไฟ HSLM A-5

จากกราฟจะได้ว่า โมเมนต์ตัดสูงสุด 8932 กิโลนิวตันเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 40 เมตร
ที่ความเร็ว 260 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



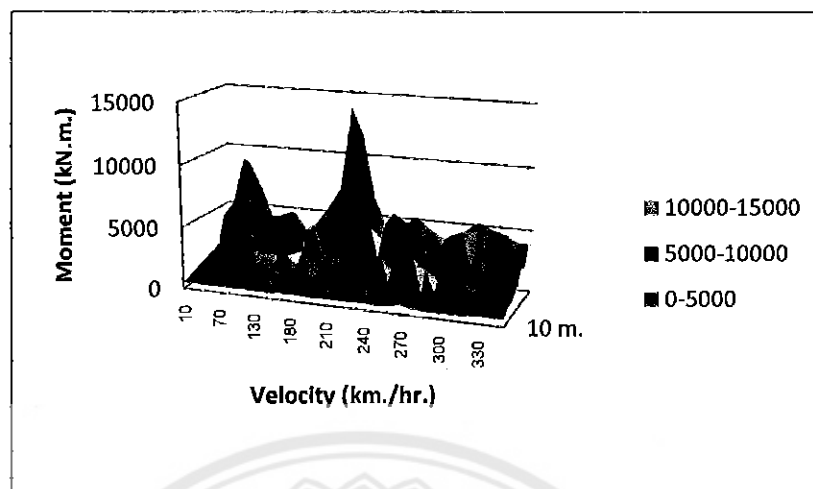
รูปที่ 4.44 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-6

จากกราฟจะได้ว่า โมเมนต์ดัดสูงสุด 9772 กิโลนิวตันเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 180 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



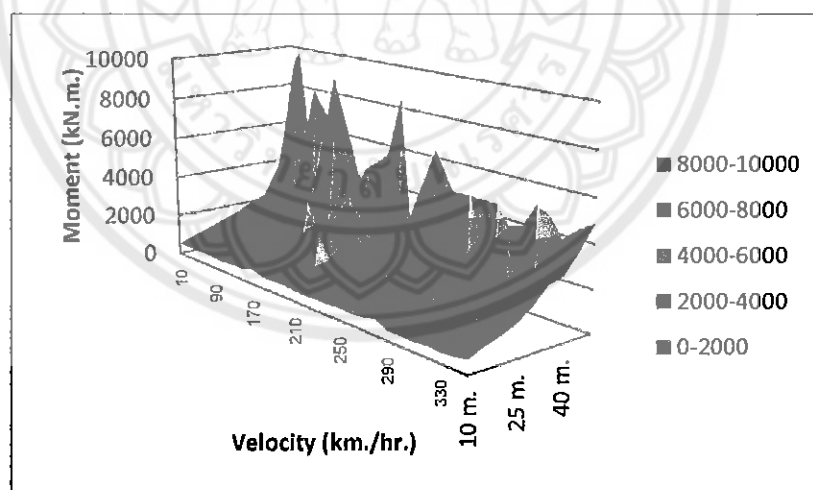
รูปที่ 4.45 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-7

จากกราฟจะได้ว่า โมเมนต์ดัดสูงสุด 12930 กิโลนิวตันเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



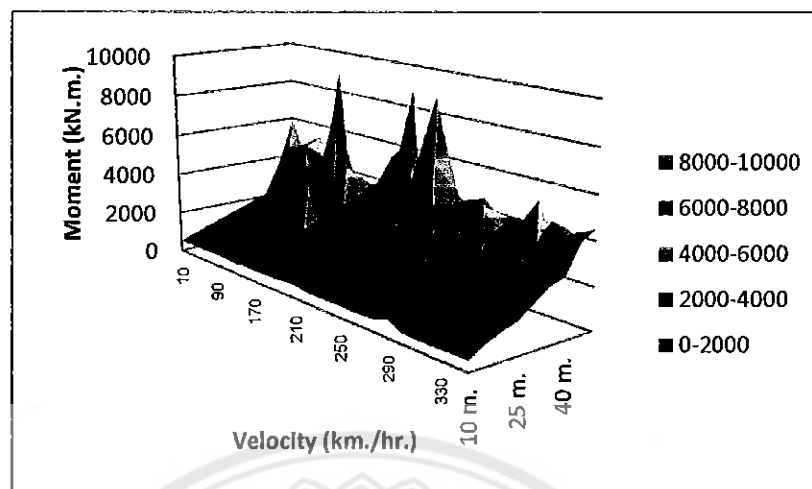
รูปที่ 4.46 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-8

จากกราฟจะได้ว่า โมเมนต์ดัดสูงสุด 13670 กิโลนิวตันเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.47 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-9

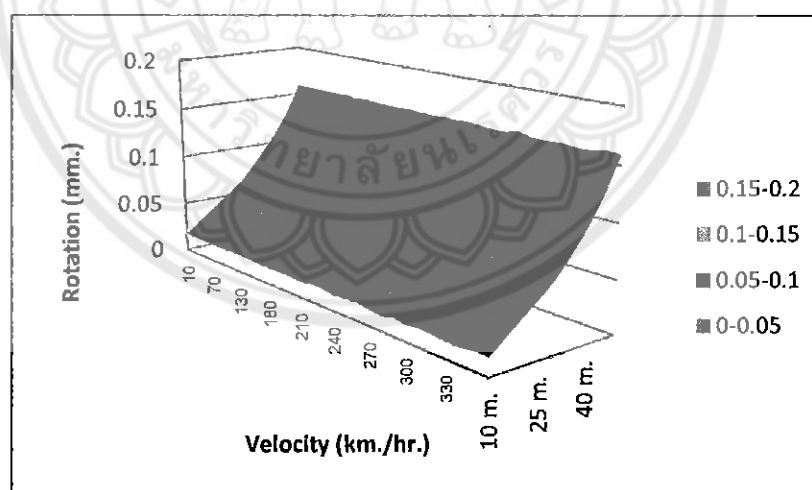
จากกราฟจะได้ว่า โมเมนต์ดัดสูงสุด 9681 กิโลนิวตันเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.48 กราฟโมเมนต์ดัดของรถไฟ HSLM A-10

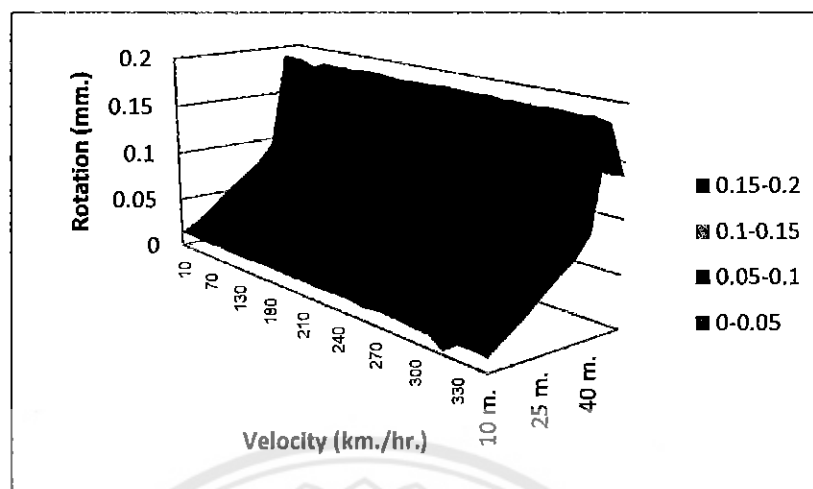
จากกราฟจะได้ว่า โมเมนต์ดัดสูงสุด 8914 กิโลนิวตันเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 110 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

4.5 การบิด (Rotation)



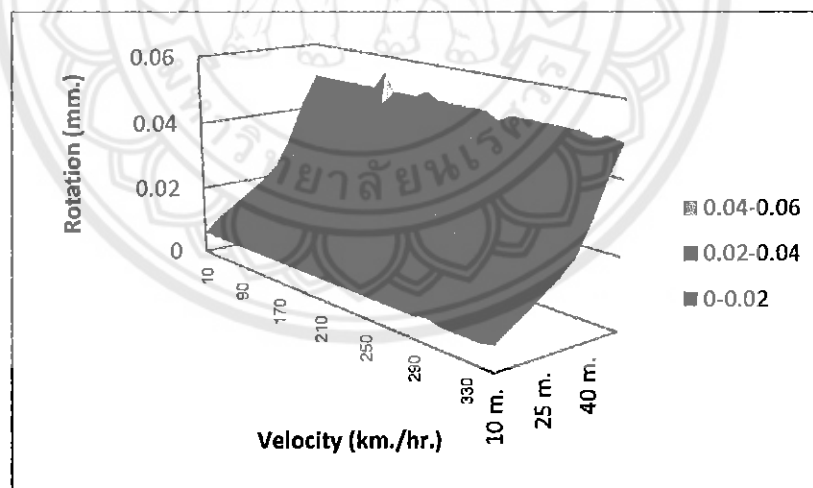
รูปที่ 4.49 กราฟการบิด ของรถไฟความเร็วสูงชินคันเซ็น (SKS 300)

จากกราฟจะได้ว่า การบิดสูงสุด 0.16 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 290 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



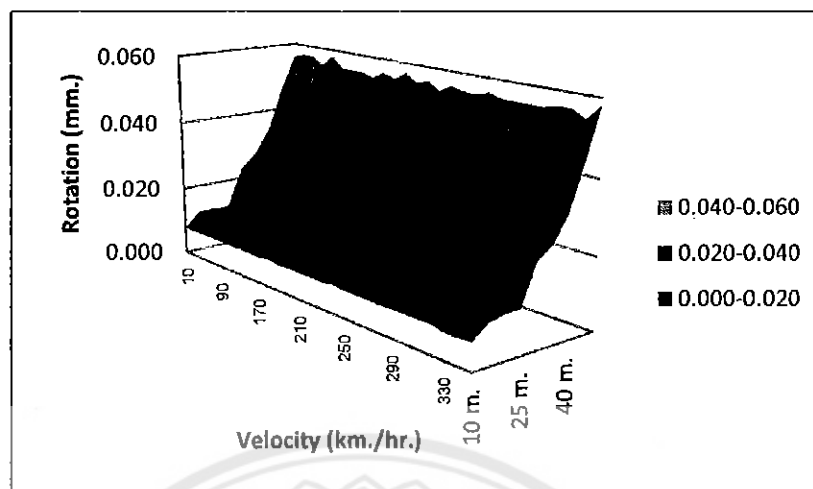
รูปที่ 4.50 กราฟการบิด ของรถไฟความเร็วสูงจีน (CRH2)

จากกราฟจะได้ว่า การบิดสูงสุด 0.19 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร
ที่ความเร็ว 240 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



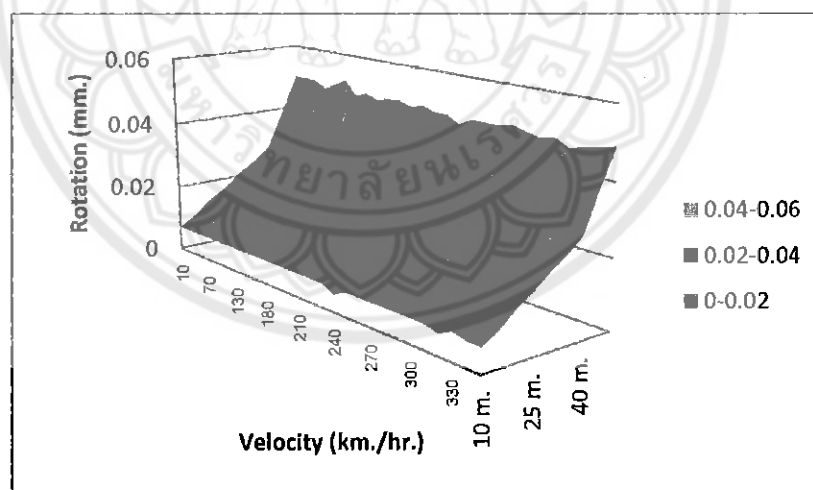
รูปที่ 4.51 กราฟการบิด ของรถไฟ HSLM A-1

จากกราฟจะได้ว่า การบิดสูงสุด 0.055 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร
ที่ความเร็ว 150 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



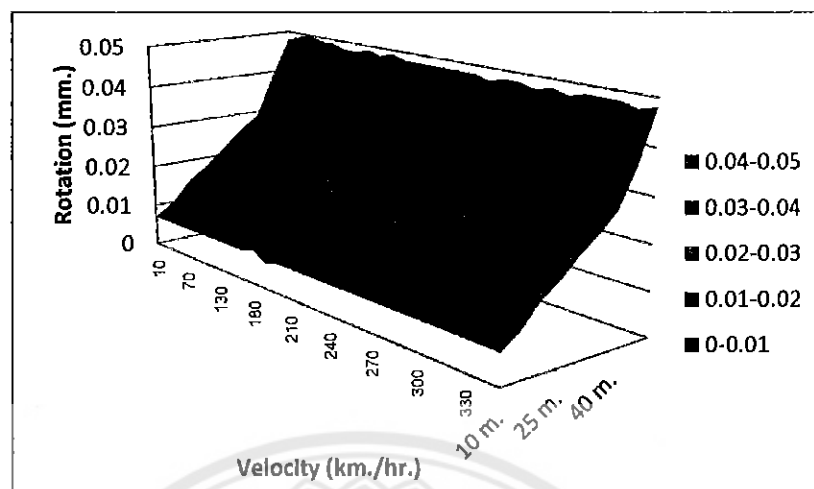
รูปที่ 4.52 กราฟการบิด ของรถไฟ HSLM A-2

จากกราฟจะได้ว่า การบิดสูงสุด 0.058 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร
ที่ความเร็ว 350 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



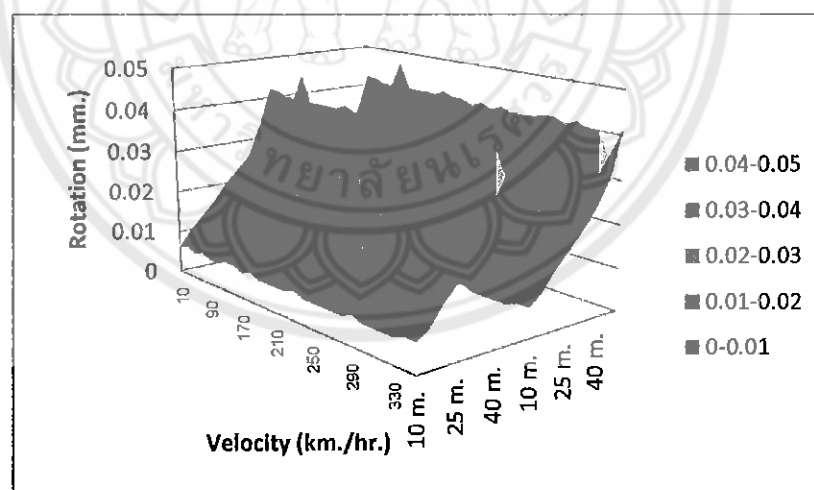
รูปที่ 4.53 กราฟการบิด ของรถไฟ HSLM A-3

จากกราฟจะได้ว่า การบิดสูงสุด 0.052 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร
ที่ความเร็ว 110 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



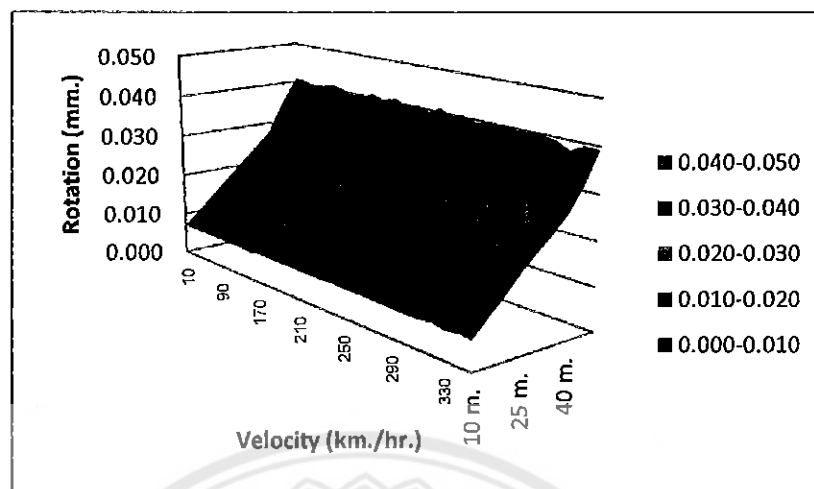
รูปที่ 4.54 กราฟการบิด ของรถไฟ HSLM A-4

จากกราฟจะเห็นว่า การบิดสูงสุด 0.050 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



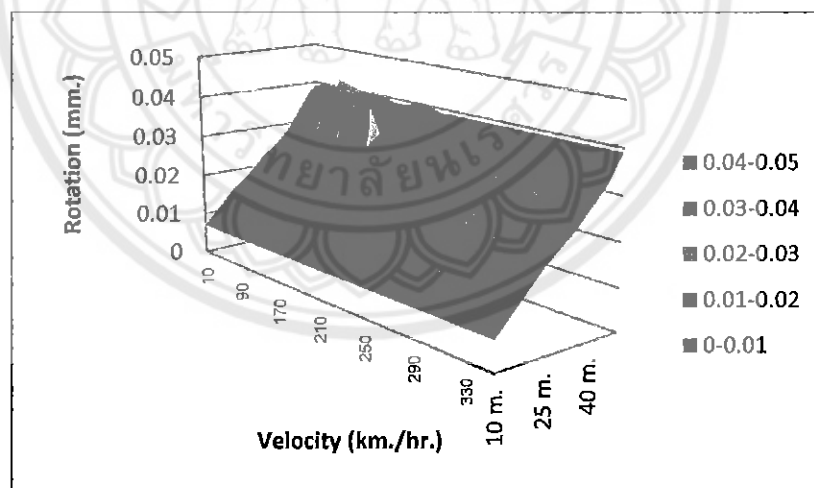
รูปที่ 4.55 กราฟการบิด ของรถไฟ HSLM A-5

จากกราฟจะเห็นว่า การบิดสูงสุด 0.047 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร ที่ความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



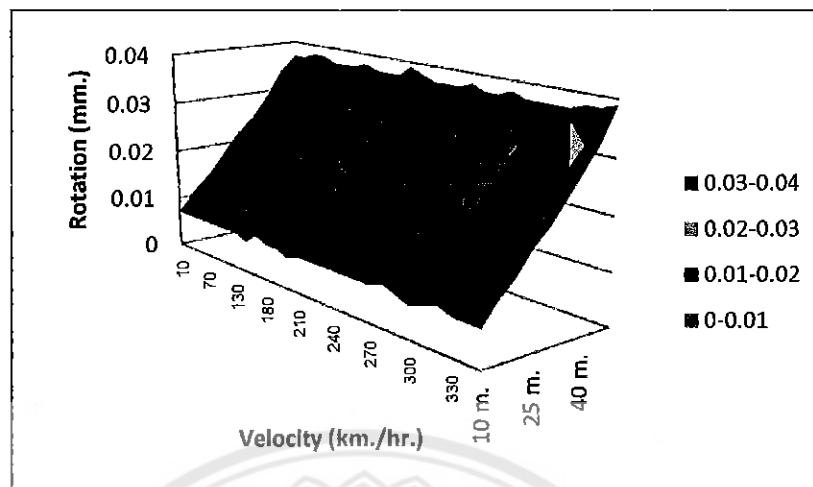
รูปที่ 4.56 กราฟการบิด ของรถไฟ HSLM A-6

จากกราฟจะได้ว่า การบิดสูงสุด 0.041 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร
ที่ความเร็ว 170 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



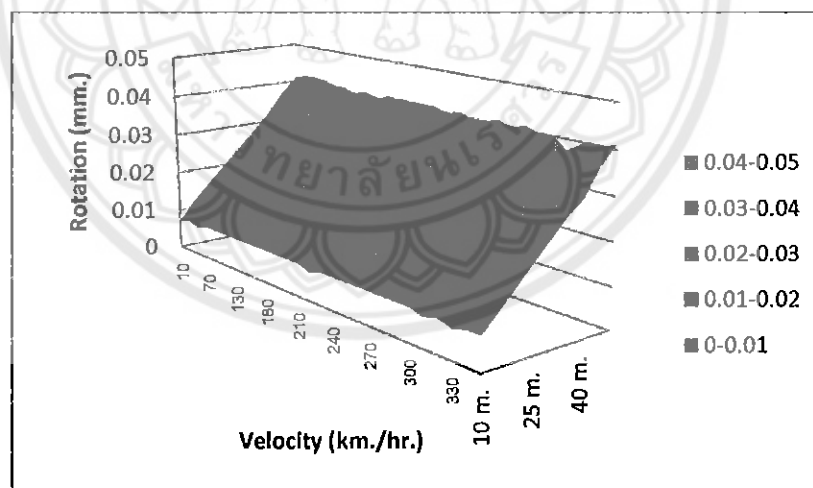
รูปที่ 4.57 กราฟการบิด ของรถไฟ HSLM A-7

จากกราฟจะได้ว่า การบิดสูงสุด 0.043 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 45 เมตร
ที่ความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



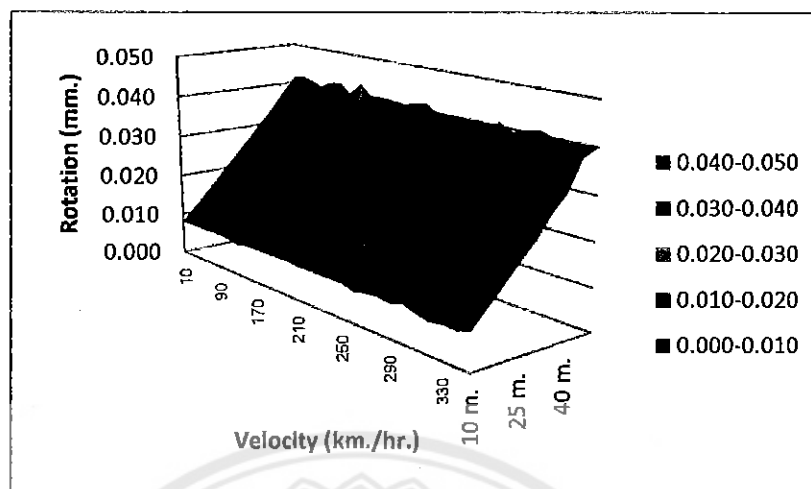
รูปที่ 4.58 กราฟการบิด ของรถไฟ HSLM A-8

จากกราฟจะได้ว่า การบิดสูงสุด 0.039 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร
ที่ความเร็ว 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.59 กราฟการบิด ของรถไฟ HSLM A-9

จากกราฟจะได้ว่า ค่า Rotation สูงสุด 0.042 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร
ที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.60 กราฟการบิด ของรถไฟ HSLM A-10

จากกราฟจะเห็นว่า การบิดสูงสุด 0.043 มิลลิเมตร ที่ระยะช่วงความยาว 50 เมตร
ที่ความเร็ว 150 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

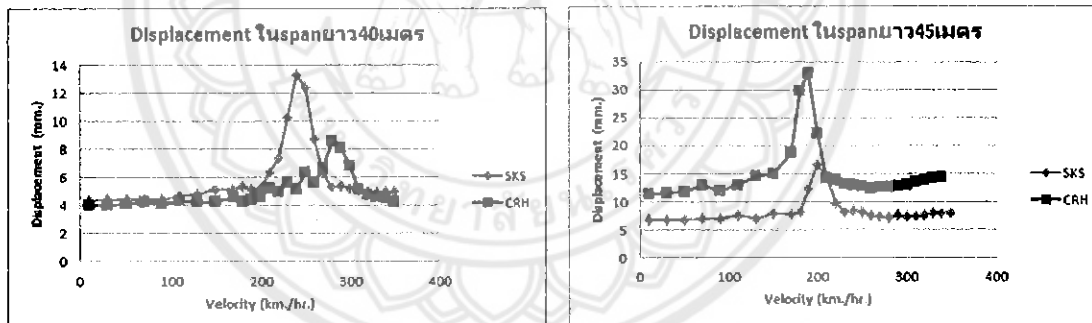
บทที่ 5

สรุปผล

5.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสั่นสะเทือน

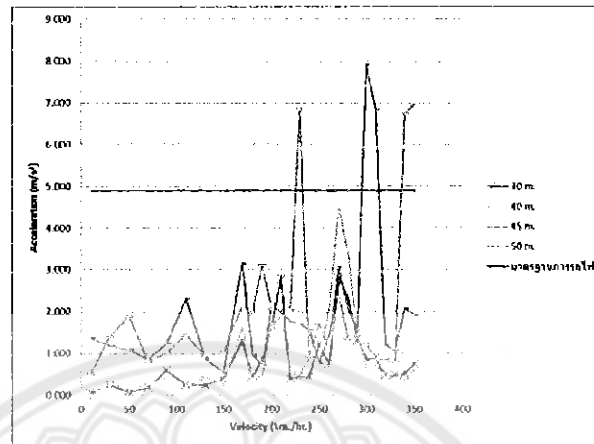
5.1.1 ปัจจัยด้านความเร็ว

จากผลการทดลองที่ได้จะพบว่า เมื่อรถไฟวิ่งในสะพานที่มีช่วงความยาวต่างๆ หากรถไฟวิ่งด้วยความเร็วที่มากขึ้นจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนมากขึ้นตามไปด้วย แต่จะเห็นได้ว่าในแต่ละความยาวช่วงสะพานจะมีย่านความเร็วหนึ่งที่จะส่งผลให้เกิดการสั่นสะเทือนสูงมากและเมื่อผ่านย่านความเร็วนั้นมาแล้ว การสั่นสะเทือนก็จะลดลง ซึ่งย่านความเร็วที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนที่สูงนั้นเรียกว่าความเร็ววิกฤติ (Critical Speed) ซึ่งจะอยู่ในช่วงความเร็วใดนั้นขึ้นอยู่กับความยาวช่วงสะพานและชนิดของรถไฟด้วย



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงการโก่งตัวที่เกิดจากรถไฟชินคันเซ็น (SKS 300) และรถไฟความเร็วสูงจีน (CRH2)

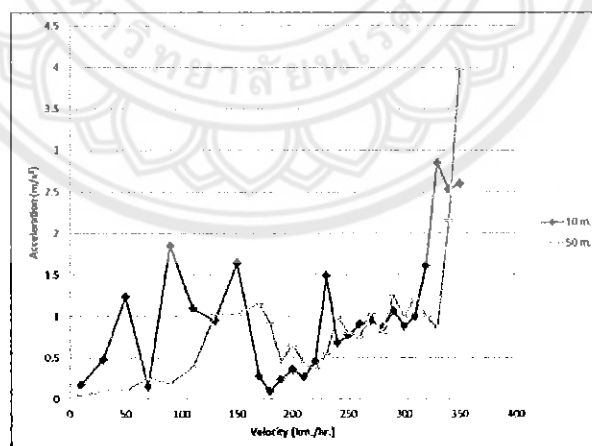
ความเร็วที่สูงขึ้นจะส่งผลให้เกิดความเร่งในสะพานสูงขึ้นเช่นกัน และช่วงความเร็วสูงจะทำให้เกิดความเร่งในสะพานสูงกว่าช่วงความเร็วต่ำมาก ซึ่งความเร่งสูงสุดที่เกิดขึ้นในสะพานจะเกิดขึ้นโดยรถไฟ HSLM A-6 ในสะพานที่มีช่วงยาว 45 เมตร โดยมีความเร่งสูงถึง 7.914 เมตร/วินาที² ที่ความเร็ว 300 กม./ชม. โดยที่มีความเร่งมากกว่าความเร่งที่เกิดในช่วงความเร็วต่ำถึง 2.7 เท่า



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงความเร่งที่เกิดขึ้นโดยรถไฟ HSLM A-6

5.1.2 ปัจจัยด้านความยาวช่วงสะพาน (Span)

จากผลการทดลองพบว่าความยาวช่วงสะพานที่มากขึ้นจะส่งผลให้เกิดการสั่นสะเทือนเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน และพบได้อีกว่าสะพานที่มีความยาวสั้นจะเกิดความเร่งที่ค่อนข้างมากบนสะพานในความเร็วที่ต่ำอันเป็นผลมาจากการที่ช่วงความยาวสะพานสั้นนั้นมีความถี่ธรรมชาติที่สูงนั่นเอง



รูปที่ 5.3 กราฟแสดงความเร่งบนสะพานที่เกิดจากรถไฟความเร็วสูงขึ้นกันขึ้น

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงความถี่ธรรมชาติของสะพานที่มีความยาวช่วงสะพาน 10-50 เมตร

span(m.)	Natural Frequency
10	41.1
15	21.8
20	13.3
25	8.9
30	6.3
35	4.7
40	3.6
45	2.9
50	2.4

5.1.3 ปัจจัยชนิดของรถไฟ

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงผลลัพธ์สูงสุดที่เกิดขึ้นโดยรถไฟชนิดต่างๆ

รถไฟ	Max Displacement mm	Max Acceleration m/s ²	Max Shear kN
SKS	16.55 ที่ span 45 ความเร็ว 200 กม./ชม.	6.079 ที่ span 40 ความเร็ว 240 กม./ชม.	1765 ที่ span 40 ความเร็ว 240 กม./ชม.
GRH2	33.01 ที่ span 45 ความเร็ว 190 กม./ชม.	7.225 ที่ span 45 ความเร็ว 240 กม./ชม.	1709 ที่ span 45 ความเร็ว 190 กม./ชม.
A1	11.71 ที่ span 45 ความเร็ว 90 กม./ชม.	4.928 ที่ span 40 ความเร็ว 220 กม./ชม.	1041 ที่ span 45 ความเร็ว 90 กม./ชม.
A2	10.42 ที่ span 45 ความเร็ว 190 กม./ชม.	6.077 ที่ span 30 ความเร็ว 330 กม./ชม.	1071 ที่ span 45 ความเร็ว 90 กม./ชม.
A3	8.772 ที่ span 45 ความเร็ว 50 กม./ชม.	4.831 ที่ span 40 ความเร็ว 240 กม./ชม.	1009 ที่ span 40 ความเร็ว 240 กม./ชม.
A4	13.16 ที่ span 50 ความเร็ว 170 กม./ชม.	4.76 ที่ span 40 ความเร็ว 260 กม./ชม.	941 ที่ span 45 ความเร็ว 70 กม./ชม.
A5	13.09 ที่ span 50 ความเร็ว 180 กม./ชม.	7.814 ที่ span 30 ความเร็ว 250 กม./ชม.	936 ที่ span 45 ความเร็ว 110 กม./ชม.
A6	14.06 ที่ span 50 ความเร็ว 190 กม./ชม.	7.914 ที่ span 45 ความเร็ว 300 กม./ชม.	861 ที่ span 50 ความเร็ว 190 กม./ชม.
A7	14.19 ที่ span 50 ความเร็ว 200 กม./ชม.	4.989 ที่ span 40 ความเร็ว 280 กม./ชม.	897 ที่ span 50 ความเร็ว 200 กม./ชม.
A8	14.35 ที่ span 50 ความเร็ว 200 กม./ชม.	4.54 ที่ span 40 ความเร็ว 290 กม./ชม.	944 ที่ span 50 ความเร็ว 200 กม./ชม.
A9	10.41 ที่ span 50 ความเร็ว 220 กม./ชม.	4.369 ที่ span 45 ความเร็ว 130 กม./ชม.	874 ที่ span 50 ความเร็ว 210 กม./ชม.
A10	12.09 ที่ span 50 ความเร็ว 220 กม./ชม.	7.852 ที่ span 25 ความเร็ว 230 กม./ชม.	991 ที่ span 45 ความเร็ว 90 กม./ชม.

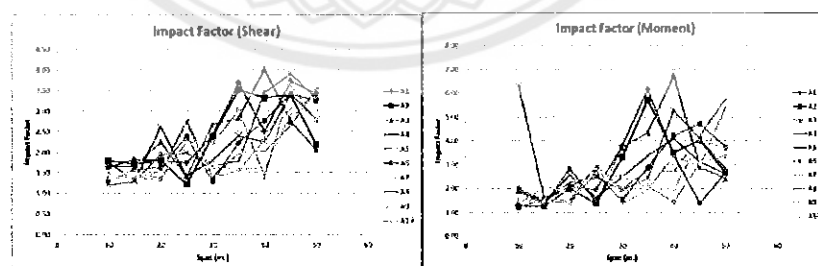
รถไฟ	Max Displacement mm	Max Acceleration mm/s ²
SKS	19760 ที่ span 40 ความเร็ว 240 กม./ชม.	0.16 ที่ span 50 ความเร็ว 290 กม./ชม.
GRH2	23280 ที่ span 50 ความเร็ว 200 กม./ชม.	0.19 ที่ span 45 ความเร็ว 240 กม./ชม.
A1	13720 ที่ span 45 ความเร็ว 90 กม./ชม.	0.055 ที่ span 50 ความเร็ว 150 กม./ชม.
A2	11860 ที่ span 45 ความเร็ว 190 กม./ชม.	0.058 ที่ span 50 ความเร็ว 350 กม./ชม.
A3	12110 ที่ span 40 ความเร็ว 240 กม./ชม.	0.052 ที่ span 50 ความเร็ว 110 กม./ชม.
A4	8234 ที่ span 50 ความเร็ว 180 กม./ชม.	0.05 ที่ span 50 ความเร็ว 50 กม./ชม.
A5	8932 ที่ span 40 ความเร็ว 260 กม./ชม.	0.047 ที่ span 50 ความเร็ว 90 กม./ชม.
A6	9772 ที่ span 50 ความเร็ว 180 กม./ชม.	0.041 ที่ span 50 ความเร็ว 170 กม./ชม.
A7	12930 ที่ span 50 ความเร็ว 200 กม./ชม.	0.043 ที่ span 45 ความเร็ว 90 กม./ชม.
A8	13670 ที่ span 50 ความเร็ว 200 กม./ชม.	0.039 ที่ span 50 ความเร็ว 200 กม./ชม.
A9	9681 ที่ span 50 ความเร็ว 30 กม./ชม.	0.042 ที่ span 50 ความเร็ว 30 กม./ชม.
A10	8914 ที่ span 50 ความเร็ว 110 กม./ชม.	0.043 ที่ span 50 ความเร็ว 150 กม./ชม.

จากผลลัพธ์พบว่ารถไฟแต่ละชนิดนั้นล้วนให้ผลลัพธ์สูงที่ไม่แตกต่างกันมาก โดยรถไฟที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ต่างๆสูงสุดเป็นดังนี้

- การโก่งตัว เกิดโดยรถไฟความเร็วสูงจีน ที่ระยะช่วงสะพาน 45 เมตร และที่ความเร็ว 190 กม./ชม.
- ความเร่ง เกิดโดยรถไฟ A6 ที่ระยะช่วงสะพาน 50 เมตร และที่ความเร็ว 300 กม./ชม.
- แรงเฉือน เกิดโดยรถไฟชิงกันเซิน ที่ระยะช่วงสะพาน 40 เมตร และที่ความเร็ว 240 กม./ชม.
- โมเมนต์ดัด เกิดโดยรถไฟความเร็วสูงจีน ที่ระยะช่วงสะพาน 50 เมตร และที่ความเร็ว 200 กม./ชม.
- การบิด เกิดโดยรถไฟความเร็วสูงจีน ที่ระยะช่วงสะพาน 45 เมตร และที่ความเร็ว 240 กม./ชม.

5.2 Impact Factor

Impact Factor จะแสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของรถไฟชนิดต่างๆบนความยาวช่วงสะพานต่างๆ



รูปที่ 5.4 กราฟแสดง Impact Factor โดยใช้แรงเฉือนและโมเมนต์ในการคำนวณ

ระยะช่วงสะพานที่จะได้รับผลกระทบสูงจากการเคลื่อนที่ของสะพานคือสะพานที่มีช่วงความยาว 35-50 เมตร

5.3 ข้อเสนอแนะ

วิธีนี้เป็นการวิเคราะห์แบบแรงเคลื่อนที่ moving load ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของแรงกดที่ล้อเนื่องจากการสั่งของตัวรถไฟ ดังนั้นหากต้องการวิเคราะห์ให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ควรคำนึงถึงการสั่นสะเทือนของตัวรถไฟด้วย



เอกสารอ้างอิง

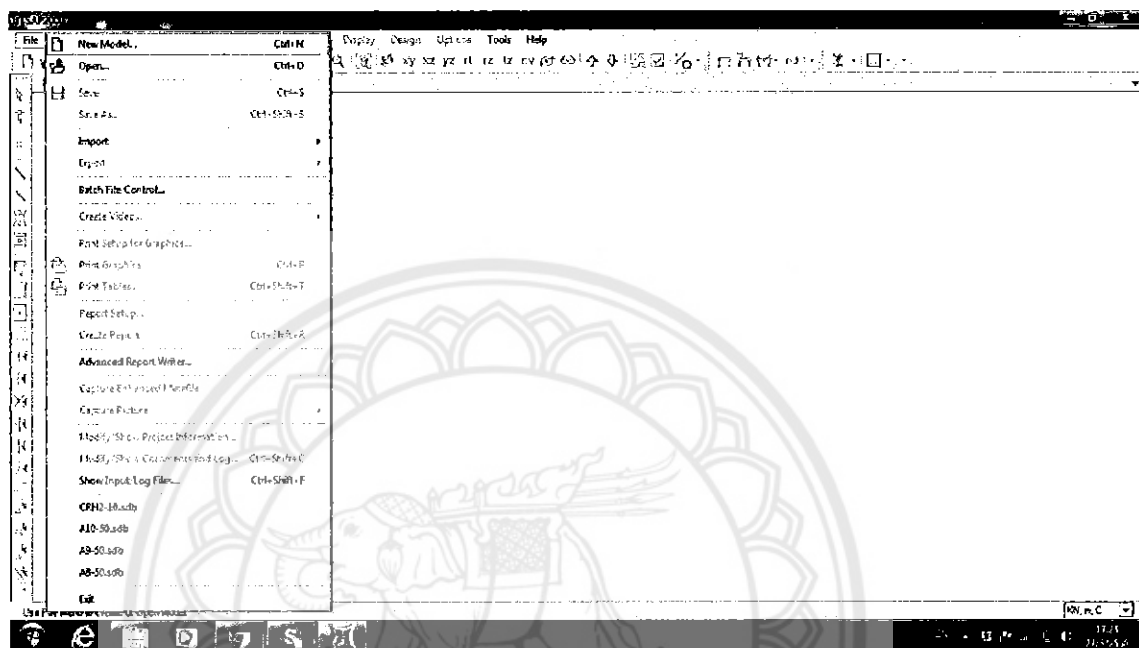
- [1] UIC (International Union of Railways), " Leaflet 776-2 R Design Requirements for Rail-Bridge based on Interaction Phenomena between Train, Track and Bridge", 2nd Edition, 2009
- [2] japantoday .**รุ่นซีรี่ 300**. Retrieved May 15, 2015, from http://www.japantoday.in.th/index.php?option=com_content&view=article&id=128&Itemid=158
- [3] wikipedia .(January 1,2014).**รถไฟความเร็วสูงจีน**. Retrieved May 15, 2015, from <http://th.wikipedia.org/wiki>
- [4] ทรงศักดิ์ สุธาสูประดิษฐ์, รัฐภูมิ ปรีชาตปรีชา, ปฤษฎัศว์ คีตะปันย์ และกิตติภูมิ รอดสิน. (4 ตุลาคม 2556).วิศวกรรมจราจรและขนส่ง.โยธาสาร.สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2558, จาก http://www.eitpr.com/civil-magazine/civil-max_25_4/.
- [5] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 537307 การสั่นทางกล (Mechanical Vibration).สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2558, จาก http://eng.sut.ac.th/me/2014/subject_mechanical-blue.php?page=MechanicalVibration



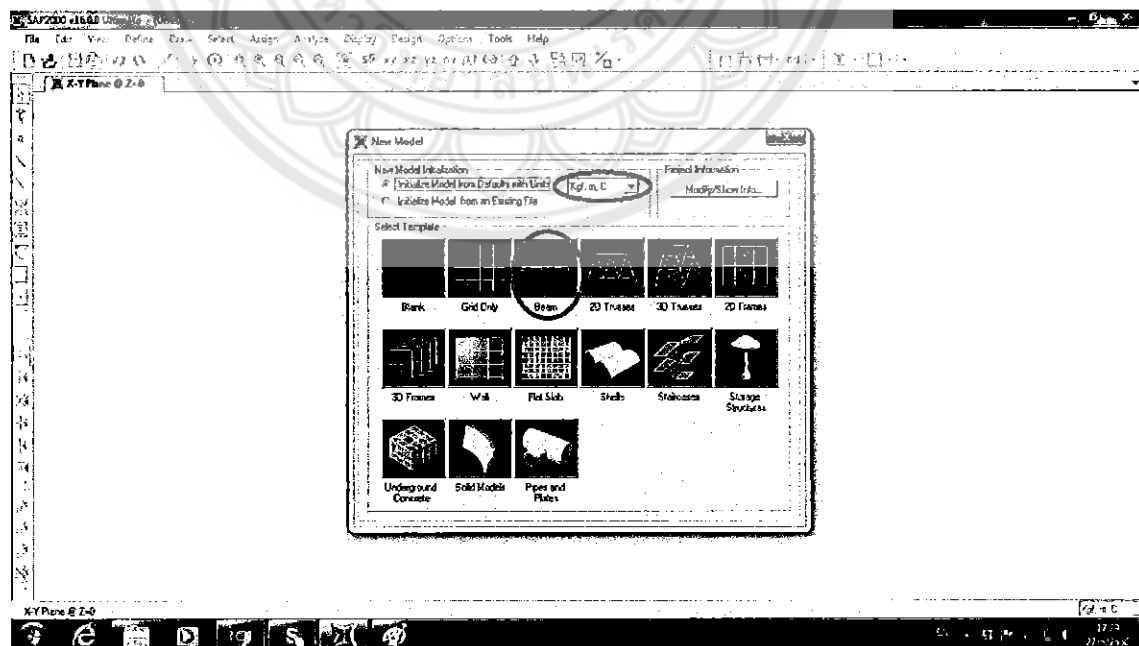


วิธีออกแบบหน้าตัดสะพาน โดยใช้โปรแกรม SAP 2000

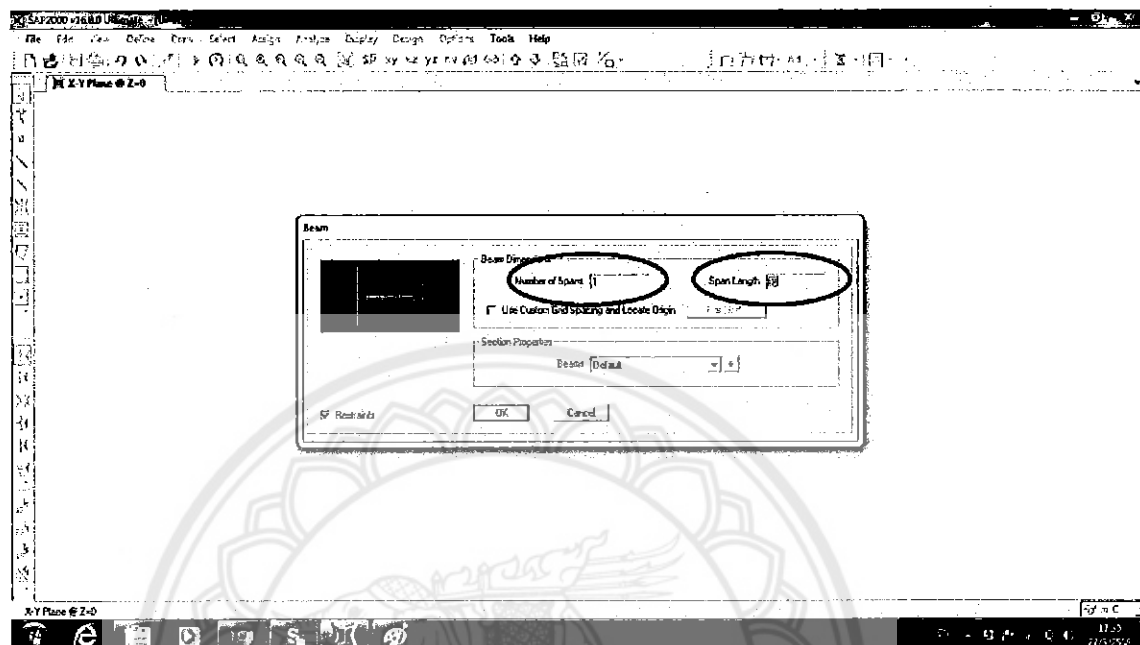
1.เลือก File > New Model



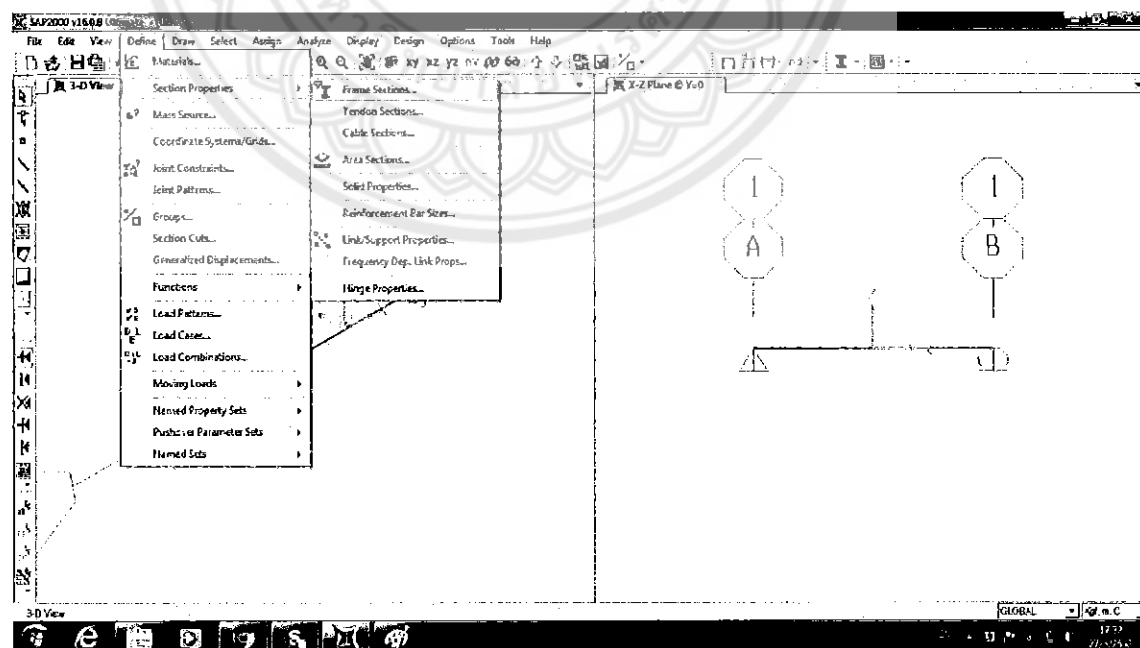
2.เลือกหน่วยที่ต้องการใช้ > เลือก Beam



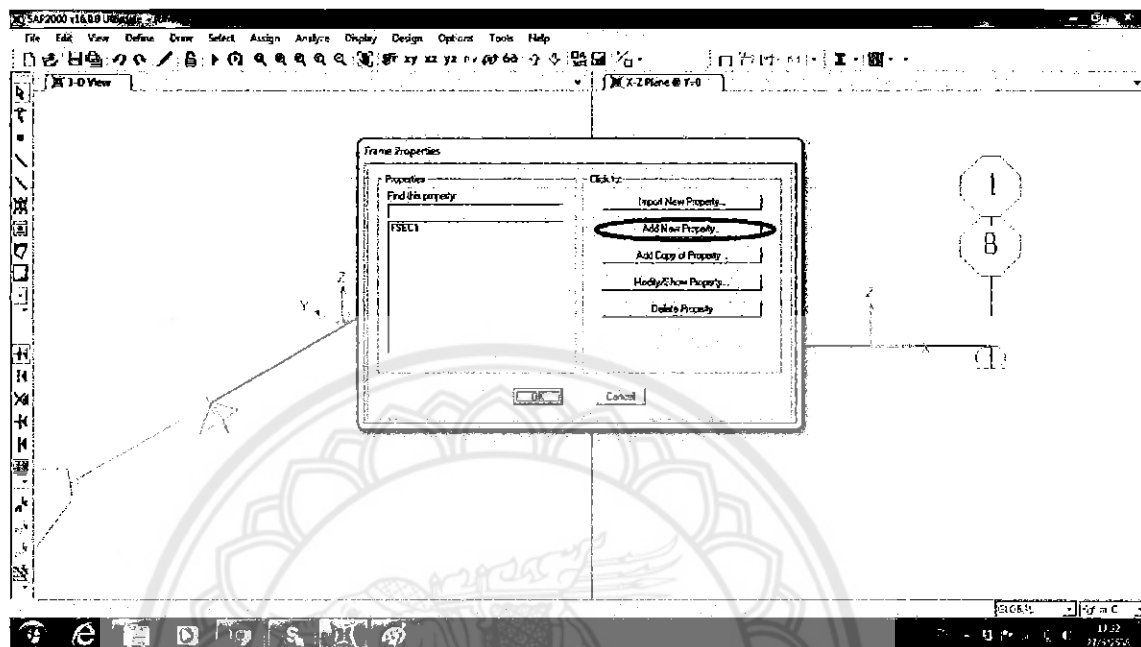
3. กำหนดจำนวนช่วงสะพานและความยาวช่วงสะพาน



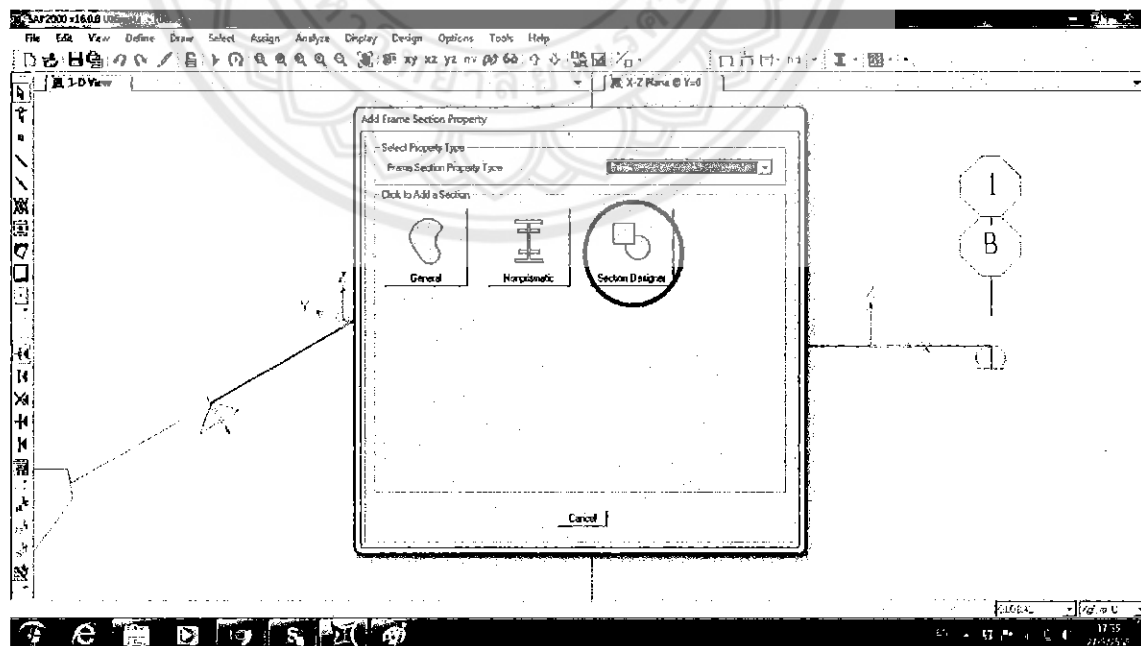
4. เลือก Section Properties > Frame Section



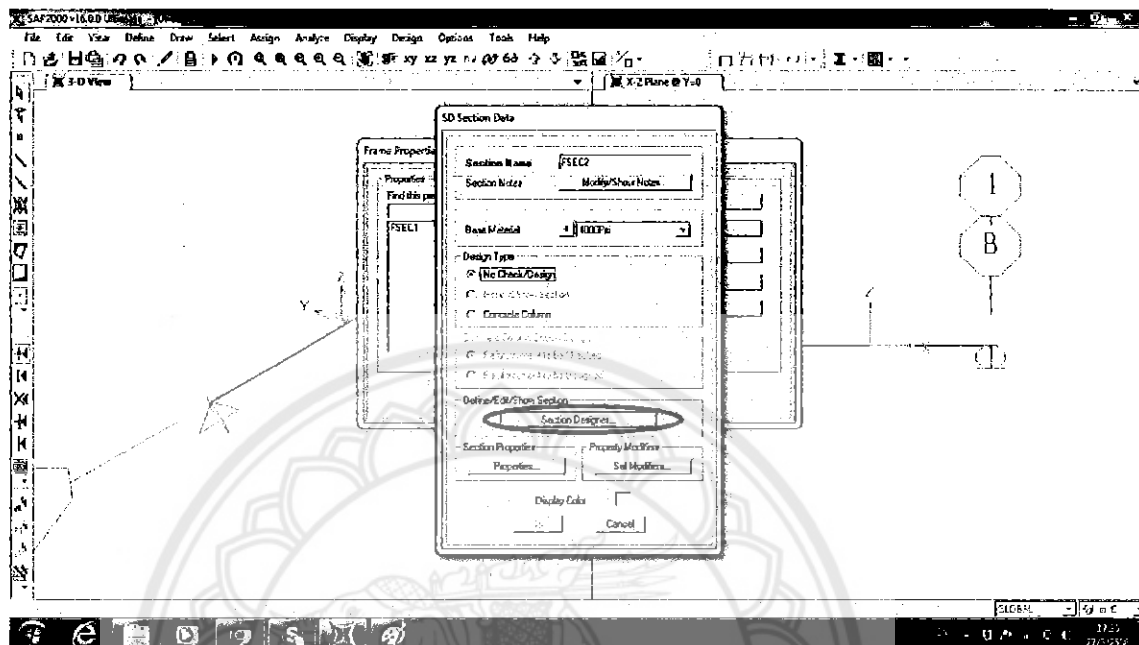
5. เลือก Add New Property....



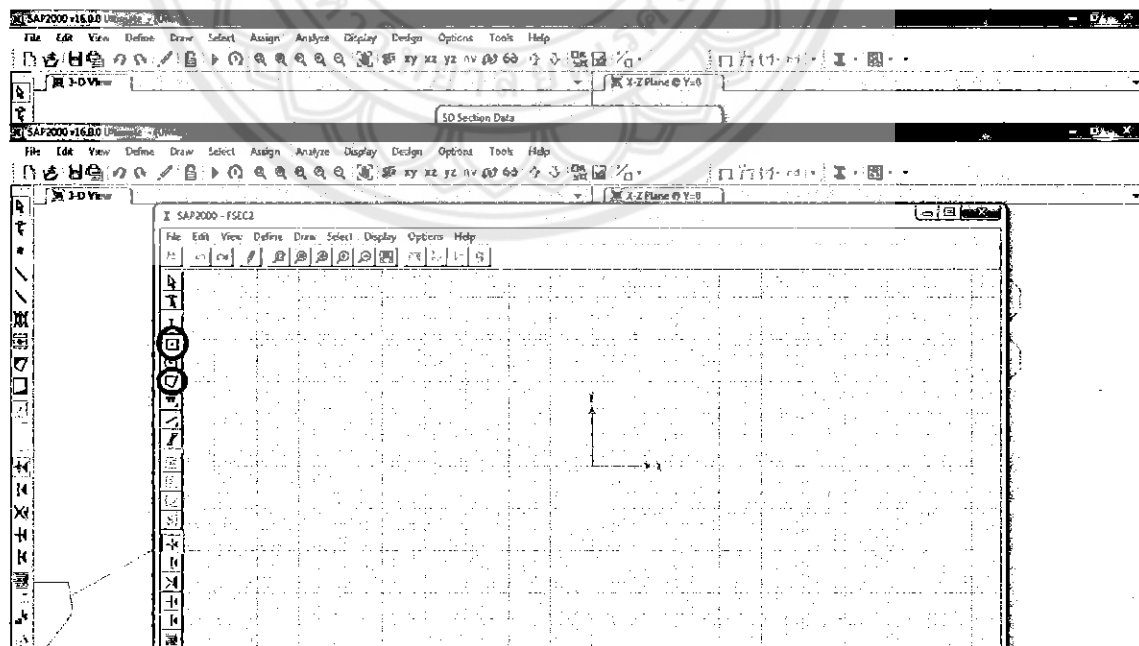
6. เลือก other > Section Designer



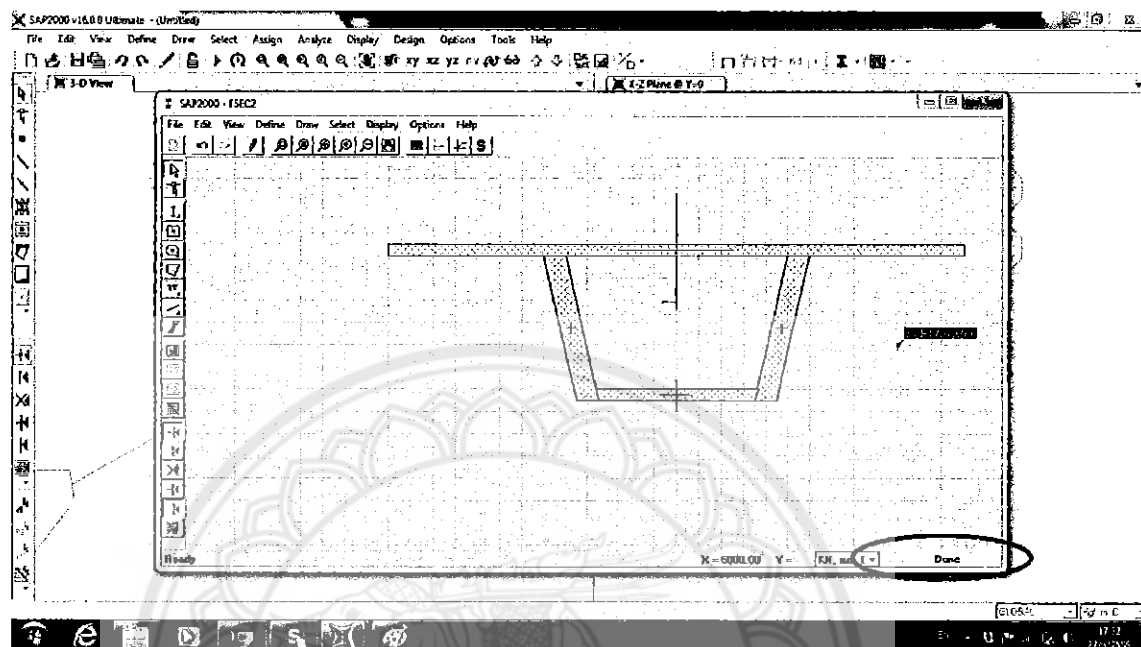
7. กำหนด Base Material >เลือก Section Designer...



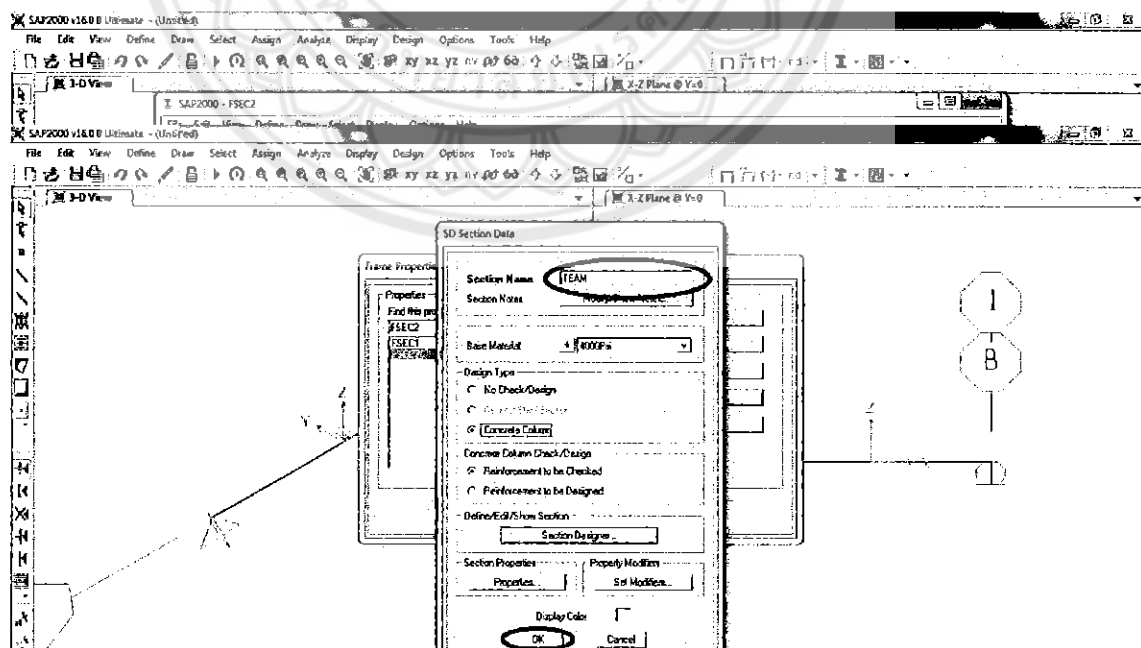
8. ใช้ฟังก์ชัน Draw Polygon Shape และ Draw Solid Shape ในการกำหนดหน้าตัด



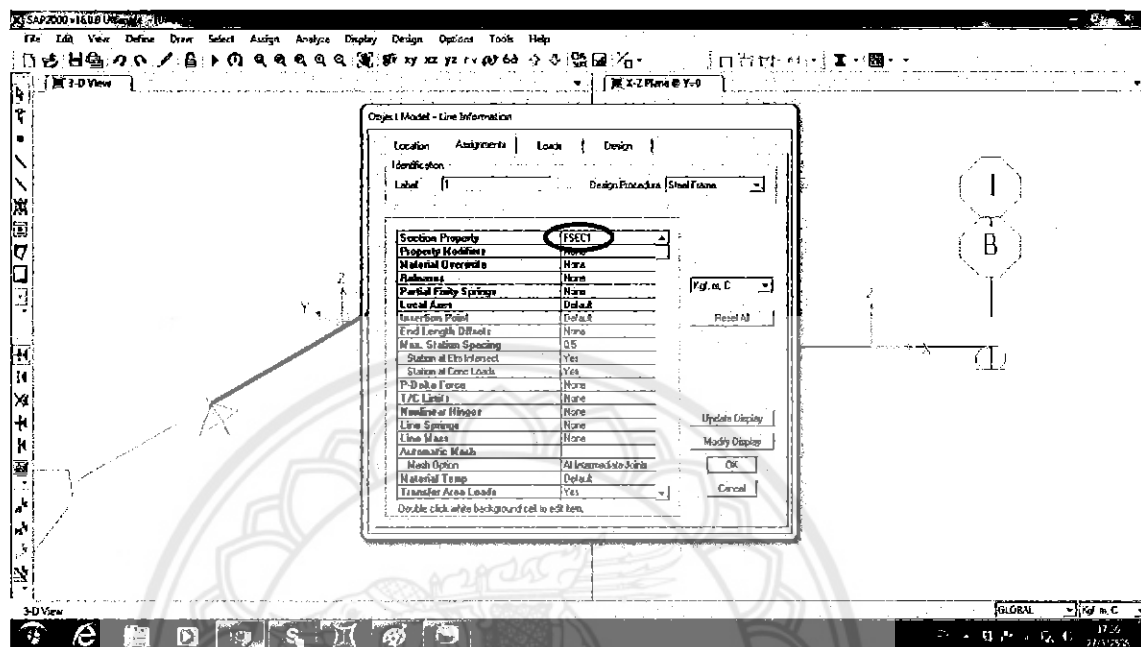
9. ทำการวาดหน้าตัดที่ต้องการวิเคราะห์ > เลือก Done เมื่อวาดเสร็จแล้ว



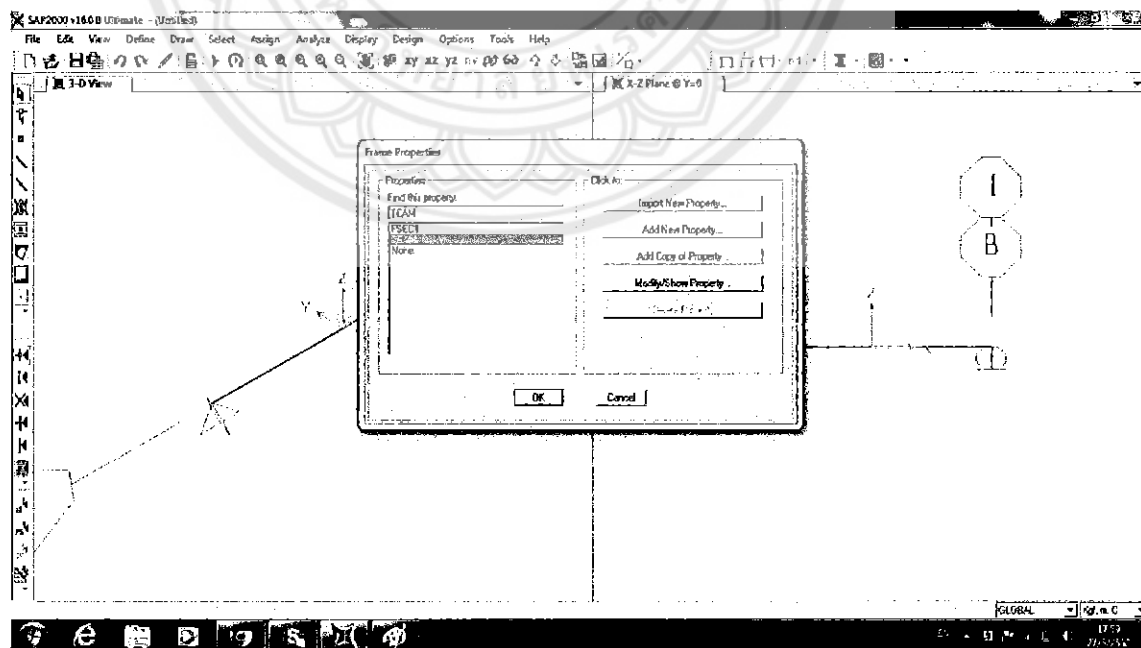
10. ตั้งชื่อหน้าตัด > เลือก OK



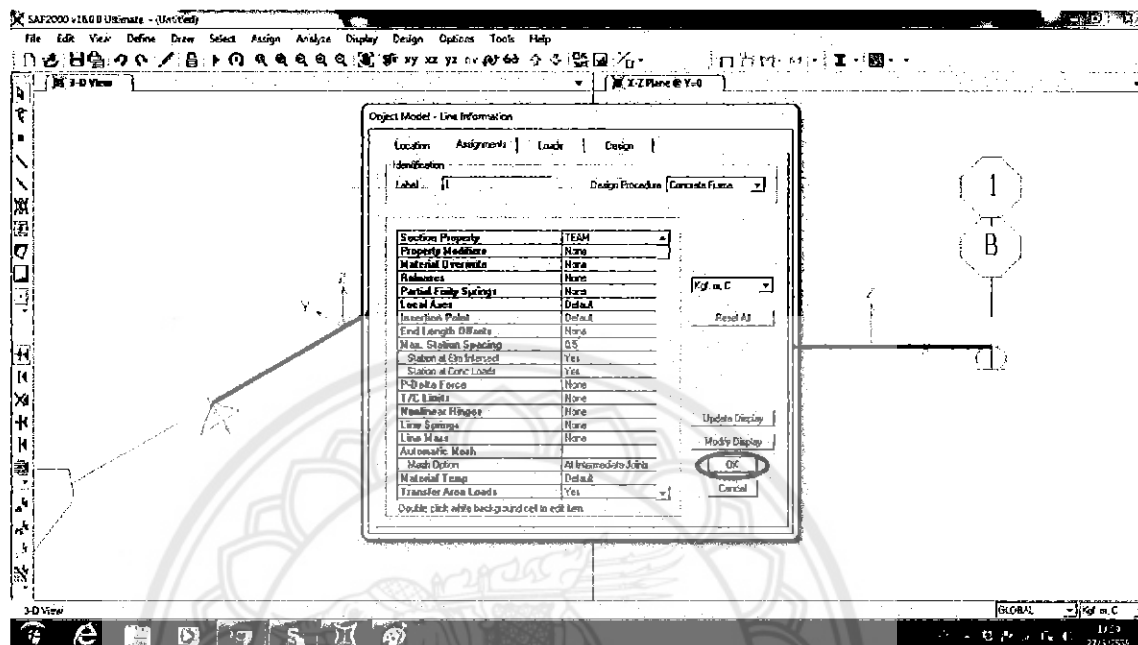
11. คลิกเลือกตัวสะพาน >คลิกขวา >ดับเบิลคลิกที่ Section Property



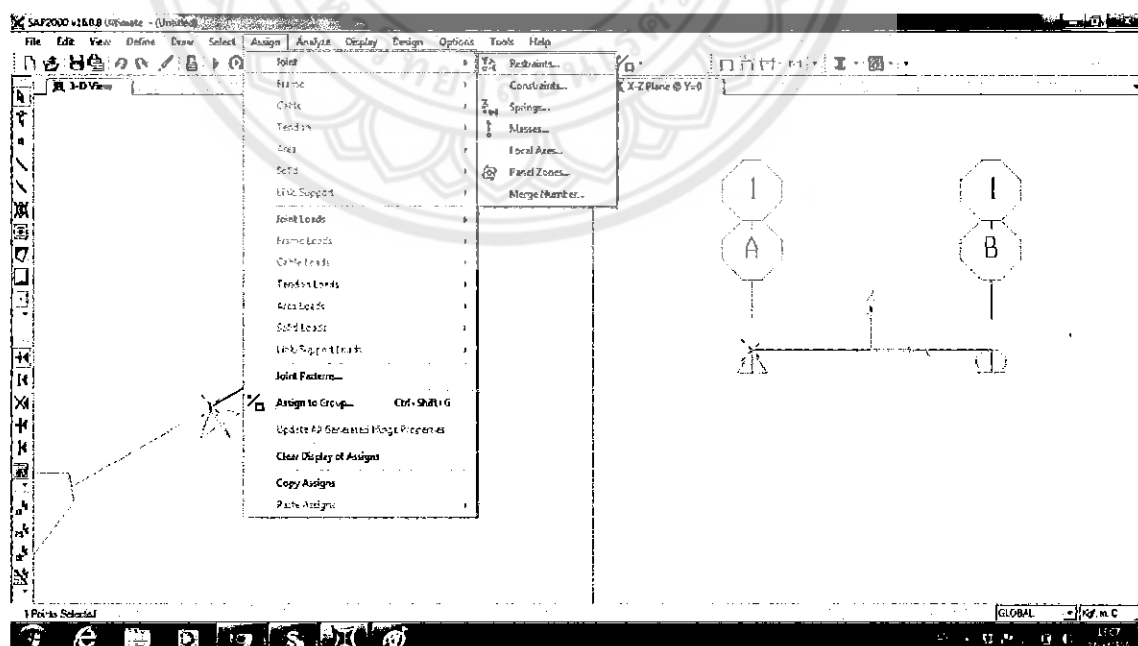
12. เลือกหน้าต่างที่ได้ออกแบบไว้



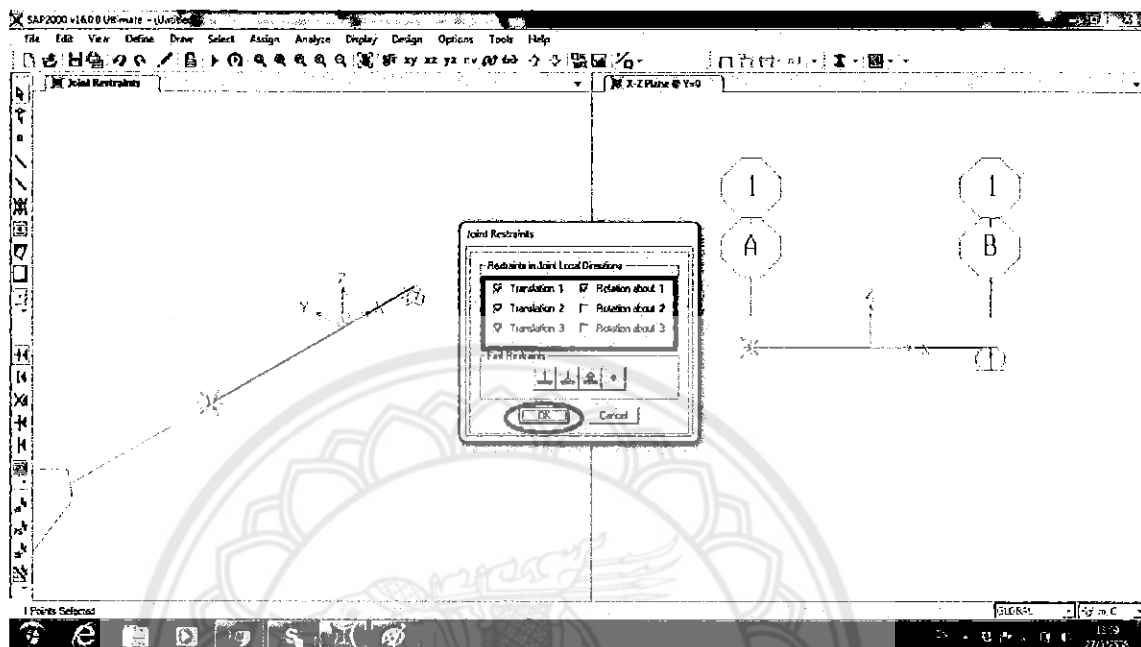
13. เลือก OK



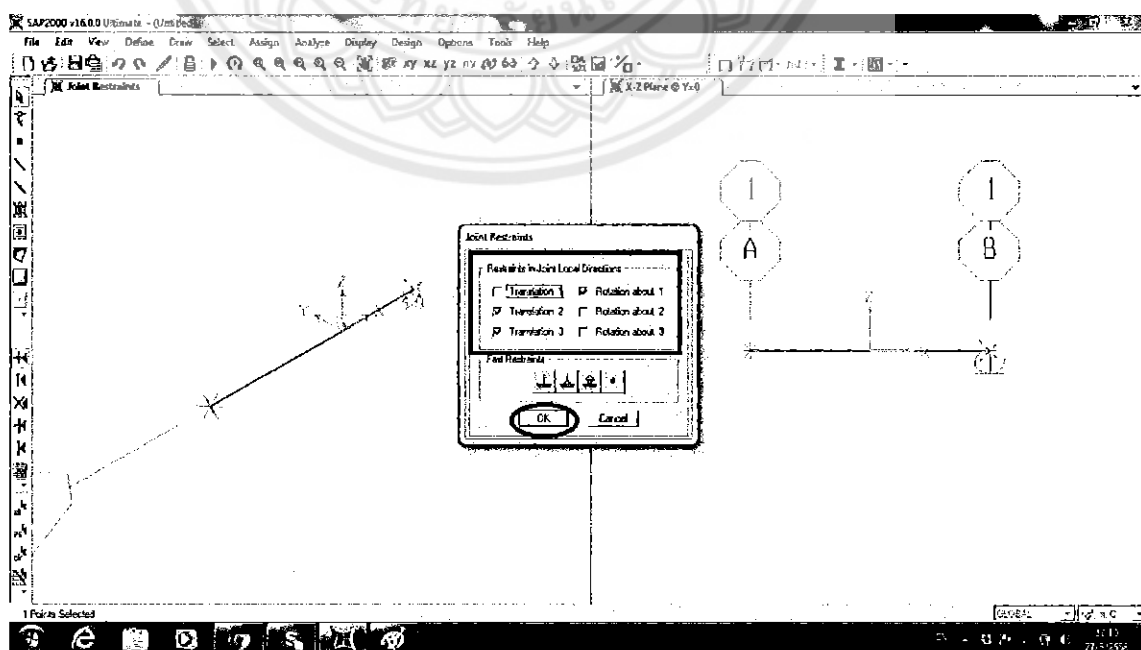
14. กดเลือก support ด้านที่ต้องกรให้เป็น Hinge Support > เลือก Joint > Restrains...



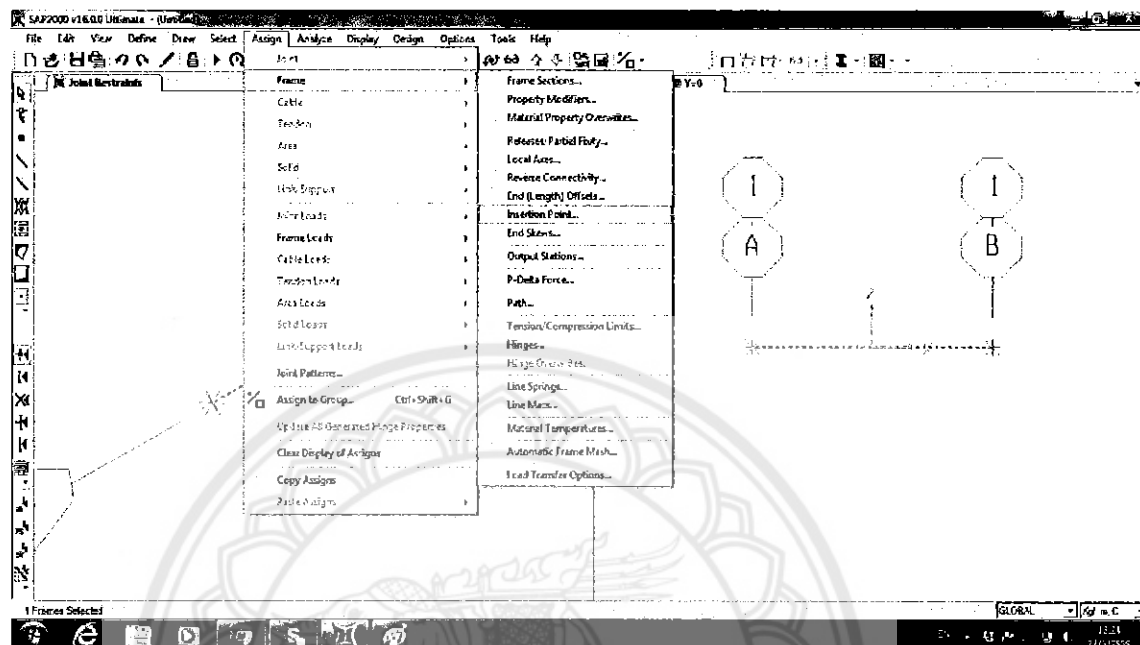
15. เลือก Restrain in Joint Local Direction ตามภาพ >เลือก OK



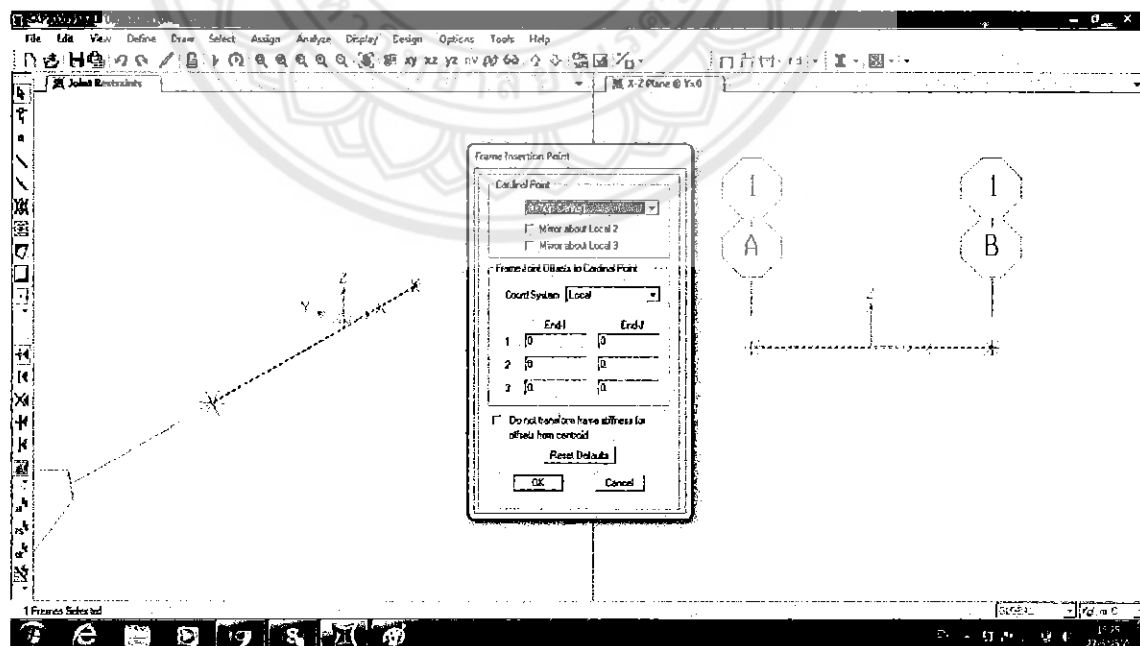
16. ด้านที่ต้องการให้เป็น Roller Support ทำเช่นเดียวกับด้านที่เป็น Hinge Support แต่กดเลือก Restrain in Joint Local Direction ตามภาพ



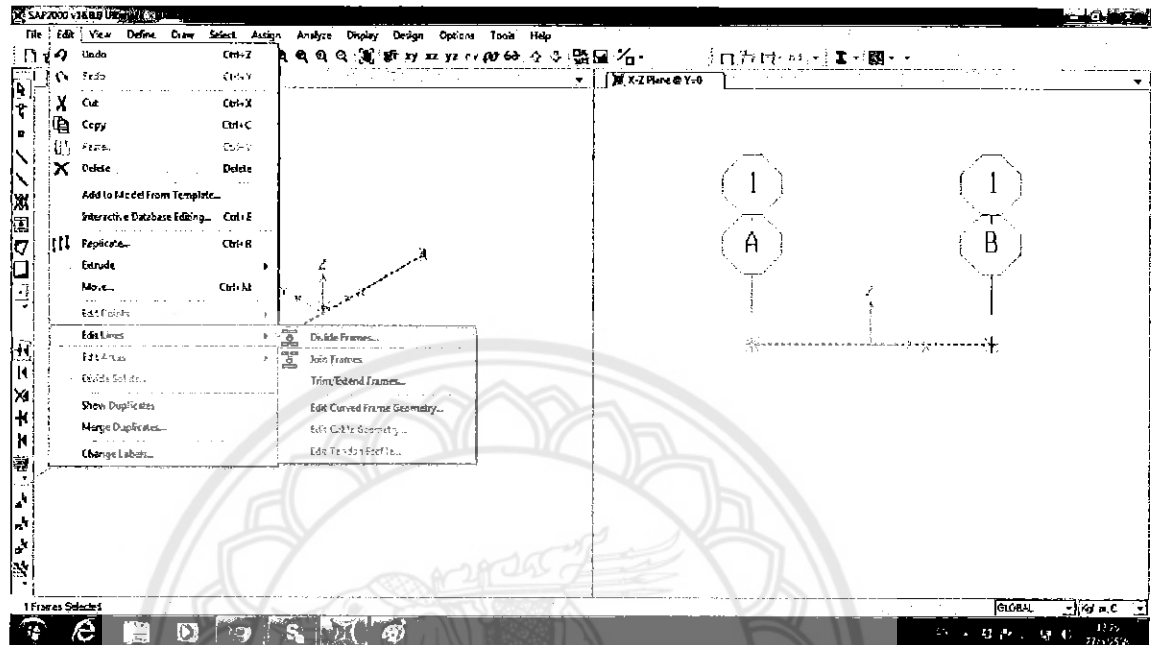
17. กดเลือกตัวสะพาน > เลือก Frame > Intersection Point



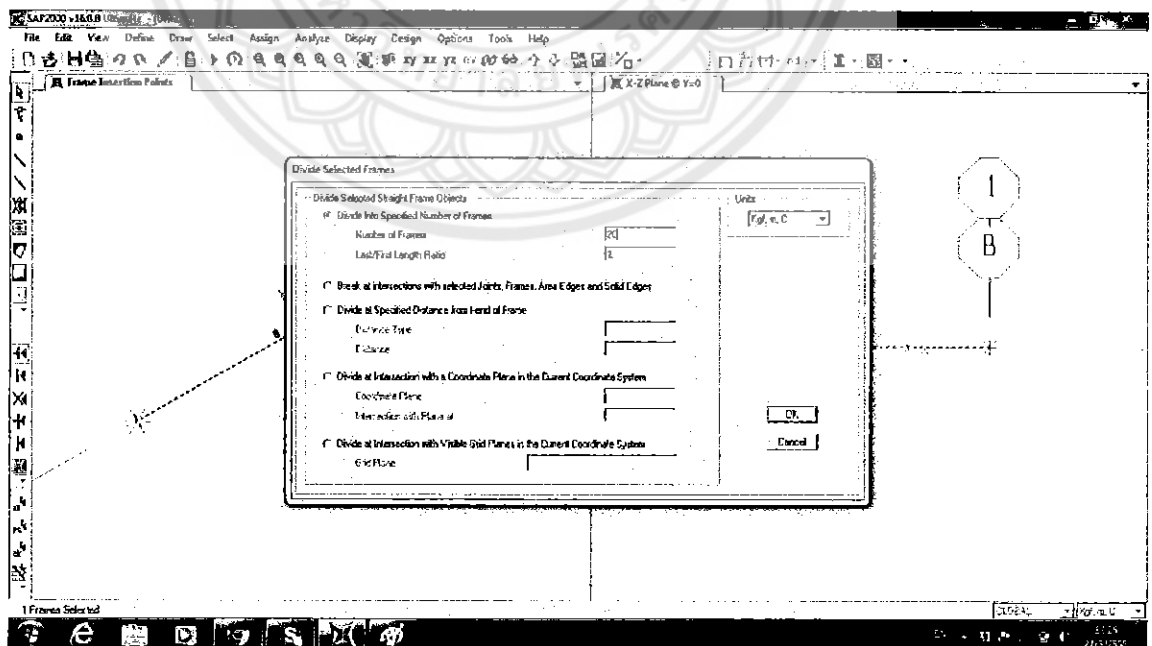
18. เลือก 8(Top Center) > OK



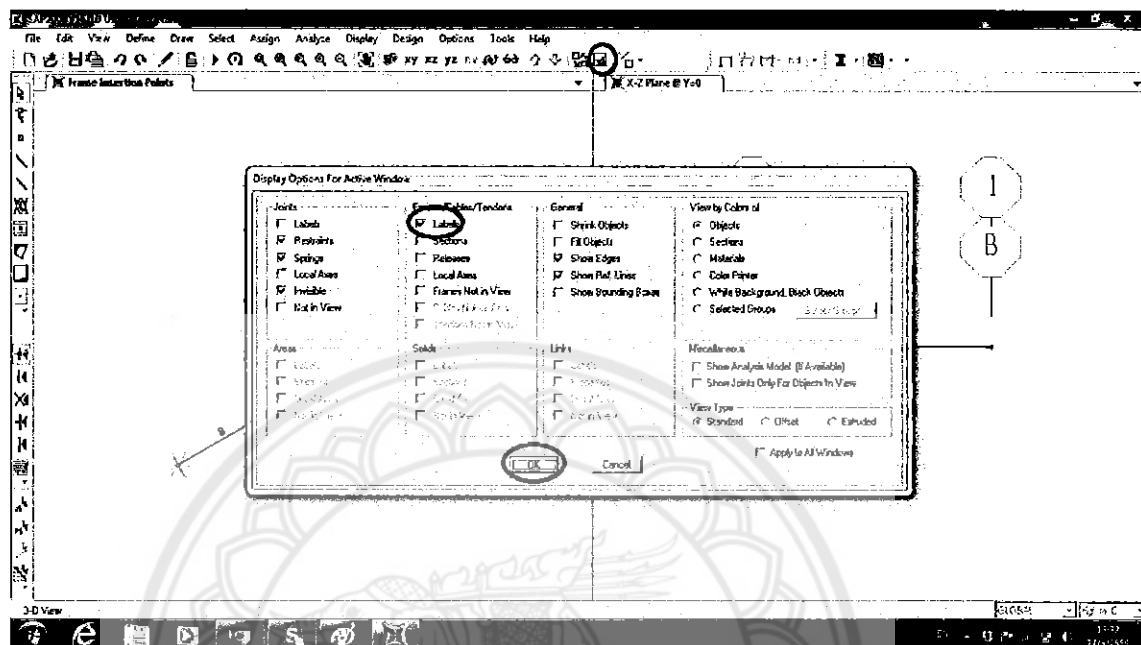
19. กดเลือกตัวสะพาน > เลือก Edit > Edit Lines > Divide Frames...



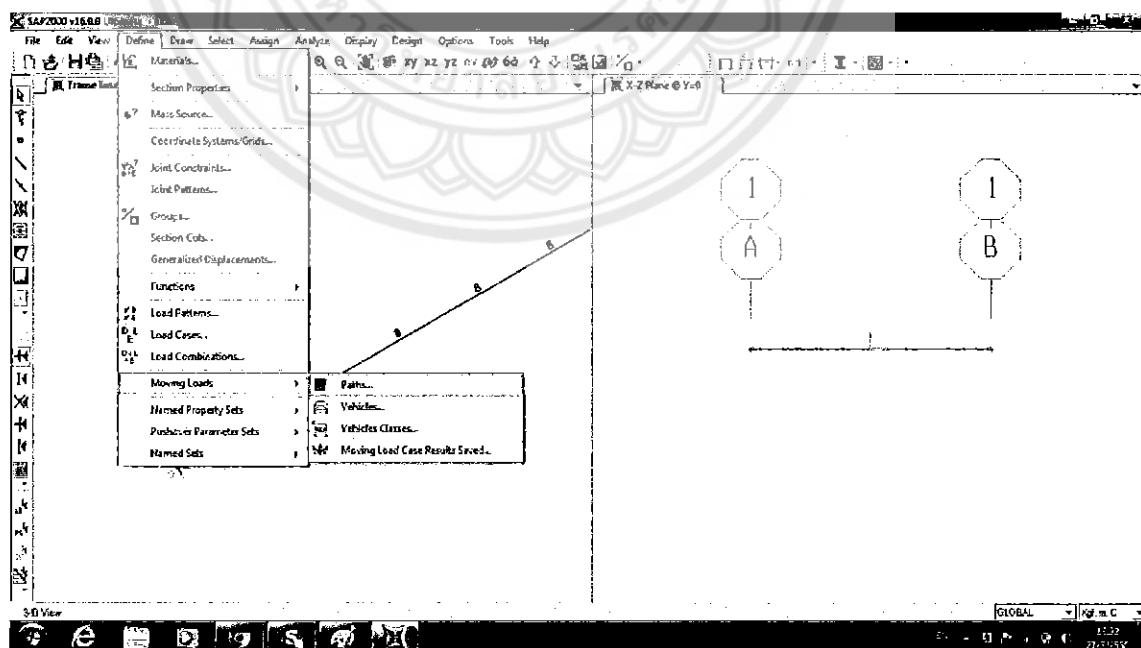
20. กำหนด Number of Frame = 20 > เลือก OK



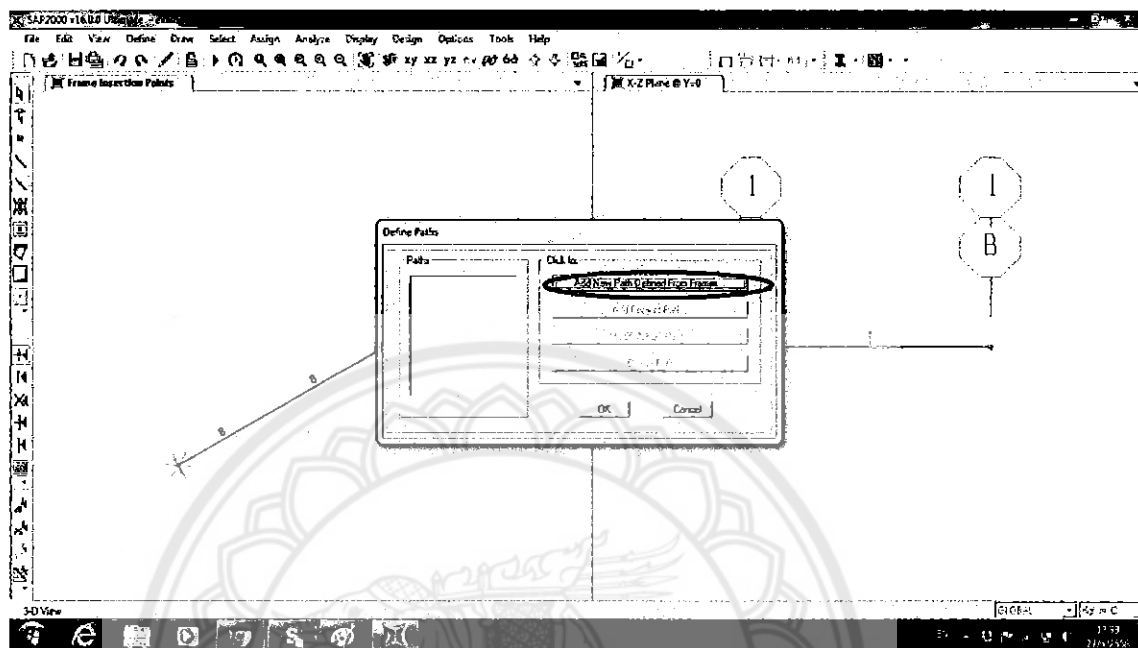
21. เลือก Set Display option > Label > OK เพื่อดูหมายเลขของmemberที่ต้องการให้รั้ววิ่งผ่าน



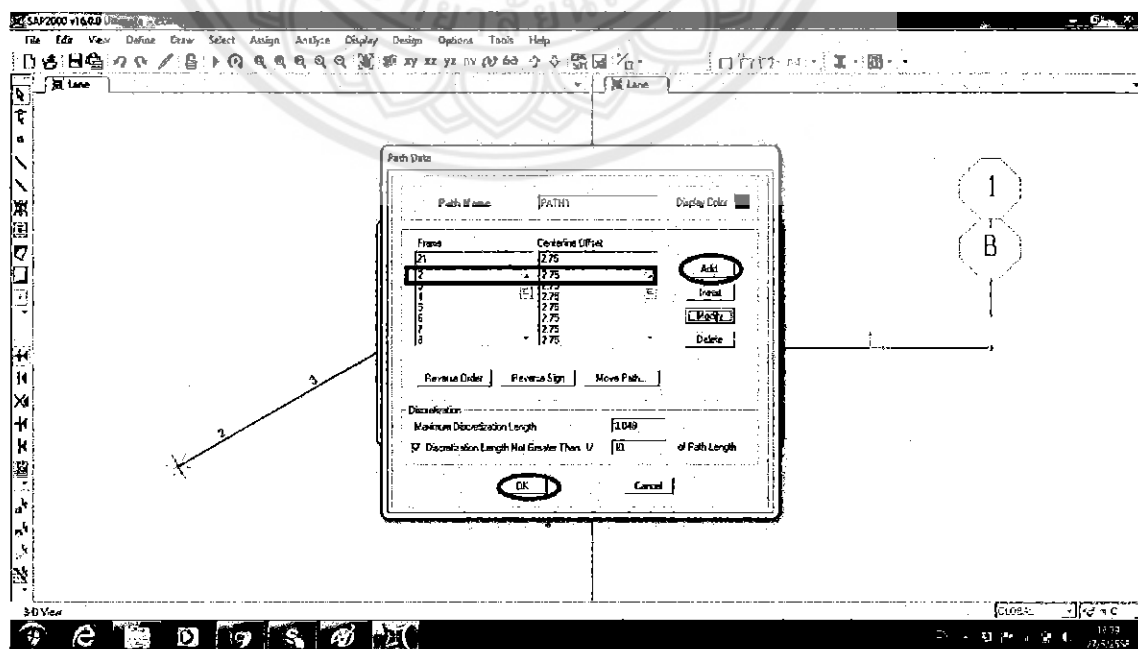
22. เลือก Define > Moving Loads > Paths....



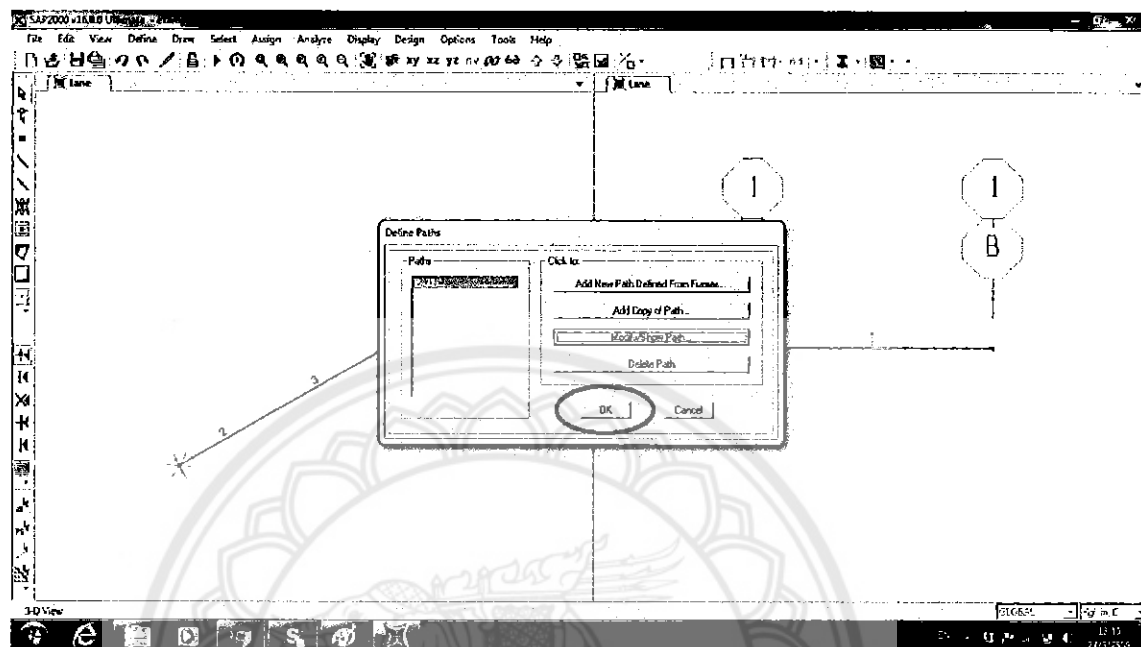
23. เลือก Add New Path Defined From Frames...



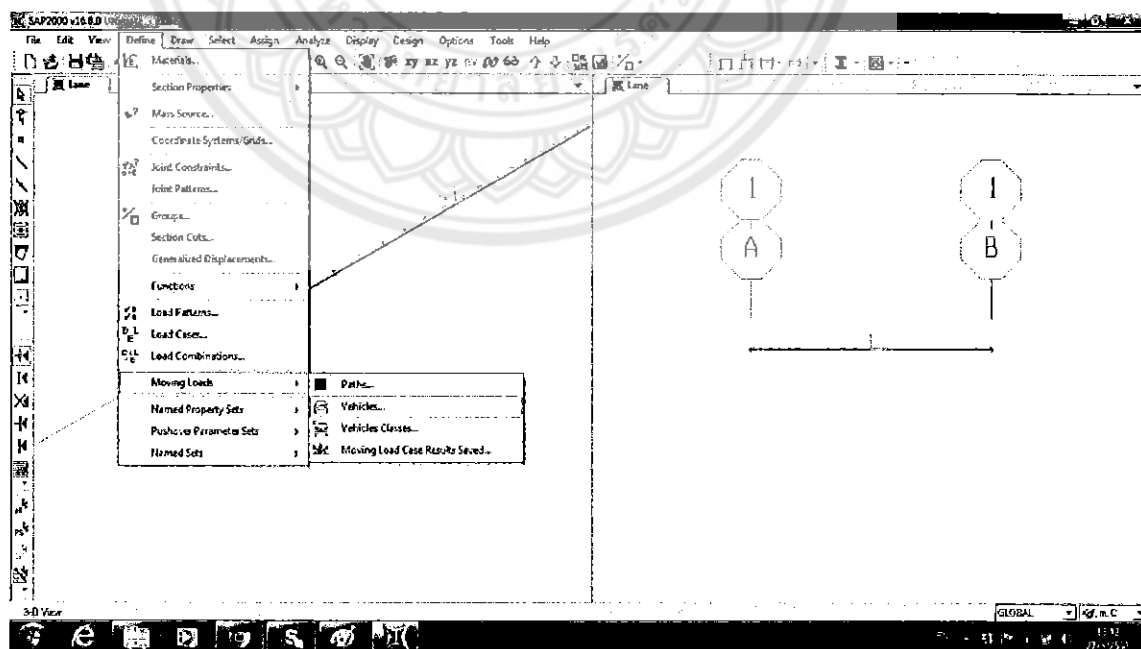
24. ใส่หมายเลขmemberทั้งหมด โดยกำหนดให้ Centerline Offset = 2.75 เมตร เพื่อให้รถไฟวิ่งเอียงมาทางขวา 2.75 เมตร ซึ่งเป็นตำแหน่งที่จะวางรางไว้ >เลือก OK



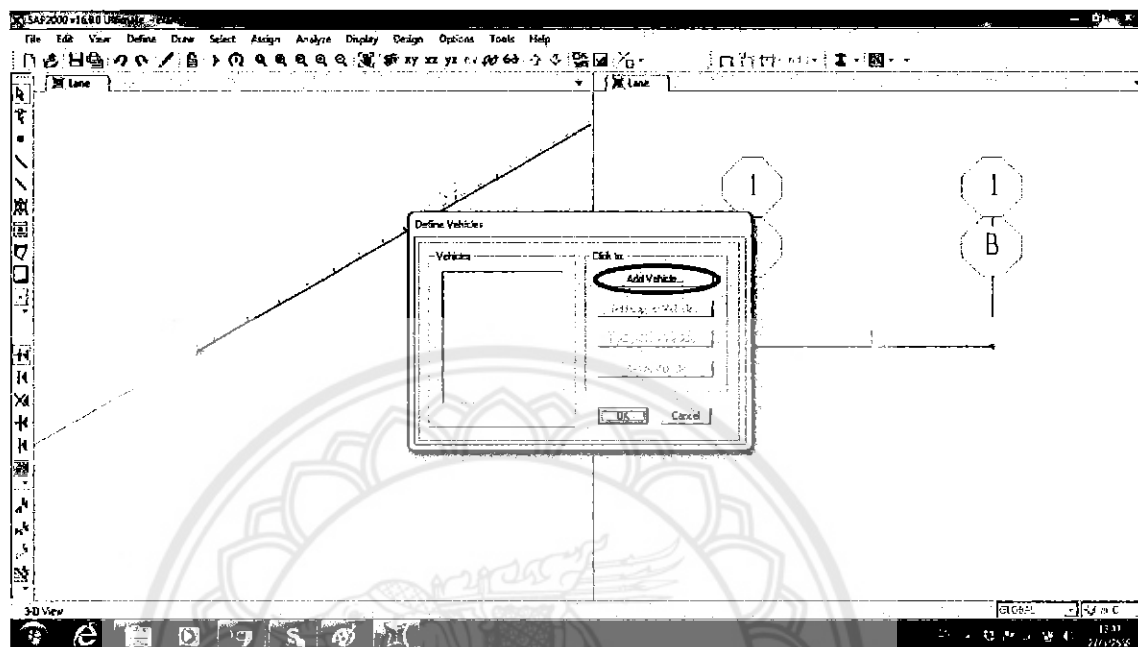
25. เลือก OK



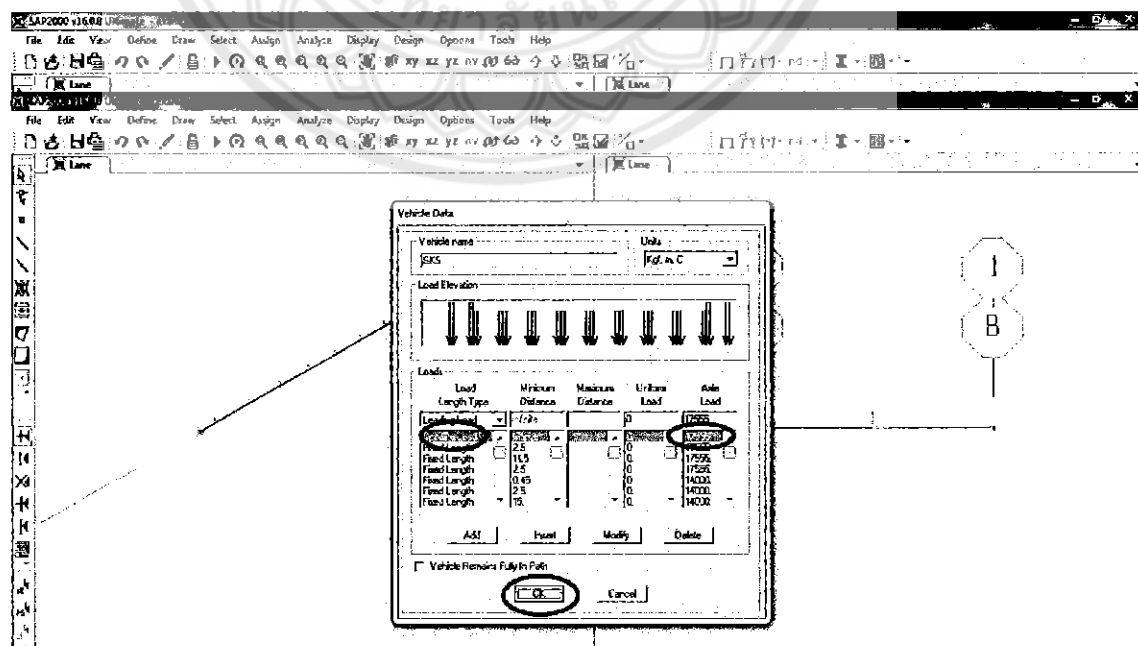
26. เลือก Define > Moving Loads > Vehicles



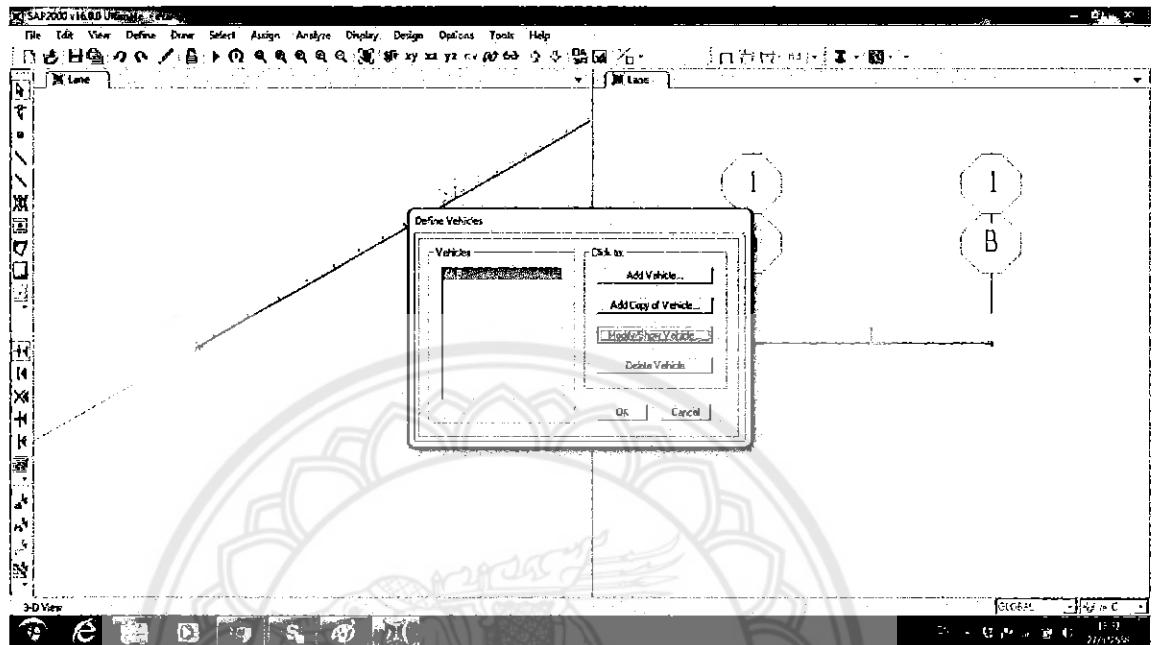
27. เลือก Add Vehicles



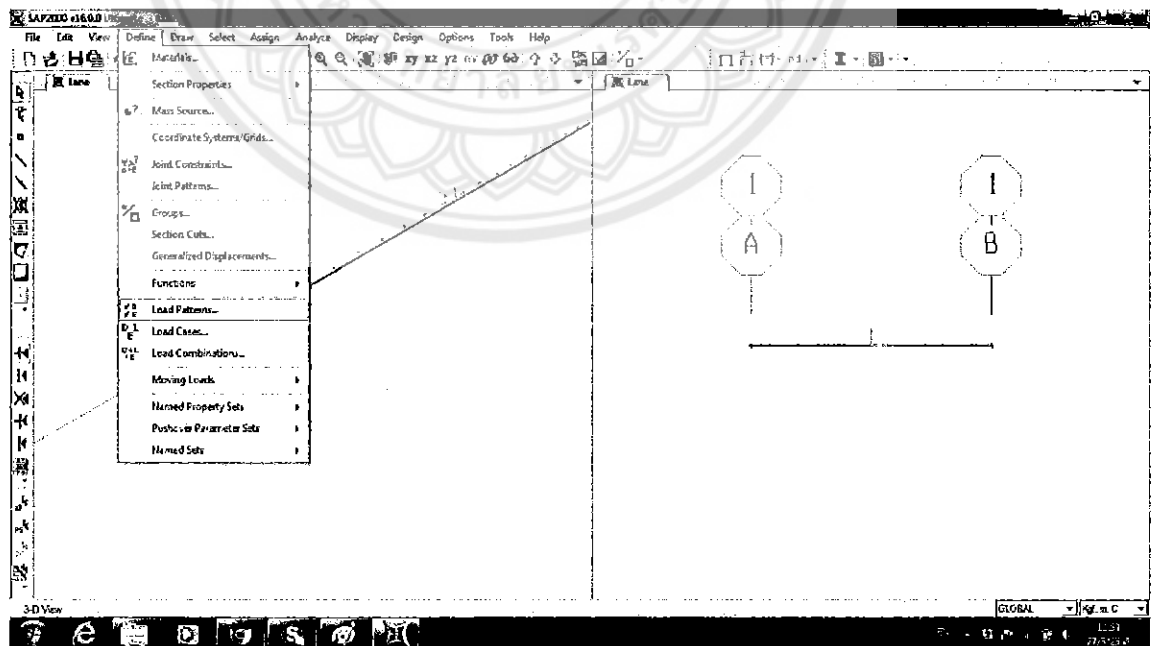
28. ตั้งชื่อรถไฟ > ใส่น้ำหนักลงเพลาโดยมีระยะห่างตามที่ได้กำหนดไว้ และกำหนดเพลาแรกให้เป็น Leading Load > เลือก OK



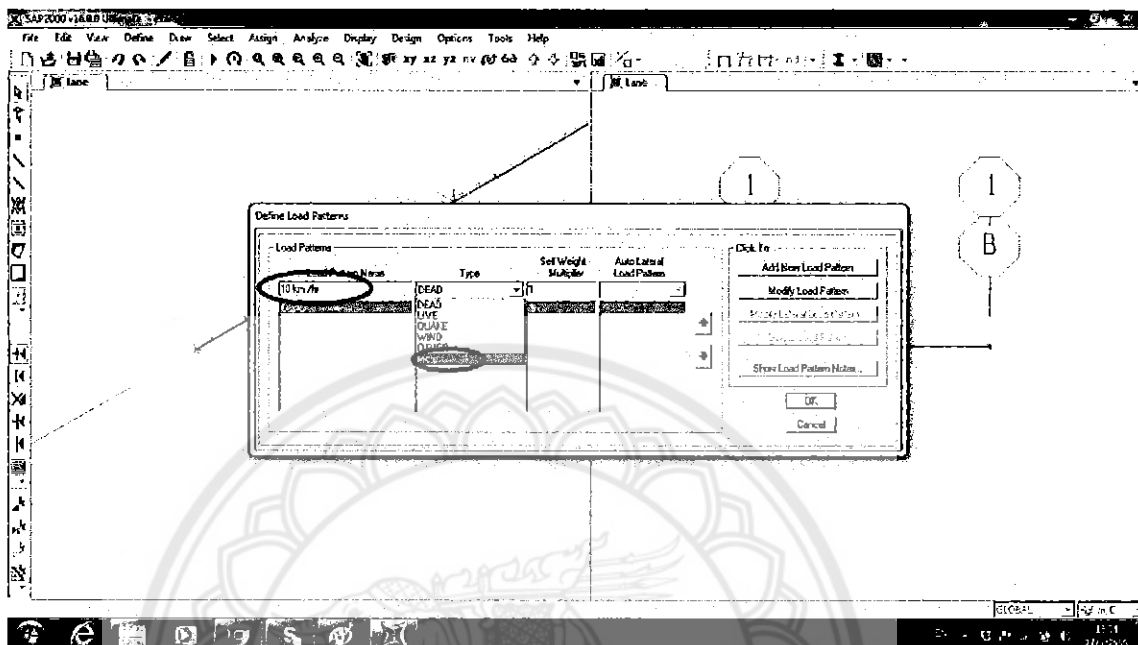
29. เลือก OK



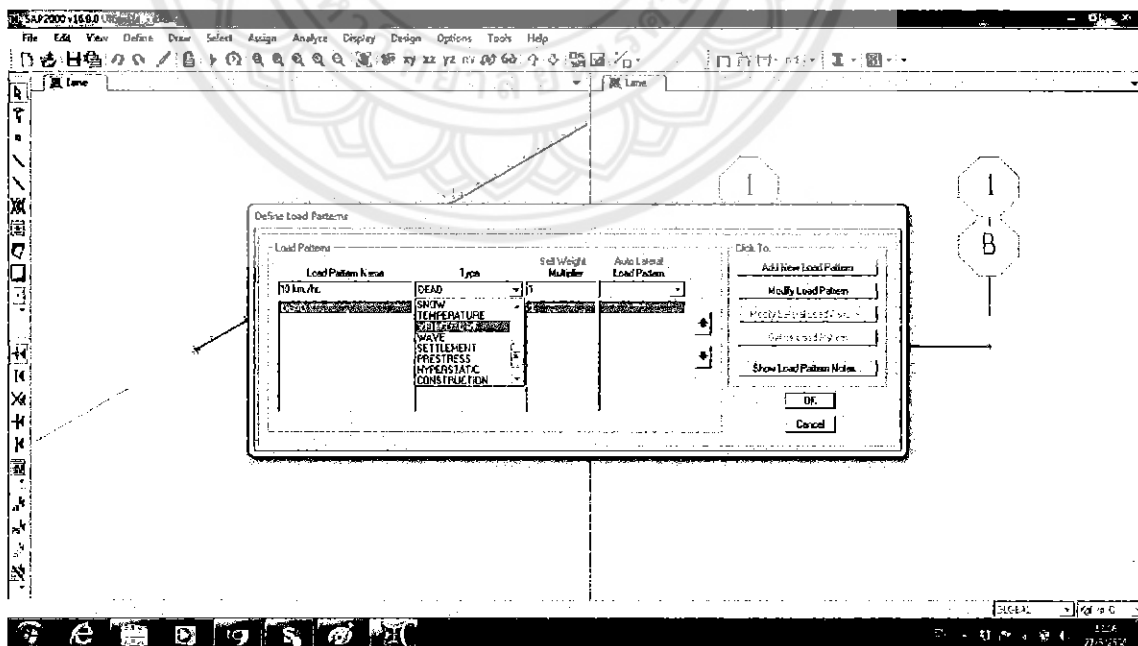
30. เลือก Define > Load Patterns



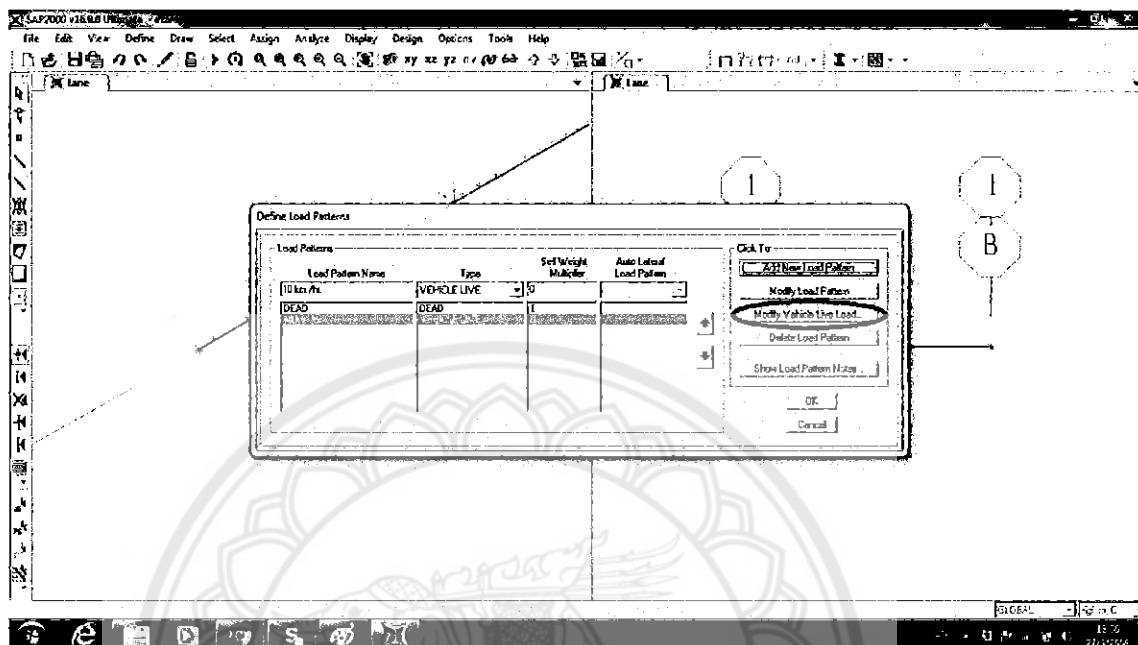
31. เลือก Load >เลือก More...



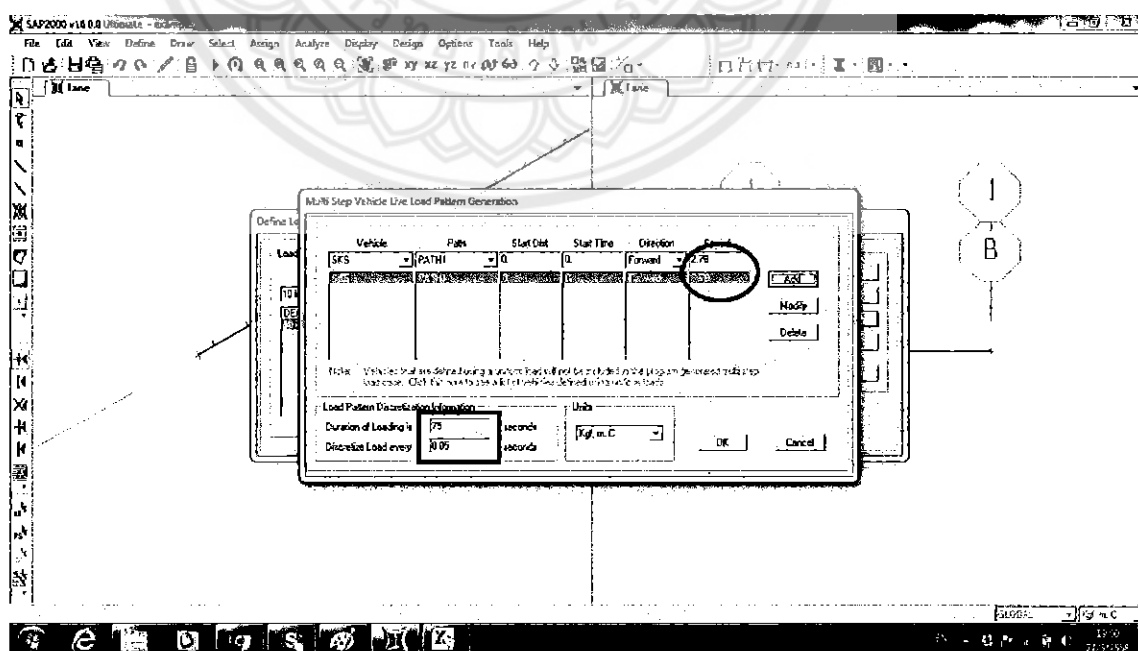
32. เลือก Vehicle Live > Add New Load Pattern



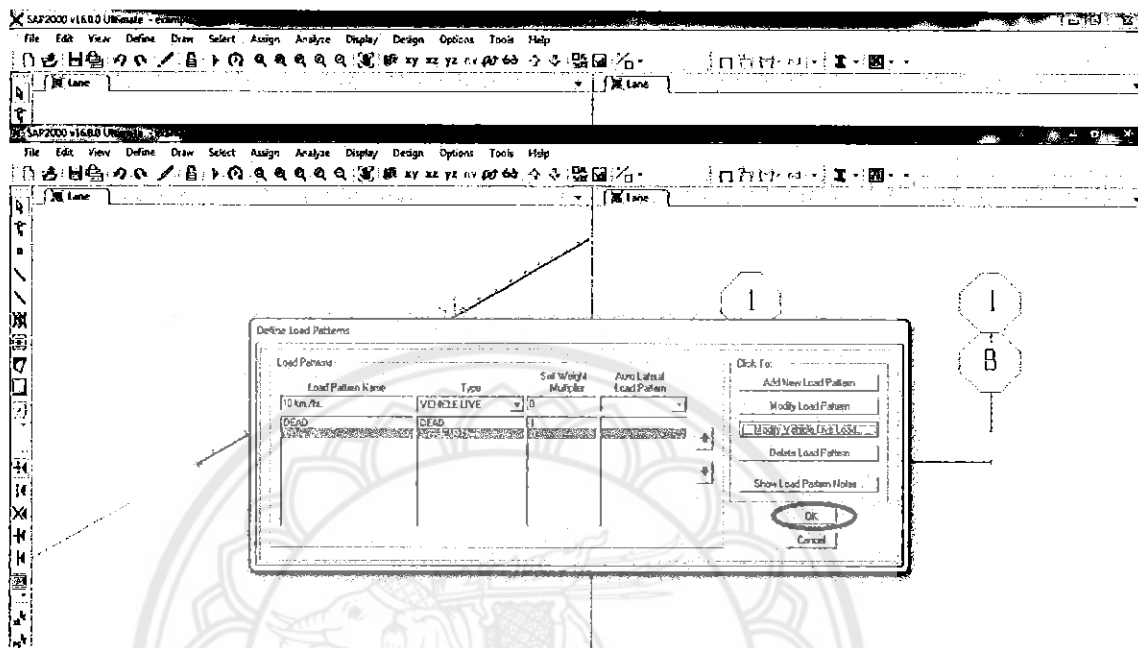
33. กดเลือก load ที่ทำไว้ > Modify Vehicle Live Load...



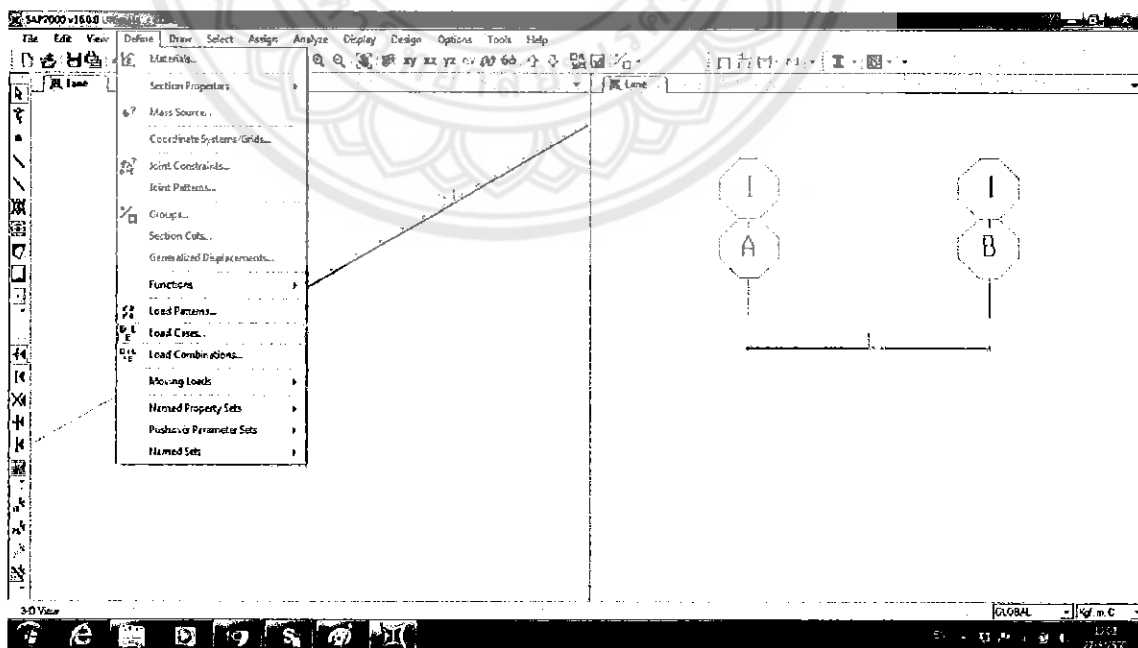
34. กำหนดความเร็วเป็นหน่วย เมตรต่อวินาที > Add > กำหนด Duration of Load ((คำนวณจากความยาวสะพาน+ความยาวรถไฟ)/ความเร็ว) > กำหนด Discretize Load every 0.05 seconds เพื่อเพิ่มความละเอียดในการวิเคราะห์

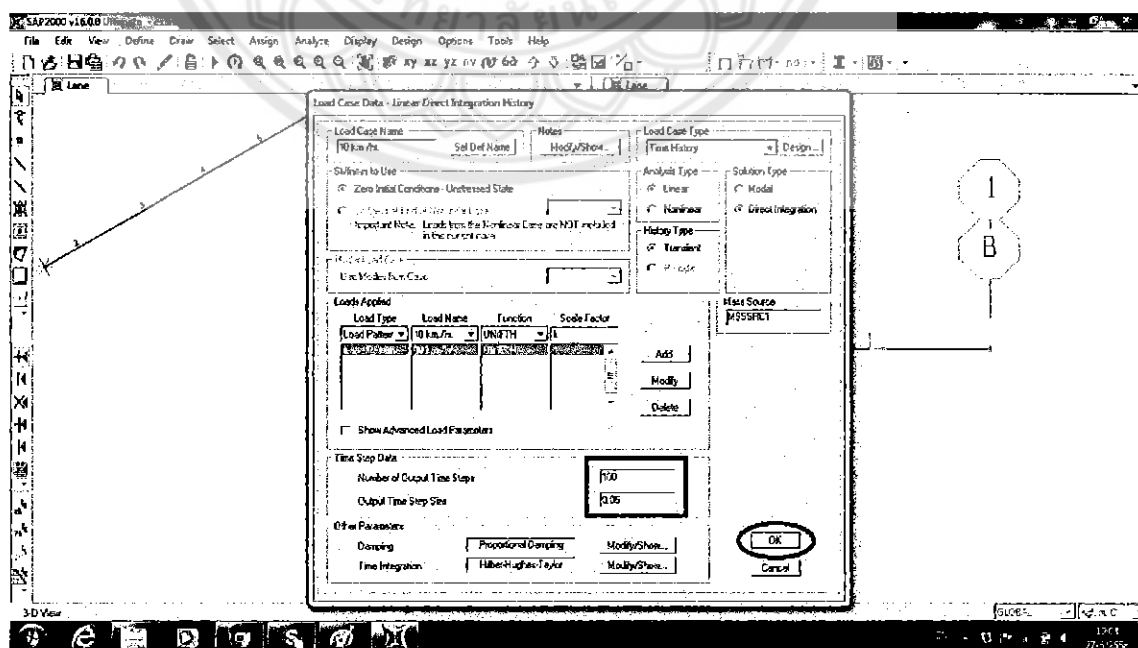
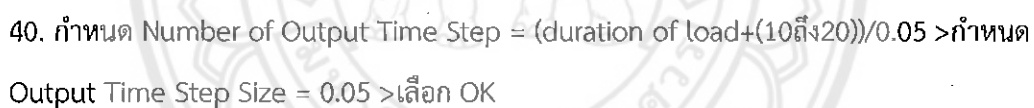


35. เลือก OK

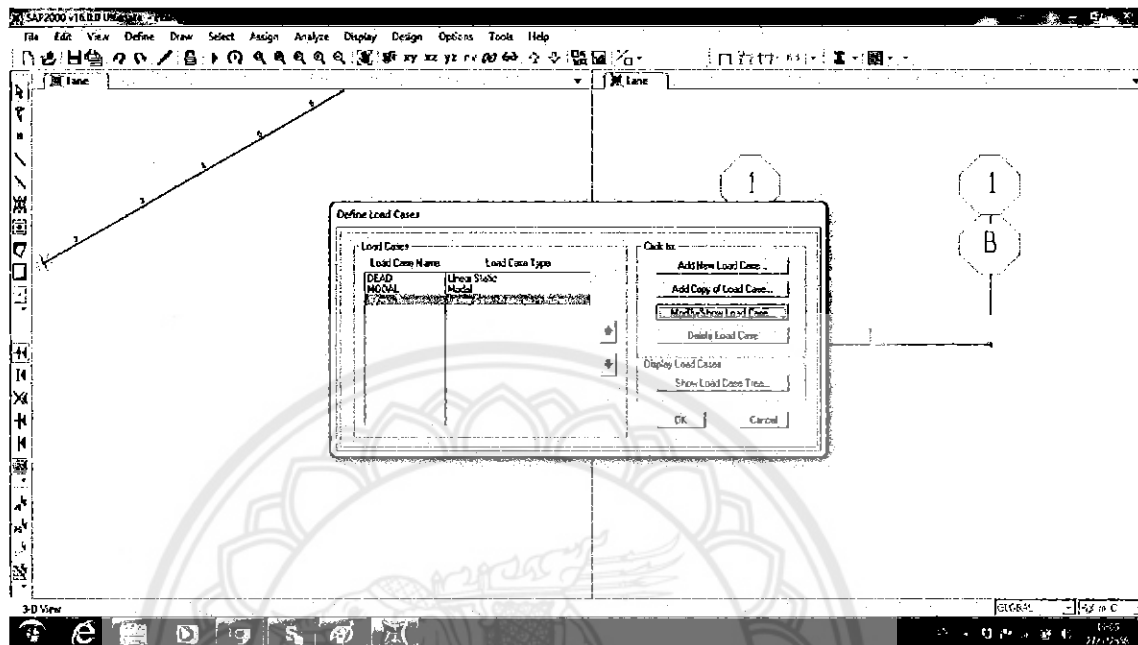


36. เลือก Define > Load Cases...

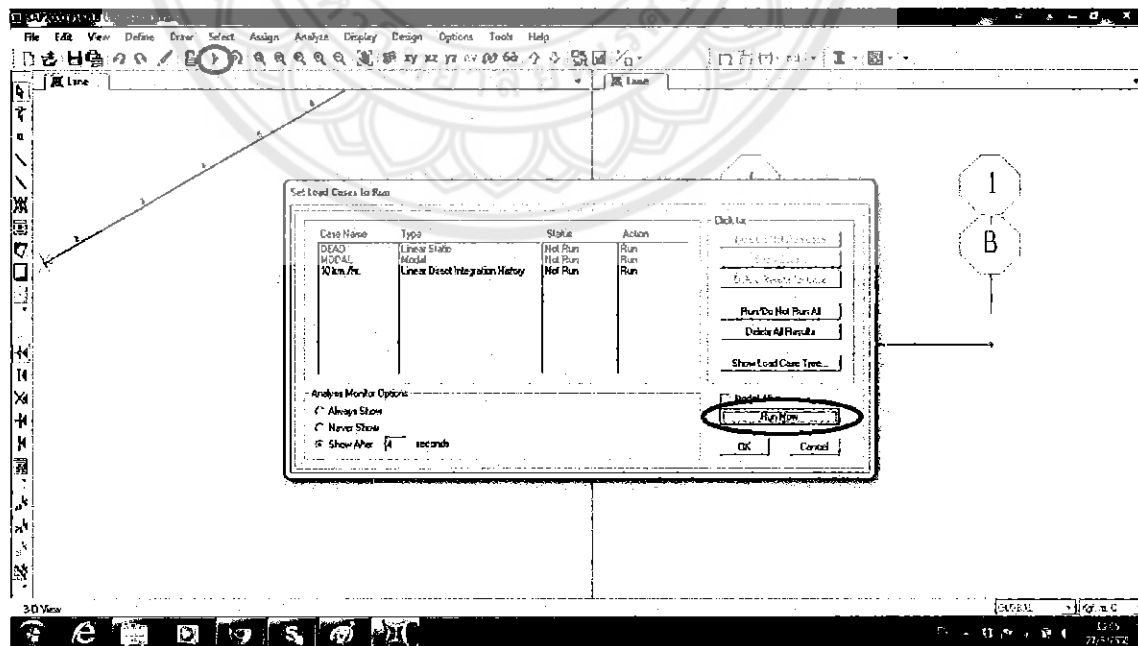




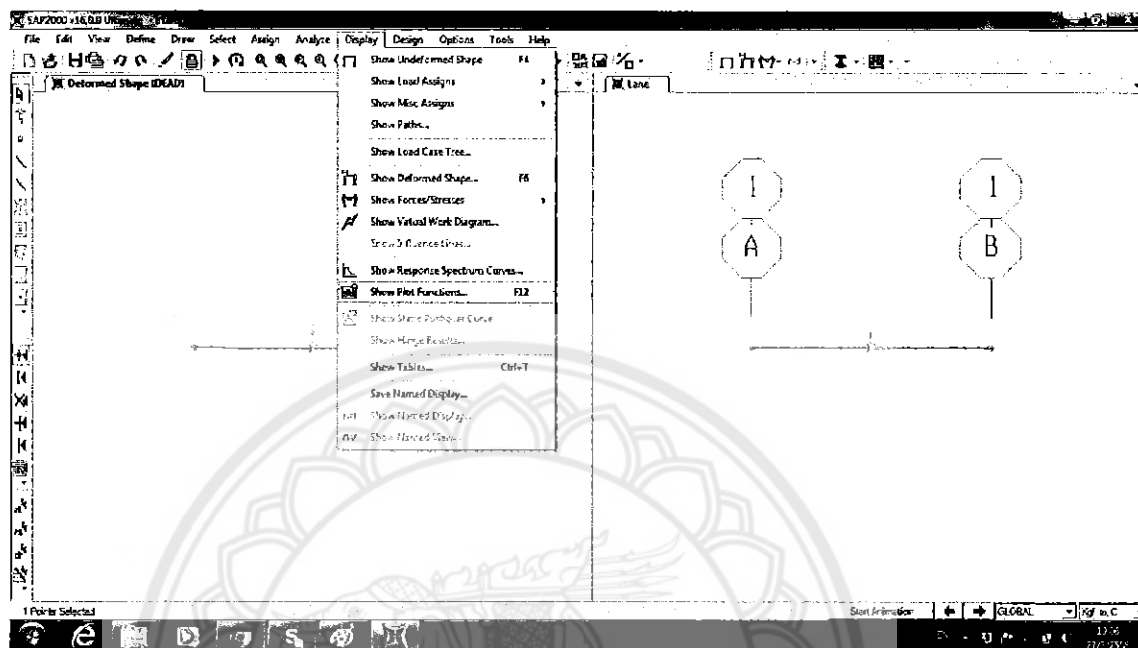
41. เลือก OK



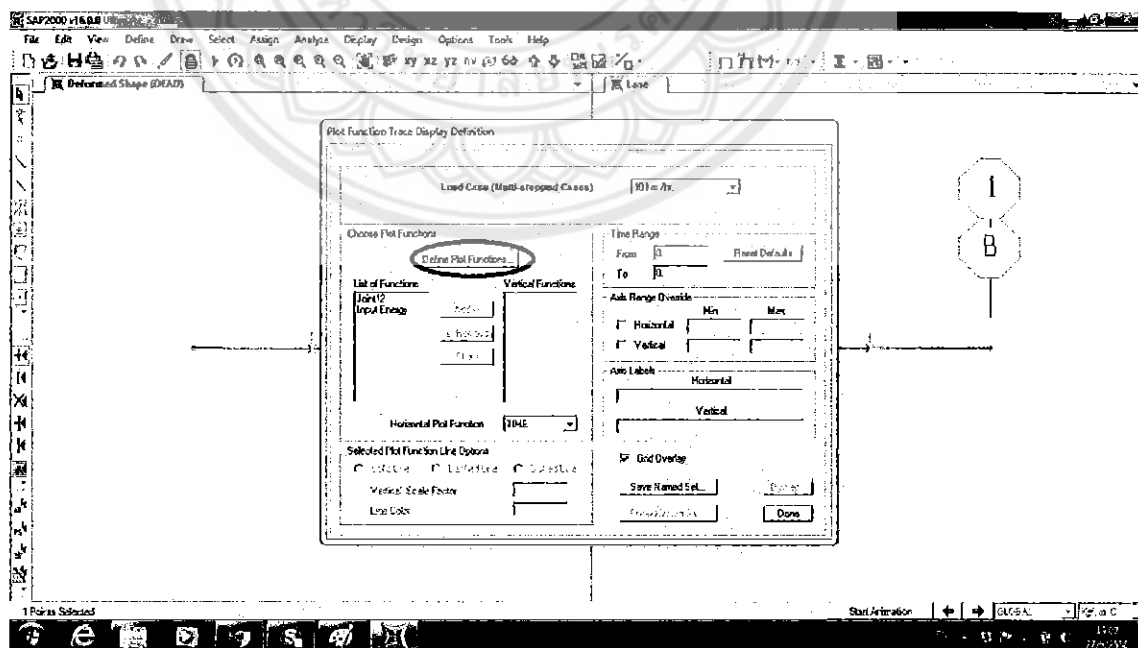
42. เลือก RUN > Run Now



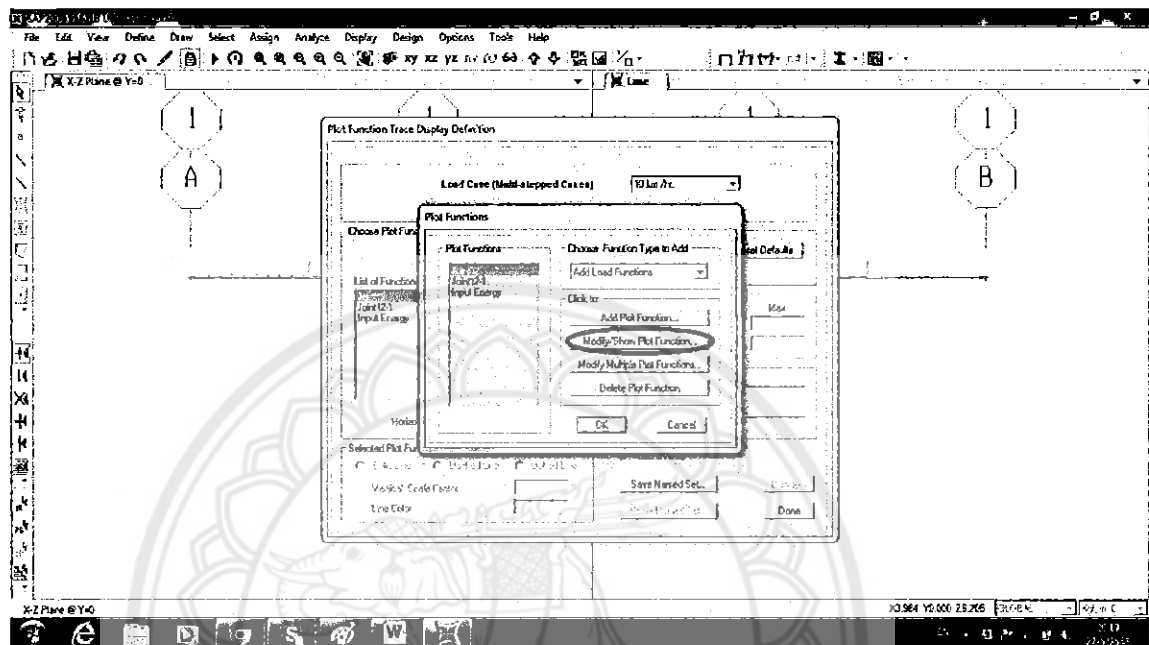
43. กดเลือกบริเวณที่ต้องการทราบค่า > เลือก Display > Show Plot Function...



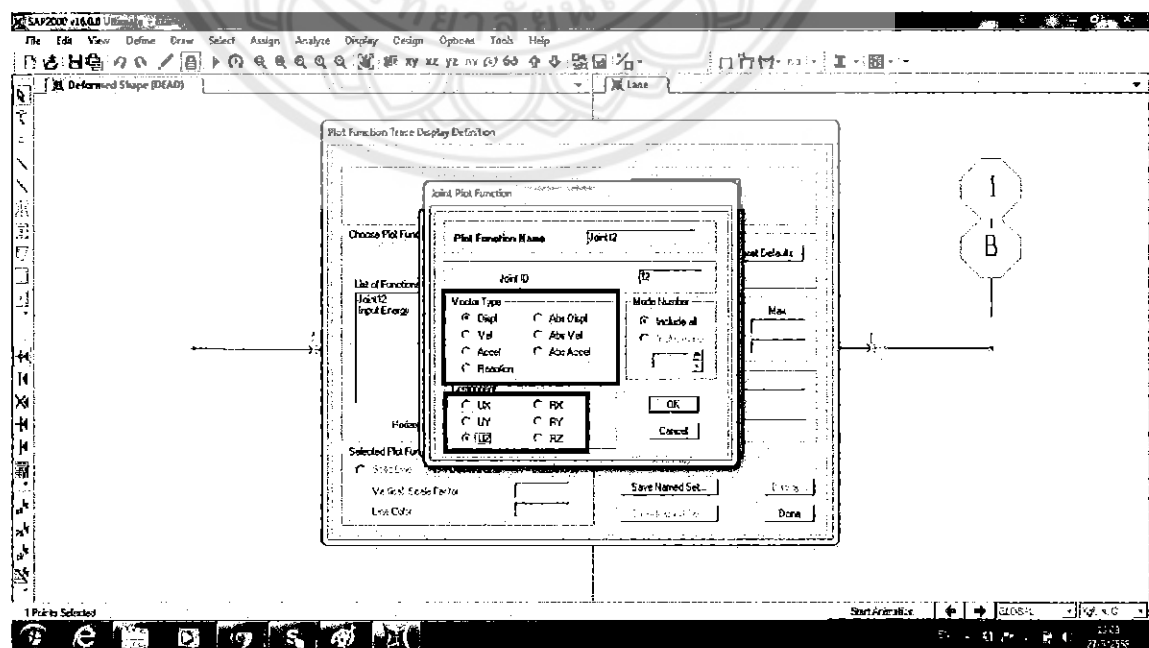
44. เลือก Define Plot Function...



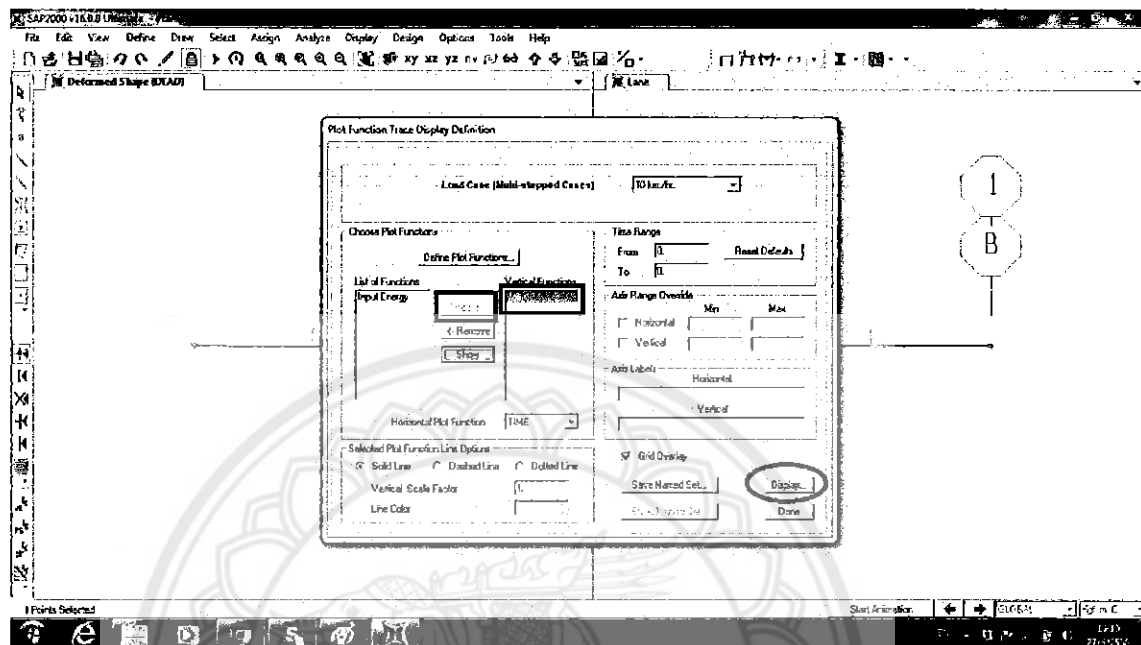
45. กดเลือกข้อจุดที่ต้องการทราบค่า >เลือก Function Type ที่ต้องการ > Modify/show Plot Function...



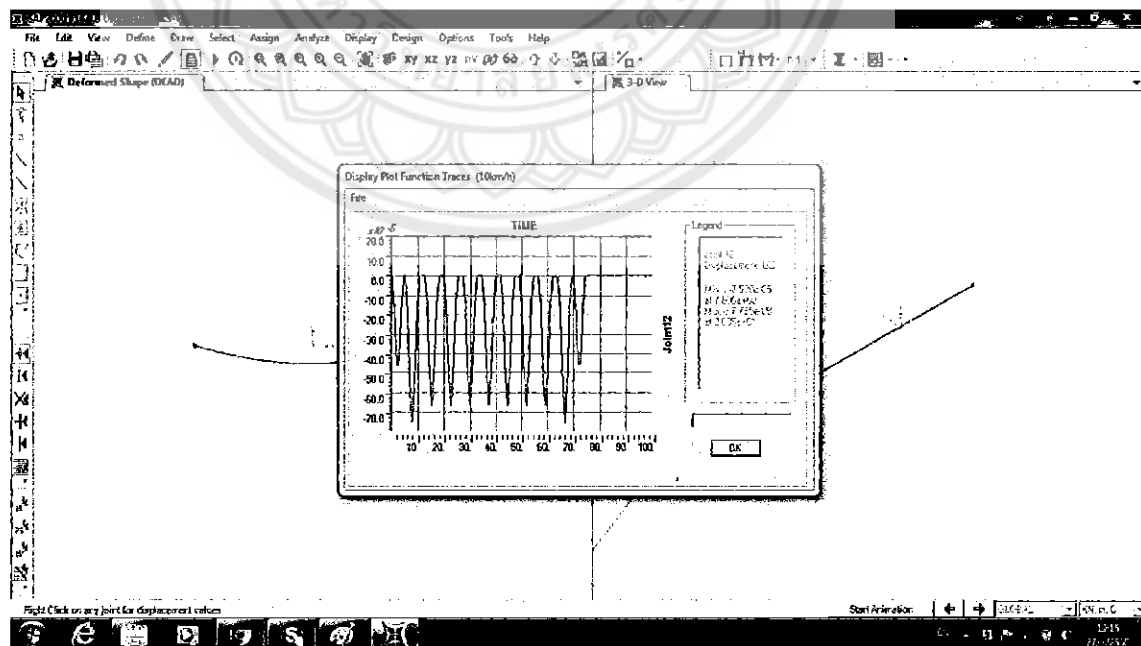
46. กดเลือกค่าที่ต้องการทราบ >เลือก OK



47. เลือกจุดที่ต้องการทราบค่า > Add > Display...



48. ทราบผลที่เกิดขึ้นในเวลาต่างๆระหว่างที่รถไฟวิ่งผ่าน





ตารางบันทึกข้อมูล ค่า Displacement ของ SKS 300 , CRH2 , HSLM

ตาราง Displacement(mm.)ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300

ความเร็ว (km./h)	SKS Displacement (mm.)									
	span	span	span	span	span	span	span	span	span	
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.	
10	0.075	0.214	0.46	0.872	1.612	2.765	4.36	6.815	10.28	
30	0.075	0.214	0.466	0.903	1.611	2.918	4.409	6.794	10.3	
50	0.075	0.214	0.464	0.891	1.682	3.324	4.382	6.736	10.35	
70	0.075	0.215	0.471	0.9	1.627	2.772	4.402	7.002	10.85	
90	0.076	0.216	0.481	0.939	1.618	2.809	4.443	7.113	10.9	
110	0.077	0.215	0.462	0.873	1.627	2.944	4.623	7.649	10.8	
130	0.074	0.223	0.465	0.879	1.694	3.05	4.776	6.963	12.28	
150	0.075	0.217	0.472	0.898	1.627	3.142	5.1	8.069	12.18	
170	0.074	0.212	0.476	0.91	1.667	2.854	5.131	7.924	14.02	
180	0.073	0.211	0.48	0.871	2.265	3.427	5.339	8.142	13.25	
190	0.074	0.214	0.494	0.874	2.225	3.306	5.096	12.47	10.7	
200	0.073	0.207	0.464	0.835	1.872	3.144	5.227	16.55	11.77	
210	0.069	0.209	0.453	0.867	1.688	3.233	6.367	14.63	11.55	
220	0.049	0.209	0.459	0.869	1.748	3.285	7.395	9.728	10.46	
230	0.078	0.212	0.466	0.969	1.824	3.749	10.21	8.18	10.64	
240	0.069	0.224	0.492	0.958	1.878	3.42	13.29	8.506	11.33	
250	0.072	0.225	0.479	0.954	1.874	4.059	12.43	8.32	11.31	
260	0.076	0.221	0.632	1.045	2.078	4.171	8.705	7.651	10.93	
270	0.073	0.226	0.605	0.99	1.921	4.228	6.249	7.36	10.8	
280	0.069	0.219	0.539	1.045	1.974	5.922	5.309	7.323	11.05	
290	0.079	0.227	0.549	0.951	2.012	6.978	5.364	7.544	11.23	
300	0.074	0.225	0.504	1.066	2.024	6.01	5.177	7.511	11.38	
310	0.076	0.207	0.531	1.024	2.015	5.185	5.052	7.503	11.68	
320	0.085	0.218	0.503	1.03	1.948	4.029	4.935	7.698	11.95	
330	0.089	0.217	0.485	1.11	1.953	3.173	4.903	7.936	12.28	
340	0.071	0.23	0.483	1.051	1.842	3.166	4.929	7.965	12.76	
350	0.065	0.236	0.502	1.049	1.85	3.1	4.982	8.03	12.86	
static	0.075	0.214	0.46	0.871	1.61	2.764	4.332	6.723	10.25	

ตาราง Displacement(mm.)ของรถไฟความเร็วสูง CRH 2

ความเร็ว (km./h)	CRH2 Displacement (mm.)									
	span	span	span	span	span	span	span	span	span	
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.	
10	0.071	0.183	0.446	0.875	1.493	2.405	4.004	11.48	8.9	
30	0.064	0.184	0.453	0.881	1.498	2.409	4.034	11.53	8.902	
50	0.063	0.184	0.449	0.879	1.512	2.44	4.103	11.87	9.438	
70	0.065	0.183	0.449	0.879	1.5	2.446	4.226	12.99	9.483	
90	0.063	0.231	0.467	0.906	1.532	2.508	4.123	11.99	8.995	
110	0.059	0.181	0.462	0.891	1.636	2.587	4.311	12.93	9.498	
130	0.058	0.179	0.457	1.037	1.606	2.642	4.231	14.66	9.783	
150	0.057	0.19	0.459	0.903	1.542	2.472	4.216	15.11	10.95	
170	0.056	0.192	0.466	0.94	1.639	2.525	4.556	18.86	11.7	
180	0.059	0.192	0.456	0.995	1.649	2.681	4.22	29.86	13.02	
190	0.064	0.185	0.446	0.958	1.602	2.552	4.436	33.01	10.7	
200	0.063	0.199	0.465	0.973	1.542	2.576	4.564	22.27	23.74	
210	0.064	0.187	0.457	0.964	1.499	2.532	5.17	14.2	17.02	
220	0.062	0.205	0.443	0.884	1.535	2.69	4.983	13.91	11.7	
230	0.077	0.197	0.487	0.91	1.55	2.692	5.625	13.3	11.06	
240	0.062	0.197	0.488	0.938	1.613	2.985	5.127	12.99	10.73	
250	0.064	0.173	0.466	0.933	1.582	3.031	6.3	12.86	10.2	
260	0.07	0.186	0.481	0.991	1.837	3.22	5.614	12.5	10.04	
270	0.056	0.189	0.505	0.982	1.635	3.177	6.64	12.59	9.939	
280	0.074	0.185	0.532	0.978	1.894	3.062	8.543	12.61	9.909	
290	0.065	0.181	0.467	0.981	1.709	3.191	8.063	12.92	9.874	
300	0.068	0.173	0.478	1.026	2.013	3.014	6.774	13.12	9.887	
310	0.059	0.182	0.483	0.987	1.702	3.083	5.158	13.62	10.07	
320	0.061	0.188	0.474	0.955	1.87	3.145	4.717	13.9	10.17	
330	0.06	0.186	0.483	0.952	1.788	3.12	4.602	14.19	10.4	
340	0.064	0.194	0.478	1.007	1.833	3.087	4.454	14.4	10.63	
350	0.066	0.224	0.472	0.943	1.838	3.536	4.245	14.64	10.8	
static	0.061	0.183	0.445	0.871	1.491	2.395	3.992	11.43	8.744	

ตาราง Displacement (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A1)

ความเร็ว (km/h)	A1								
	Displacement (mm.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	0.027	0.068	0.138	0.255	0.464	0.853	1.392	3.409	3.745
30	0.027	0.067	0.141	0.29	0.474	0.878	1.446	4.987	6.179
50	0.027	0.067	0.139	0.271	0.476	0.891	1.44	3.675	9.093
70	0.027	0.071	0.145	0.261	0.469	0.911	1.73	4.907	6.831
90	0.028	0.069	0.143	0.273	0.518	1.06	1.475	11.71	4.561
110	0.028	0.067	0.148	0.266	0.666	0.895	1.796	3.023	3.918
130	0.026	0.077	0.146	0.583	0.515	2.38	1.513	2.753	3.84
150	0.03	0.071	0.151	0.301	0.535	0.998	1.585	3.399	4.066
170	0.028	0.068	0.146	0.29	0.594	1.016	1.707	6.943	4.155
180	0.028	0.067	0.15	0.333	0.589	1.033	1.73	8.556	4.398
190	0.027	0.069	0.139	0.456	0.515	1.006	1.733	4.435	4.38
200	0.029	0.071	0.136	0.426	0.492	1.01	2.21	3.288	3.874
210	0.028	0.072	0.14	0.258	0.481	1.064	4.766	3.254	3.567
220	0.028	0.071	0.145	0.27	0.483	1.148	4.559	3.299	3.783
230	0.029	0.07	0.338	0.26	0.523	1.324	2.768	3.348	5.417
240	0.027	0.071	0.219	0.289	0.532	1.625	2.261	2.964	4.07
250	0.027	0.072	0.183	0.279	0.575	2.325	1.979	3.008	4.139
260	0.027	0.085	0.169	0.271	0.588	4.838	1.857	2.326	3.252
270	0.029	0.11	0.16	0.28	0.668	3.689	1.818	2.533	3.597
280	0.033	0.075	0.208	0.291	0.695	1.944	1.646	5.752	3.687
290	0.058	0.076	0.176	0.299	0.775	1.47	1.577	3.076	4.539
300	0.028	0.076	0.171	0.404	0.865	1.244	1.476	3.065	3.804
310	0.024	0.077	0.162	0.318	1.182	1.08	1.421	2.819	4.331
320	0.025	0.073	0.162	0.297	1.902	1.04	1.375	2.426	3.678
330	0.025	0.074	0.163	0.299	1.422	0.985	1.412	2.342	3.849
340	0.026	0.078	0.173	0.31	0.792	1.034	1.459	2.595	3.813
350	0.029	0.083	0.168	0.304	0.628	0.932	1.514	3.578	4.463
static	0.027	0.066	0.138	0.25	0.458	0.84	1.38	2.103	3.264

ตาราง Displacement (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A2)

ความเร็ว (km/h)	A2								
	Displacement (mm.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	0.032	0.082	0.163	0.296	0.545	0.955	1.575	4.687	4.051
30	0.032	0.079	0.165	0.302	0.516	0.973	1.615	4.53	6.933
50	0.035	0.08	0.165	0.306	0.536	0.989	1.574	4.939	9.832
70	0.031	0.093	0.203	0.341	0.56	1.27	1.699	3.943	5.24
90	0.033	0.098	0.169	0.32	0.587	1.05	1.639	8.447	5.418
110	0.031	0.083	0.174	0.314	0.683	0.973	2.202	3.093	4.062
130	0.032	0.082	0.183	0.324	0.584	1.166	1.813	4.067	5.751
150	0.033	0.082	0.178	0.341	0.576	1.136	1.848	3.686	5.014
170	0.032	0.075	0.187	0.33	1.899	1.138	1.944	4.68	3.598
180	0.033	0.074	0.17	0.344	0.722	1.155	1.943	6.948	4.951
190	0.032	0.093	0.172	0.377	0.624	1.117	2.006	10.42	4.586
200	0.032	0.088	0.16	0.44	0.551	1.092	2.221	4.891	4.626
210	0.032	0.088	0.156	0.403	0.517	1.119	2.955	3.412	4.463
220	0.035	0.086	0.233	0.298	0.522	1.254	5.858	3.727	4.621
230	0.032	0.082	0.186	0.312	0.533	1.337	7.424	3.137	4.105
240	0.034	0.083	0.31	0.415	0.586	1.463	3.708	3.444	4.476
250	0.033	0.085	0.358	0.348	0.579	1.737	2.893	2.771	4.012
260	0.033	0.086	0.234	0.348	0.654	2.308	2.418	4.447	3.946
270	0.033	0.096	0.211	0.345	0.642	3.893	2.189	3.149	4.012
280	0.035	0.11	0.198	0.353	0.653	5.155	2.009	3.266	4.041
290	0.036	0.087	0.235	0.362	0.673	2.747	1.843	3.815	4.894
300	0.045	0.085	0.216	0.378	0.701	1.784	1.697	4.312	4.094
310	0.067	0.088	0.212	0.395	0.761	1.466	1.633	5.437	4.937
320	0.033	0.096	0.195	0.489	0.866	1.272	1.599	2.977	4.116
330	0.029	0.088	0.193	0.341	1.122	1.463	1.646	3.482	4.826
340	0.03	0.088	0.194	0.352	1.422	1.072	1.649	2.704	4.28
350	0.031	0.087	0.197	0.373	0.916	1.087	1.727	3.324	4.891
static	0.032	0.078	0.162	0.295	0.498	0.945	1.565	2.38	3.598

ตาราง Displacement (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A3)

ความเร็ว (km/h)	A3								
	Displacement (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.028	0.071	0.146	0.266	0.446	0.818	1.379	3.696	3.44
30	0.028	0.07	0.153	0.268	0.535	0.831	1.688	3.384	4.182
50	0.028	0.077	0.147	0.275	0.469	0.855	1.439	8.772	5.126
70	0.029	0.071	0.149	0.274	0.467	0.916	1.483	4.163	4.275
90	0.028	0.072	0.16	0.315	1.058	0.879	1.462	4.458	4.622
110	0.026	0.07	0.145	0.403	0.505	0.965	1.584	4.011	3.81
130	0.028	0.073	0.236	0.277	0.512	0.931	1.714	2.502	4.069
150	0.029	0.078	0.167	0.326	0.534	0.967	1.757	3.263	4.362
170	0.031	0.086	0.305	0.309	0.673	0.943	1.68	3.273	7.423
180	0.031	0.066	0.179	0.308	1.939	0.955	1.687	3.891	5.269
190	0.031	0.067	0.145	0.288	0.626	0.928	1.645	6.104	4.563
200	0.029	0.098	0.147	0.334	0.498	0.893	1.808	5.715	4.126
210	0.029	0.082	0.144	0.316	0.481	0.908	2.108	4.076	3.992
220	0.028	0.083	0.14	0.305	0.451	0.954	2.749	3.625	3.951
230	0.029	0.079	0.201	0.306	0.466	1.126	4.893	2.718	3.789
240	0.024	0.075	0.183	0.307	0.473	1.128	8.097	2.793	3.301
250	0.03	0.078	0.229	0.416	0.479	1.229	4.028	4.368	3.587
260	0.029	0.078	0.474	0.334	0.488	1.403	2.738	2.654	3.648
270	0.031	0.081	0.225	0.316	0.723	1.735	2.211	2.735	3.436
280	0.03	0.095	0.213	0.331	0.517	2.274	1.902	2.629	3.767
290	0.032	0.082	0.19	0.3	0.529	3.663	1.769	2.394	3.394
300	0.032	0.077	0.183	0.34	0.608	3.089	1.709	2.382	3.736
310	0.036	0.077	0.256	0.335	0.553	1.692	1.464	5.515	3.663
320	0.057	0.074	0.184	0.351	0.563	1.276	1.406	3.121	6.614
330	0.037	0.081	0.182	0.408	0.584	1.056	1.514	2.92	4.08
340	0.027	0.081	0.189	0.311	0.586	0.974	1.505	2.7	3.999
350	0.028	0.078	0.177	0.321	0.599	0.929	1.536	3.3	4.14
static	0.028	0.071	0.145	0.265	0.439	0.804	1.353	2.09	3.032

ตาราง Displacement (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A4)

ความเร็ว (km/h)	A4								
	Displacement (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.03	0.075	0.155	0.28	0.469	0.809	1.454	3.225	4.14
30	0.03	0.074	0.175	0.289	0.478	0.828	1.425	5.022	4.37
50	0.03	0.076	0.158	0.299	0.477	0.828	1.515	6.519	4.767
70	0.029	0.076	0.161	0.303	0.489	0.843	1.475	9.433	4.84
90	0.031	0.075	0.218	0.363	0.532	0.863	1.541	3.709	6.643
110	0.031	0.079	0.167	0.331	0.496	0.935	1.479	5.158	4.431
130	0.03	0.081	0.161	0.293	0.638	0.965	2.071	3.094	4.268
150	0.03	0.086	0.165	0.326	0.518	1.261	1.676	2.657	4.422
170	0.043	0.074	0.183	0.301	0.606	0.979	1.688	2.787	13.16
180	0.03	0.071	0.372	0.318	0.815	0.905	1.721	3.408	8.217
190	0.031	0.07	0.173	0.305	1.401	0.872	1.617	3.453	5.295
200	0.033	0.076	0.15	0.312	0.583	0.951	1.747	5.423	4.886
210	0.029	0.113	0.158	0.394	0.508	0.863	1.936	5.525	4.294
220	0.03	0.087	0.155	0.287	0.459	0.91	2.324	4.094	4.653
230	0.029	0.085	0.157	0.563	0.538	0.969	2.938	3.028	3.648
240	0.03	0.085	0.179	0.392	0.507	1.004	4.678	2.795	4.63
250	0.03	0.08	0.179	0.372	0.5	1.118	7.753	2.964	3.427
260	0.033	0.084	0.215	0.378	0.527	1.183	4.956	4.263	3.475
270	0.031	0.085	0.467	0.359	0.614	1.317	2.968	3.236	4.752
280	0.035	0.083	0.297	0.346	0.608	1.488	2.278	2.781	4.735
290	0.032	0.095	0.215	0.355	0.558	1.771	1.976	3.054	3.615
300	0.029	0.115	0.201	0.327	0.571	3.003	1.754	2.338	3.529
310	0.034	0.098	0.188	0.361	0.599	2.695	1.58	2.781	3.739
320	0.037	0.08	0.221	0.357	0.599	1.778	1.485	3.608	4.068
330	0.044	0.079	0.216	0.372	0.605	1.198	1.536	3.861	6.327
340	0.062	0.079	0.194	0.373	0.615	1.023	1.568	3.195	5.503
350	0.031	0.081	0.193	0.391	0.625	0.992	1.633	3.834	4.241
static	0.03	0.075	0.154	0.279	0.464	0.799	1.369	2.125	3.091

ตาราง Displacement (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A5)

ความเร็ว (km/h)	A5								
	Displacement (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.027	0.067	0.13	0.25	0.419	0.694	1.188	2.784	3.719
30	0.028	0.067	0.14	0.27	0.441	0.695	1.21	4.062	1.458
50	0.027	0.077	0.14	0.26	0.457	0.696	1.228	3.947	4.185
70	0.027	0.065	0.15	0.27	0.473	0.722	1.258	6.845	4.366
90	0.029	0.071	0.14	0.26	0.453	0.739	1.36	3.21	1.282
110	0.026	0.075	0.15	0.26	0.407	0.938	1.261	1.022	3.659
130	0.027	0.077	0.15	0.27	0.958	0.794	2.247	3.004	3.815
150	0.029	0.072	0.15	0.27	0.48	0.865	1.447	3.369	3.768
170	0.028	0.062	0.16	0.28	0.504	1.031	1.411	2.761	7.426
180	0.037	0.064	0.16	0.28	0.576	0.925	1.376	2.317	13.09
190	0.028	0.068	0.25	0.27	0.75	0.763	1.35	2.357	7.116
200	0.028	0.066	0.14	0.27	0.907	0.698	1.413	3.228	5.529
210	0.029	0.069	0.14	0.26	0.444	0.698	1.559	4.43	4.116
220	0.026	0.108	0.14	0.29	0.45	0.735	1.766	4.979	3.922
230	0.028	0.079	0.14	0.29	0.449	0.777	2.004	3.564	4.277
240	0.027	0.077	0.15	0.72	0.504	0.803	2.494	2.583	3.401
250	0.025	0.077	0.15	0.41	0.477	0.864	3.753	2.201	3.521
260	0.026	0.074	0.16	0.37	0.483	0.911	6.087	2.578	2.891
270	0.027	0.075	0.17	0.34	0.508	0.954	4.591	2.527	3.048
280	0.027	0.079	0.37	0.33	0.518	0.995	2.604	2.214	4.276
290	0.029	0.074	0.28	0.32	0.523	1.11	1.915	2.132	3.579
300	0.03	0.081	0.2	0.33	0.55	1.171	1.637	3.453	2.895
310	0.03	0.112	0.18	0.31	0.545	1.696	1.453	2.967	3.399
320	0.031	0.101	0.17	0.31	0.543	1.911	1.323	2.625	3.397
330	0.031	0.082	0.17	0.32	0.576	1.408	1.425	2.24	3.513
340	0.035	0.07	0.21	0.32	0.501	0.878	1.436	3.371	3.175
350	0.045	0.068	0.17	0.3	0.559	0.896	1.373	3.723	5.704
static	0.027	0.066	0.14	0.25	0.42	0.669	1.117	1.837	2.693

ตาราง Displacement (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A6)

ความเร็ว (km/h)	A6								
	Displacement (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.029	0.071	0.146	0.274	0.443	0.689	1.190	4.545	3.230
30	0.028	0.070	0.149	0.271	0.464	0.727	1.252	3.267	4.482
50	0.029	0.071	0.151	0.393	0.456	0.708	1.187	3.648	4.532
70	0.029	0.079	0.149	0.280	0.504	0.717	1.569	3.933	4.438
90	0.030	0.072	0.157	0.284	0.489	0.784	1.875	3.656	5.817
110	0.028	0.074	0.147	0.277	0.489	0.947	1.284	8.075	3.636
130	0.033	0.074	0.154	0.303	0.525	0.780	1.416	2.873	3.982
150	0.024	0.074	0.165	0.290	0.503	0.814	1.443	2.142	3.394
170	0.030	0.082	0.159	0.401	0.512	0.237	1.388	2.733	5.547
180	0.032	0.068	0.170	0.319	0.565	0.101	1.342	3.260	10.070
190	0.032	0.069	0.176	0.282	0.588	0.800	1.310	2.360	14.060
200	0.031	0.076	0.160	0.278	0.703	0.742	1.407	3.456	7.197
210	0.029	0.073	0.149	0.263	0.593	0.708	1.501	2.885	6.279
220	0.031	0.806	0.152	0.259	0.456	0.825	1.628	5.377	4.267
230	0.028	0.114	0.154	0.275	0.518	0.767	1.780	3.378	3.697
240	0.031	0.085	0.156	0.363	0.518	0.788	2.066	3.493	3.969
250	0.033	0.081	0.163	0.829	0.535	0.828	2.416	2.481	3.973
260	0.028	0.085	0.159	0.497	0.542	0.839	3.346	2.362	3.526
270	0.028	0.079	0.160	0.410	0.553	0.874	5.227	3.450	3.564
280	0.028	0.078	0.184	0.382	0.546	0.902	4.323	3.116	3.199
290	0.028	0.083	0.252	0.393	0.576	0.906	2.604	2.917	3.632
300	0.026	0.080	0.339	0.340	0.552	0.935	1.900	2.174	3.552
310	0.035	0.083	0.211	0.350	0.669	0.929	1.565	2.356	3.940
320	0.032	0.103	0.173	0.339	0.599	1.067	1.385	2.205	3.570
330	0.032	0.104	0.175	3.251	0.574	1.349	1.408	2.238	3.320
340	0.034	0.132	0.186	0.332	0.588	0.962	1.442	2.322	3.225
350	0.036	0.077	0.177	0.338	0.594	0.929	1.577	2.721	3.767
static	0.029	0.071	0.146	0.265	0.440	0.681	1.178	1.875	2.771

ตาราง Displacement (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A7)

ความเร็ว (km./h)	A7								
	Displacement (mm.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	0.03	0.075	0.155	0.283	0.484	0.817	1.186	2.836	3.167
30	0.032	0.077	0.165	0.287	0.475	0.744	1.228	4.112	4.398
50	0.031	0.077	0.154	0.294	0.481	1.165	1.241	4.476	8.183
70	0.03	0.074	0.159	0.295	0.487	1.22	1.469	5.213	4.481
90	0.031	0.077	0.172	0.329	0.549	0.906	1.391	3.57	4.235
110	0.032	0.076	0.155	0.305	0.603	0.766	1.345	4.801	4.011
130	0.028	0.081	0.172	0.577	0.508	0.875	1.428	3.703	3.653
150	0.03	0.075	0.168	0.323	0.553	0.831	1.698	2.457	3.744
170	0.031	0.09	0.162	0.408	0.534	1.552	1.349	2.425	4.746
180	0.033	0.072	0.167	0.38	0.559	1.671	1.354	2.536	6.356
190	0.035	0.075	0.169	0.306	0.551	0.925	1.229	3.155	13.19
200	0.032	0.073	0.165	0.332	0.559	0.752	1.316	2.638	14.19
210	0.032	0.082	0.167	0.274	0.568	0.743	1.393	2.603	6.878
220	0.031	0.079	0.191	0.274	0.56	0.774	1.522	2.829	5.331
230	0.032	0.082	0.163	0.283	0.581	0.898	1.618	5.397	4.235
240	0.03	0.121	0.173	0.317	0.598	0.819	1.819	5.019	4.203
250	0.033	0.09	0.166	0.432	0.591	0.843	1.929	4.287	4.036
260	0.042	0.083	0.169	0.968	0.687	0.869	2.23	2.524	4.189
270	0.029	0.084	0.163	0.61	0.653	0.888	2.845	2.162	3.419
280	0.03	0.083	0.204	0.445	0.595	0.91	4.449	4.344	3.796
290	0.03	0.082	0.18	0.435	0.585	0.931	3.936	2.204	3.558
300	0.029	0.086	0.2	0.492	0.552	0.949	2.495	4.375	3.372
310	0.027	0.086	0.324	0.351	0.6	0.965	1.738	2.478	4.231
320	0.043	0.089	0.221	0.345	0.621	0.977	1.475	2.683	4.507
330	0.035	0.098	0.182	0.346	0.639	0.979	1.489	2.744	3.376
340	0.036	0.136	0.193	0.336	0.621	1.049	1.538	2.482	3.517
350	0.036	0.172	0.187	0.343	0.626	1.293	1.555	2.969	3.838
static	0.03	0.075	0.154	0.279	0.464	0.718	1.179	1.901	2.838

ตาราง Displacement (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A8)

ความเร็ว (km./h)	A8								
	Displacement (mm.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	0.03	0.075	0.155	0.282	0.471	0.725	1.135	3.369	3.242
30	0.032	0.074	0.156	0.299	0.545	0.778	1.395	4.63	4.643
50	0.029	0.074	0.159	0.307	0.586	0.763	1.3	7.603	9.045
70	0.03	0.075	0.16	0.295	0.49	0.808	1.233	3.395	6.762
90	0.03	0.082	0.16	0.49	0.935	0.948	1.23	3.442	3.978
110	0.029	0.078	0.159	0.399	0.709	0.761	1.3	3.831	3.655
130	0.029	0.077	0.244	0.321	0.497	0.833	1.364	4.024	3.523
150	0.028	0.079	0.165	0.319	0.777	0.823	3.41	2.33	3.202
170	0.033	0.075	0.162	0.339	0.519	1.113	1.329	2.377	4.288
180	0.032	0.069	0.159	0.787	0.518	2.254	1.219	2.16	4.896
190	0.031	0.079	0.1726	0.348	0.528	1.131	1.13	2.255	7.248
200	0.029	0.074	0.151	0.301	0.514	0.787	1.175	2.632	14.35
210	0.03	0.078	0.15	0.361	0.5	0.742	1.272	2.928	11.76
220	0.03	0.085	0.195	0.276	0.638	0.768	1.359	3.354	6.406
230	0.03	0.077	0.222	0.287	0.813	0.813	1.404	2.842	4.29
240	0.033	0.082	0.166	0.293	0.682	0.887	1.505	4.85	3.991
250	0.029	0.118	0.164	0.335	0.656	0.872	1.623	3.518	4.297
260	0.034	0.091	0.168	0.448	0.633	0.879	1.785	4.545	3.576
270	0.049	0.083	0.173	0.992	0.805	0.939	1.966	2.247	3.763
280	0.028	0.083	0.165	0.67	0.615	0.926	2.316	2.215	3.327
290	0.03	0.082	0.233	0.473	0.602	0.948	3.131	3.023	3.077
300	0.027	0.081	0.179	0.466	0.582	0.947	3.247	2.12	3.203
310	0.027	0.084	0.182	0.463	0.614	0.995	1.999	4.636	3.467
320	0.031	0.086	0.241	0.328	0.595	0.864	1.463	2.344	4.472
330	0.037	0.089	0.205	0.336	0.62	0.972	1.559	2.507	4.258
340	0.035	0.093	0.191	0.345	0.71	1.009	1.554	3.102	3.711
350	0.036	0.122	0.187	0.339	0.641	1.319	1.553	3.118	3.509
static	0.03	0.074	0.154	0.279	0.464	0.719	1.112	1.822	2.749

ตาราง Displacement (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A9)

ความเร็ว (km./h)	A9								
	Displacement (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.171	0.082	0.171	0.31	0.517	0.86	1.253	2.986	4.303
30	0.173	0.083	0.173	0.325	0.528	0.819	1.218	3.41	9.52
50	0.17	0.084	0.17	0.321	0.526	0.825	1.244	8.167	5.194
70	0.173	0.09	0.173	0.355	0.553	0.859	1.265	3.93	1.524
90	0.179	0.084	0.179	0.328	0.588	0.863	1.319	6.887	3.988
110	0.191	0.127	0.191	0.375	0.593	0.832	1.389	2.794	5.936
130	0.183	0.085	0.183	0.332	0.554	1.402	1.386	7.582	4.08
150	0.215	0.097	0.215	0.355	0.574	0.944	2.507	2.486	3.981
170	0.244	0.08	0.244	0.353	0.576	1.065	1.634	2.166	4.148
180	0.177	0.078	0.17	0.309	0.513	1.22	1.357	4.382	4.566
190	0.172	0.093	0.177	0.421	0.604	1.89	1.219	2.625	5.911
200	0.181	0.091	0.172	0.623	0.563	0.893	1.25	2.799	8.89
210	0.166	0.088	0.181	0.35	0.622	0.92	1.301	2.669	1.321
220	0.225	0.162	0.165	0.318	0.521	0.88	1.364	2.634	10.41
230	0.24	0.087	0.225	0.336	0.546	0.915	1.409	3.333	5.956
240	0.245	0.091	0.24	0.314	0.961	0.96	1.496	3.126	5.195
250	0.187	0.089	0.245	0.321	1.061	1.171	1.529	4.347	3.796
260	0.186	0.123	0.187	0.327	0.812	0.989	1.649	3.58	4.009
270	0.189	0.101	0.186	0.407	0.744	1.015	1.69	4.404	3.552
280	0.194	0.091	0.189	0.475	0.735	1.072	1.779	2.427	4.443
290	0.189	0.091	0.194	1.05	0.801	1.036	1.95	2.576	3.408
300	0.262	0.093	0.189	0.795	0.669	1.071	2.273	2.866	3.482
310	0.199	0.09	0.262	0.554	0.674	1.054	2.249	2.819	4.009
320	0.214	0.092	0.199	0.494	0.645	1.079	1.61	4.169	4.472
330	0.279	0.09	0.204	0.48	0.671	1.096	1.634	2.557	3.595
340	0.202	0.1	0.22	0.369	0.67	1.094	1.704	2.538	4.108
350	0.207	0.106	0.207	0.387	0.684	1.26	1.719	3.076	4.66
static	0.17	0.082	0.138	0.25	0.415	0.794	1.166	1.928	2.937

ตาราง Displacement (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A10)

ความเร็ว (km./h)	A10								
	Displacement (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.033	0.082	0.171	0.310	0.517	0.804	1.176	2.997	5.985
30	0.034	0.082	0.177	0.314	0.550	0.865	1.245	3.698	4.832
50	0.033	0.084	0.179	0.325	0.531	0.906	1.220	4.053	4.339
70	0.034	0.082	0.178	0.318	0.594	0.849	1.254	4.221	5.858
90	0.034	0.083	0.181	0.333	0.558	0.881	1.308	9.739	4.448
110	0.037	0.083	0.174	0.348	0.551	0.856	1.547	2.689	8.933
130	0.032	0.092	0.177	0.322	0.581	1.971	1.345	6.227	3.258
150	0.036	0.087	0.182	0.399	0.574	0.898	1.815	3.427	3.083
170	0.034	0.078	0.230	0.348	0.621	1.006	1.931	2.372	3.083
180	0.035	0.078	0.186	0.388	0.586	1.062	1.429	2.308	4.171
190	0.034	0.081	0.172	0.477	0.554	1.266	1.215	2.844	5.576
200	0.037	0.126	0.167	0.449	0.553	1.114	1.254	2.552	6.280
210	0.039	0.092	0.168	0.306	0.528	0.830	1.293	4.294	9.529
220	0.033	0.092	0.170	0.319	0.534	0.951	1.339	3.402	12.090
230	0.033	0.107	0.296	0.336	0.656	0.972	1.379	3.038	8.809
240	0.034	0.088	0.240	0.320	1.547	0.979	1.435	4.963	6.051
250	0.035	0.092	0.211	0.327	1.139	1.008	1.454	2.960	4.045
260	0.034	0.090	0.195	0.340	0.867	0.994	1.489	3.707	3.691
270	0.035	0.121	0.192	0.406	0.827	1.030	1.724	3.877	4.484
280	0.039	0.098	0.192	0.469	0.714	1.058	1.559	3.927	3.680
290	0.053	0.094	0.199	0.989	0.727	1.056	1.582	2.980	3.704
300	0.032	0.090	0.193	0.826	0.704	1.080	1.583	2.531	3.777
310	0.030	0.089	0.249	0.553	0.701	1.091	1.623	2.820	4.871
320	0.031	0.089	0.200	0.471	0.658	1.086	1.671	2.880	3.598
330	0.031	0.091	0.208	0.454	0.678	1.074	1.971	3.618	4.099
340	0.032	0.095	2.039	0.420	0.709	1.081	1.809	3.313	3.555
350	0.033	0.105	2.120	0.371	0.691	1.213	1.729	3.269	4.330
static	0.033	0.082	0.170	0.309	0.513	0.794	1.166	1.839	2.833

ตาราง Acceleration (m/s^2)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A1)

[illegible]

ตาราง Acceleration (m/s^2) ของรถไฟฟ้าความเร็วสูง HSLM (A2)

[illegible]

ตาราง Acceleration (m/s^2)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A3)

[illegible]

ตาราง Acceleration (m/s^2) ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A4)

[illegible]

ตาราง Acceleration (m/s^2) ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A7)

[illegible]

ตาราง Acceleration (m/s^2)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A8)

[illegible]

ตารางบันทึกข้อมูล ค่า Shear ของ SKS 300 , CRH2 , HSLM

ตาราง Shear (KN)ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300

ความเร็ว (km./h)	SKS								
	Shear (kN.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	429	482	513	589	644	701	750	797	862
30	420	470	522	601	643	705	762	791	859
50	399	467	516	598	647	769	747	787	868
70	419	485	510	574	638	690	738	797	880
90	370	457	500	614	634	701	750	813	841
110	434	461	494	560	641	684	775	847	850
130	437	437	486	557	609	715	728	780	977
150	494	469	485	554	637	737	772	818	899
170	498	470	516	576	661	773	793	735	981
180	369	451	497	539	747	766	730	763	1002
190	359	413	463	581	636	733	712	1049	893
200	366	480	457	562	595	711	787	1524	948
210	422	399	491	594	621	709	848	1396	896
220	382	461	494	568	625	721	953	1026	884
230	361	462	477	604	658	756	1312	943	883
240	427	415	494	603	649	833	1765	911	918
250	376	442	513	544	680	834	1594	816	864
260	365	444	567	608	676	967	1038	812	879
270	369	446	593	580	754	916	887	805	863
280	422	441	463	584	688	1072	777	789	825
290	371	473	486	582	782	1403	826	836	859
300	386	440	480	609	676	1293	772	794	824
310	414	458	449	560	711	899	752	818	864
320	415	475	527	567	712	659	731	815	909
330	436	486	480	496	626	694	692	793	941
340	477	507	505	521	636	697	734	829	948
350	496	524	555	652	788	693	717	867	995
static	454	510	557	638	692	757	808	869	954

ตาราง Shear (KN)ของรถไฟความเร็วสูง CRH 2

ความเร็ว (km./h)	CRH2								
	Shear (kN.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	458	488	520	544	592	654	714	760	804
30	413	486	515	549	590	658	715	765	812
50	404	469	517	539	585	646	714	742	803
70	354	462	505	537	583	646	696	802	827
90	374	467	503	565	574	618	717	721	796
110	326	435	497	543	586	642	717	755	809
130	388	449	503	534	577	691	664	772	829
150	394	459	488	499	586	661	682	831	810
170	331	439	481	546	587	639	743	1009	815
180	296	425	485	564	559	663	732	1442	902
190	390	498	469	509	526	655	718	1709	893
200	308	435	510	534	558	624	701	1026	1668
210	315	422	452	506	583	636	817	788	1093
220	340	433	469	498	551	713	832	826	902
230	328	434	503	512	529	624	876	749	831
240	389	454	507	522	596	737	830	748	821
250	275	508	506	497	574	715	907	750	809
260	302	389	556	477	599	798	822	756	815
270	394	466	468	516	605	683	938	716	765
280	406	464	510	518	567	842	1286	771	798
290	303	402	500	532	602	672	1118	746	765
300	334	388	455	509	657	694	755	753	787
310	284	420	444	503	567	653	719	775	830
320	397	473	480	525	564	591	714	855	750
330	337	442	489	555	569	609	630	863	787
340	348	422	433	510	526	569	671	836	868
350	312	401	440	473	477	644	674	800	851
static	422	487	519	543	589	655	715	762	799

ตาราง Shear (KN)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A1)

ความเร็ว (km./h)	A1								
	Shear (kN.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	160	164	170	202	222	236	255	551	661
30	163	163	172	207	224	240	262	724	763
50	158	160	173	208	224	247	259	376	608
70	161	167	173	198	229	237	299	508	545
90	165	161	175	209	228	240	253	1041	427
110	161	168	174	207	238	242	297	374	358
130	154	160	163	348	226	486	256	357	1028
150	167	175	157	205	209	235	258	388	422
170	173	166	185	208	259	241	260	649	426
180	164	166	181	224	251	241	245	860	434
190	171	171	189	261	245	249	219	441	475
200	154	169	163	246	235	232	267	322	439
210	248	233	207	249	266	268	516	703	317
220	160	157	159	207	217	248	636	479	423
230	162	157	303	199	226	257	480	343	419
240	167	173	220	187	234	305	375	319	371
250	161	166	197	215	251	392	327	368	393
260	141	208	195	184	272	866	302	287	448
270	148	179	191	191	255	661	312	445	342
280	156	148	199	218	264	430	302	577	354
290	242	157	202	230	270	341	303	527	396
300	218	177	175	232	317	305	296	386	455
310	263	296	300	304	364	348	354	440	377
320	168	158	186	204	531	226	273	312	315
330	184	170	161	202	378	240	257	290	352
340	201	178	155	194	234	248	267	329	327
350	222	152	149	191	247	278	273	422	350
static	161	162	169	200	221	235	254	280	300

ตาราง Shear (KN)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A2)

ความเร็ว (km./h)	A2								
	Shear (kN.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	190	196	190	228	263	272	285	585	508
30	190	189	191	228	255	274	291	790	570
50	196	195	196	229	254	272	286	529	749
70	187	215	224	225	259	312	297	477	462
90	191	208	190	238	266	282	305	1071	433
110	196	203	186	236	290	273	334	514	552
130	192	189	205	241	254	329	296	491	420
150	186	191	199	233	254	267	307	980	467
170	194	196	211	234	601	281	287	490	368
180	200	180	200	235	306	273	276	625	540
190	188	216	190	241	290	272	264	955	517
200	201	216	201	272	270	265	291	573	529
210	175	210	190	230	253	272	365	416	532
220	235	244	225	269	296	307	729	609	448
230	161	182	213	222	240	305	947	574	344
240	189	185	319	226	265	310	621	423	546
250	181	193	297	233	276	356	441	386	390
260	189	192	243	220	279	430	410	439	410
270	190	207	223	242	300	670	374	439	416
280	184	236	204	228	267	952	350	526	411
290	192	180	247	279	280	494	345	404	443
300	192	187	210	244	287	309	360	494	414
310	341	201	224	251	339	340	342	579	338
320	264	249	230	268	355	345	366	405	537
330	275	323	341	244	431	368	359	418	469
340	222	205	224	233	335	284	318	346	365
350	201	177	185	215	264	390	312	443	406
static	190	189	189	228	253	271	285	316	342

ตาราง Shear (KN)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A3)

ความเร็ว (km/h)	A3								
	Shear (kN.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	171	172	172	197	222	241	251	435	399
30	170	173	169	200	245	245	268	411	419
50	172	180	172	200	226	247	252	752	413
70	172	175	172	197	225	252	255	495	407
90	160	166	173	211	334	246	251	497	328
110	172	180	168	231	224	280	261	444	498
130	170	170	214	204	223	250	263	356	424
150	166	186	173	195	229	254	268	476	340
170	186	195	275	199	258	259	250	383	611
180	142	153	180	183	586	282	248	376	435
190	160	167	171	205	266	234	237	550	486
200	176	219	174	191	250	245	243	579	504
210	169	199	173	209	236	246	283	513	423
220	169	196	165	189	229	252	349	456	513
230	196	194	191	231	255	267	618	492	328
240	132	169	187	198	210	281	1009	399	266
250	156	174	235	216	238	284	568	443	380
260	164	171	384	198	228	308	406	374	365
270	163	176	226	188	248	395	331	335	310
280	172	202	216	199	224	456	327	357	367
290	173	192	176	184	236	677	308	316	305
300	163	165	194	210	241	505	306	343	344
310	170	170	213	216	257	325	339	544	318
320	220	178	175	222	264	293	295	557	469
330	283	199	175	182	317	281	310	330	333
340	244	283	272	271	308	302	336	355	472
350	236	213	284	281	295	288	313	403	422
static	170	171	171	198	220	239	252	273	297

ตาราง Shear (KN)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A4)

ความเร็ว (km/h)	A4								
	Shear (kN.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	180	180	181	202	230	248	270	405	429
30	180	181	188	203	231	249	269	560	496
50	186	179	183	206	230	265	266	648	415
70	182	184	181	215	232	253	269	941	406
90	178	183	214	237	245	253	288	437	533
110	177	182	178	217	228	251	279	513	503
130	182	185	194	198	257	254	279	343	379
150	183	184	199	205	251	271	256	339	580
170	229	176	192	202	257	276	260	487	846
180	179	193	363	212	281	273	320	361	618
190	180	171	185	200	411	256	252	330	413
200	188	175	184	183	204	269	253	510	507
210	179	237	179	218	223	266	279	573	475
220	169	207	171	192	221	270	317	563	419
230	186	200	189	284	256	267	375	414	483
240	202	198	197	243	261	295	588	432	427
250	183	184	214	218	226	294	579	672	343
260	168	176	224	207	221	296	407	460	342
270	168	192	470	218	243	311	363	366	415
280	179	190	242	205	224	358	352	333	422
290	180	193	194	199	238	413	285	422	539
300	165	220	204	200	218	592	321	288	306
310	177	199	187	202	259	528	285	441	352
320	176	212	193	275	258	289	392	435	388
330	186	197	193	222	258	250	282	440	361
340	314	205	193	230	268	274	295	384	422
350	256	231	218	207	267	305	318	461	492
static	180	180	180	201	228	247	261	275	302

ตาราง Shear (KN)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A5)

ความเร็ว (km/h)	A5								
	Shear (kN.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	161	162	161	174	199	219	230	171	395
30	165	163	163	185	200	219	237	518	100
50	161	170	168	174	202	216	235	402	360
70	164	175	162	169	198	219	240	627	303
90	158	169	165	179	198	230	248	376	859
110	168	172	164	169	194	213	228	936	316
130	183	187	177	175	330	211	345	789	312
150	169	170	165	169	211	229	243	415	307
170	165	160	167	182	205	279	239	380	478
180	186	160	187	170	224	254	235	336	844
190	157	170	209	190	252	230	271	257	537
200	145	163	155	161	269	246	229	346	409
210	150	161	160	159	201	235	240	412	451
220	160	209	154	175	180	230	263	634	409
230	157	178	164	167	192	239	284	431	402
240	181	174	177	343	248	231	331	373	500
250	183	176	177	255	209	234	475	369	334
260	183	174	219	179	202	255	793	569	307
270	148	168	206	189	188	250	511	379	258
280	161	168	313	189	207	268	359	279	413
290	176	165	230	194	202	292	293	275	335
300	161	165	169	180	184	326	274	363	293
310	153	170	166	170	196	360	258	399	299
320	158	164	165	174	207	386	258	385	318
330	163	207	160	188	244	231	233	353	322
340	168	183	180	192	210	192	240	360	292
350	195	161	160	183	195	247	255	397	374
static	161	161	161	173	198	216	230	240	260

ตาราง Shear (KN)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A6)

ความเร็ว (km/h)	A6								
	Shear (kN.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	172	171	172	176	204	225	240	498	400
30	170	175	177	178	205	225	239	451	411
50	170	171	177	199	207	230	244	443	436
70	171	185	173	181	203	232	259	416	399
90	185	178	174	181	208	250	306	607	435
110	168	180	171	172	222	255	246	855	370
130	168	169	175	189	226	223	248	306	333
150	212	177	187	163	202	219	271	280	318
170	175	177	177	241	203	501	253	336	423
180	189	169	190	187	220	269	255	709	726
190	170	179	205	183	224	248	255	352	861
200	191	189	191	190	265	252	251	336	543
210	170	166	165	167	195	291	264	279	443
220	160	182	164	173	195	240	261	530	404
230	170	222	167	177	203	239	284	543	462
240	169	186	185	198	211	244	301	463	379
250	199	174	189	420	222	247	334	344	509
260	198	185	149	296	236	254	438	355	343
270	227	210	222	199	215	254	658	452	269
280	150	169	226	217	191	249	545	343	313
290	171	161	279	195	209	266	357	361	427
300	197	170	219	188	184	279	302	344	330
310	162	172	173	176	199	282	252	267	346
320	168	181	170	189	197	266	225	339	337
330	173	175	159	185	202	263	234	286	329
340	178	268	166	180	237	201	241	385	345
350	175	200	161	201	201	208	256	331	342
static	171	171	171	176	204	224	238	250	265

ตาราง Shear (KN)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A7)

ความเร็ว (km/h)	A7								
	Shear (kN.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	181	181	180	182	214	243	248	525	595
30	178	185	187	181	213	234	253	509	450
50	187	186	183	180	214	300	243	471	560
70	183	182	187	181	213	304	276	511	381
90	182	184	177	190	215	229	264	436	462
110	181	183	175	185	230	235	247	657	400
130	173	176	183	314	203	250	248	349	748
150	173	185	175	183	189	235	320	289	352
170	251	187	208	253	214	355	268	346	623
180	184	172	202	213	213	334	264	371	472
190	161	181	210	203	207	256	252	799	845
200	177	188	193	185	208	245	254	326	897
210	241	232	237	210	257	258	274	320	528
220	170	183	188	172	208	289	284	344	419
230	179	200	180	176	213	273	284	699	452
240	182	223	181	190	218	240	307	600	433
250	178	193	193	233	237	242	302	511	419
260	212	176	203	483	227	263	331	363	555
270	211	190	202	297	229	257	393	295	333
280	230	259	226	289	230	274	571	580	343
290	176	171	204	167	205	245	519	373	293
300	185	171	255	219	184	244	339	491	376
310	185	175	275	185	190	238	308	331	396
320	177	191	174	184	207	232	235	298	422
330	182	177	170	183	198	220	231	381	344
340	187	225	172	188	202	218	259	307	335
350	165	258	177	184	291	225	244	449	372
static	180	180	180	180	209	230	247	260	270

ตาราง Shear (KN)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A8)

ความเร็ว (km/h)	A8								
	Shear (kN.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	180	181	181	181	203	226	244	483	398
30	183	181	177	184	222	228	270	516	663
50	174	183	181	191	228	223	253	669	650
70	175	182	183	192	207	234	246	367	433
90	164	184	187	254	286	260	248	423	673
110	189	185	176	216	247	225	231	440	380
130	175	176	205	205	200	244	240	320	365
150	169	161	178	174	226	225	489	540	263
170	185	180	197	184	193	284	266	282	342
180	148	163	173	419	203	443	254	310	932
190	186	183	184	190	202	259	243	342	486
200	189	188	159	172	206	222	244	316	944
210	170	203	173	210	186	234	263	400	848
220	242	225	244	225	233	243	266	355	475
230	173	184	209	179	263	231	279	360	365
240	155	217	182	197	260	209	277	674	451
250	172	199	185	210	228	240	303	546	479
260	177	176	194	244	207	233	300	463	354
270	215	171	205	501	244	224	328	300	552
280	211	184	205	314	219	251	374	313	436
290	270	246	236	319	252	270	434	465	337
300	169	156	202	172	176	232	405	373	299
310	191	175	219	197	187	214	289	418	291
320	196	165	275	180	185	207	280	322	395
330	182	176	164	183	185	195	246	299	392
340	188	167	168	188	202	207	247	436	323
350	169	171	173	180	188	266	270	384	306
static	180	180	180	180	203	225	242	255	266

ตาราง Shear (KN)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A9)

ความเร็ว (km/h)	A9								
	Shear (kN.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	199	199	199	201	217	250	278	425	432
30	201	210	200	206	220	246	271	475	779
50	197	202	207	203	223	245	270	811	544
70	203	211	201	216	218	241	268	570	108
90	197	205	200	211	227	246	272	754	330
110	199	221	218	226	218	242	287	402	527
130	206	214	209	204	222	308	256	706	362
150	209	209	218	195	218	251	380	395	421
170	248	197	256	212	225	276	310	338	320
180	210	208	218	226	224	304	301	621	401
190	183	220	197	319	231	386	264	365	501
200	206	206	210	203	204	231	304	475	584
210	197	206	194	195	206	247	267	492	874
220	198	187	218	201	203	231	317	430	709
230	215	216	226	223	356	248	289	425	463
240	198	216	258	193	239	229	296	380	403
250	183	234	213	219	308	249	300	718	363
260	195	211	213	242	266	258	293	445	432
270	194	195	221	278	204	239	324	443	342
280	239	190	224	462	253	265	353	309	461
290	237	208	230	383	241	264	365	325	421
300	217	280	261	358	316	287	421	441	343
310	193	177	217	191	207	224	302	542	382
320	195	199	227	196	201	207	230	407	395
330	210	179	210	202	206	196	298	329	466
340	270	194	185	208	216	197	276	304	401
350	192	185	187	191	210	228	299	323	429
static	199	200	199	200	217	243	262	277	290

ตาราง Shear (KN)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A2)

ความเร็ว (km/h)	A10								
	Shear (kN.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	200	200	200	200	212	238	258	453	569
30	198	202	202	201	213	238	260	458	505
50	201	198	203	204	209	241	261	531	404
70	197	197	206	203	210	234	266	521	433
90	198	203	197	218	217	243	253	991	370
110	210	204	207	209	220	244	296	395	648
130	198	198	206	203	223	414	260	694	506
150	202	196	194	198	197	239	294	373	390
170	204	194	234	207	240	257	326	325	407
180	192	191	217	207	221	279	291	291	373
190	238	241	237	249	209	279	264	395	474
200	200	256	190	226	199	216	264	370	464
210	203	209	199	208	201	222	255	655	606
220	187	218	188	203	188	216	291	502	791
230	206	205	271	202	227	253	363	421	599
240	211	195	259	223	462	268	275	480	473
250	181	203	249	204	339	254	287	415	324
260	193	232	228	220	331	256	271	595	330
270	187	218	222	240	265	225	285	421	470
280	198	200	200	287	245	241	310	525	371
290	240	191	231	450	231	231	294	354	380
300	288	210	227	392	246	247	321	349	391
310	199	304	273	324	312	258	361	438	461
320	201	184	213	204	207	214	242	548	330
330	218	205	210	202	202	195	297	399	320
340	200	197	207	208	209	179	300	483	445
350	199	183	192	197	202	199	318	359	456
static	200	200	199	199	210	137	257	273	285

ตารางบันทึกข้อมูล ค่า Moment ของ SKS 300 , CRH2 , HSLM

ตาราง Moment (KN-m.)ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300

ความเร็ว (km./h)	SKS								
	Moment (KN.m.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	1105	1889	2661	3437	4349	5551	6798	8469	10318
30	1106	1881	2684	3538	4348	5829	6815	8416	10280
50	1105	1870	2683	3479	4510	6640	6804	8429	10333
70	1080	1873	2717	3494	4353	5630	6798	8569	10758
90	1090	1909	2776	3637	4399	5651	7044	8587	10850
110	1134	1890	2661	3423	4350	5886	7357	9547	10378
130	1080	1948	2651	3434	4448	6061	7121	8779	12419
150	1000	1884	2705	3457	4455	6354	7674	9135	11331
170	1071	1851	2717	3575	4626	5640	7186	8996	13308
180	1058	1833	2666	3366	6020	5740	7631	9062	13260
190	1051	1844	2831	3421	5683	6306	7395	14162	10763
200	1050	1769	2539	3347	4627	5804	7534	19360	11970
210	995	1779	2610	3356	4304	6080	9167	17725	11694
220	1086	1829	2548	3220	4242	5963	10430	11990	10530
230	1113	1869	2618	3651	4516	7057	14909	10241	10743
240	1010	1907	2790	3546	4613	6473	19760	10690	11500
250	1021	1982	2733	3705	4872	7586	18847	10464	11438
260	1123	1939	3351	3900	4969	7770	13380	9421	10900
270	1067	1965	3350	3834	5145	7600	9889	9211	10888
280	997	1857	3032	3860	4932	11010	8423	9210	11070
290	1171	1979	3080	3630	5188	13166	8527	9366	11362
300	1085	1932	2814	3975	5543	11690	8199	9370	11500
310	1112	1801	2980	4004	5407	10513	7996	9408	11666
320	1229	1782	2837	3940	5370	7965	7802	9472	12060
330	1304	1887	2741	4211	5286	6520	7818	9745	12483
340	1018	1980	2807	4000	4948	6685	7616	9957	12680
350	969	2075	2763	4070	4950	6460	7717	10086	12509
static	969	1871	2644	3418	4338	5529	6740	8402	10281

ตาราง Moment (KN-m.)ของรถไฟความเร็วสูง CRH 2

ความเร็ว (km./h)	CRH2								
	Moment (KN.m.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	1048	1570	2466	3204	4105	4946	6168	7484	9067
30	939	1560	2492	3218	4111	4978	6163	7501	9112
50	925	1557	2461	3198	4107	4973	6322	7460	9471
70	966	1554	2459	3266	4151	4924	6207	8613	9158
90	940	1944	2470	3251	4188	5185	6520	7671	9059
110	870	1592	2528	3300	4402	5076	6246	8353	9258
130	853	1551	2529	3807	4275	5162	6188	8869	9456
150	846	1598	2604	3360	4195	5217	6435	9095	10090
170	828	1617	2475	3540	4375	4924	6683	11310	10850
180	879	1599	2387	3680	4394	5186	6198	10390	11980
190	900	1686	2523	3469	4289	5061	6126	15100	10760
200	933	1626	2476	3492	4110	5014	6437	14590	23280
210	938	1598	2590	3605	4034	4924	7169	9445	16950
220	862	1757	2349	3211	4103	4843	7133	9207	11690
230	1164	1796	2598	3273	4107	5418	7842	8945	11030
240	913	1708	2584	3340	4266	5770	7711	8694	10830
250	947	1578	2601	3469	4178	6194	8947	8715	10400
260	1049	1675	2700	3644	4890	6011	7905	8441	10240
270	839	1737	2621	3514	4220	6420	9300	8603	10090
280	1026	1566	2750	3621	4979	6288	12420	8469	10050
290	939	1509	2624	3609	4523	6506	12020	8606	10130
300	946	1682	2673	3864	5267	6096	10370	8856	10020
310	869	1650	2607	3627	4527	6193	8234	9086	10280
320	875	1591	2565	3303	4917	6480	7494	9175	10420
330	815	1543	2546	3573	4804	6475	7247	9523	10450
340	921	1671	2614	3669	5030	6314	7015	9586	10730
350	986	1989	2597	3528	5028	7275	6868	9591	11040
static	911	1557	2455	3175	4088	4904	6141	7430	8923

ตาราง Moment (KN-m.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A1)

ความเร็ว (km/h)	A1								
	Moment (kN.m.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	422	658	854	1077	1281	1508	2051	4241	3884
30	424	638	869	1184	1329	1543	2115	6017	5923
50	423	640	846	1107	1277	1533	2096	4489	8703
70	424	677	888	1097	1362	1571	2520	2503	6531
90	429	632	880	1133	1413	1914	2069	13720	4430
110	434	630	899	1108	1577	1619	2510	3641	3907
130	413	718	886	2079	1326	4485	2081	3344	4315
150	447	676	920	1246	1404	1730	2205	4051	4188
170	439	649	888	1206	1483	1768	2377	8235	4539
180	436	644	898	1267	1465	1809	2408	2676	4366
190	430	581	859	1770	1285	1751	2381	5274	4326
200	451	672	843	1488	1233	1782	3101	3914	3857
210	477	663	832	1068	1211	1852	6869	3759	3590
220	408	657	803	1105	1165	2033	6934	3853	3688
230	477	663	1777	1068	1235	2399	4367	3975	5162
240	388	657	1273	1130	1227	2995	3556	3495	4051
250	434	678	1052	1126	1320	4283	3211	3567	3952
260	447	691	961	1033	1377	9171	2878	2898	4280
270	459	963	962	1153	1571	7250	2911	3249	3430
280	518	696	1224	1176	1638	4050	2679	6710	3630
290	837	715	1067	1235	1811	2985	2574	3595	4384
300	421	717	1057	1520	2112	2570	2397	3785	3658
310	426	797	953	1373	2973	2473	2351	3432	4268
320	408	642	943	1198	4823	2220	2212	2991	3751
330	412	638	931	1180	3756	2053	2265	2894	3687
340	406	784	1041	1331	2294	2304	2418	3221	3608
350	416	768	1036	1223	1866	1891	2384	4522	4346
static	419	637	849	1062	1274	1486	2038	9876	3270

ตาราง Moment (KN-m.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A2)

ความเร็ว (km/h)	A2								
	Moment (kN.m.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	500	777	1004	1255	1619	1764	2213	5700	4348
30	500	755	1013	1280	1533	1833	2235	5424	7060
50	550	767	1014	1292	1521	1776	2162	5826	9660
70	489	838	1183	1418	1652	2257	2301	4893	5068
90	525	918	1039	1321	1765	1856	2295	10040	5170
110	488	743	1024	1252	1997	1726	3173	3730	5915
130	507	781	1103	1203	1607	2109	2466	4717	3952
150	498	781	1069	1409	1737	1977	2524	4431	5467
170	488	710	1029	1354	4964	1977	2651	5475	5061
180	516	706	1050	1429	1800	2024	2657	8353	5551
190	502	866	1060	1475	1562	1953	2756	11860	4615
200	499	750	991	1733	1483	1888	3116	5595	4771
210	515	814	968	1372	1374	1931	4198	4116	4561
220	552	829	1306	1244	1424	2207	8485	4217	4720
230	538	742	973	1248	1428	2383	11260	3908	4408
240	517	774	1627	1642	1577	2596	5876	4010	4654
250	516	813	2008	1439	1536	3120	4586	3391	4275
260	504	795	1380	1421	1640	4207	3830	5272	4054
270	554	835	1218	1427	1685	7262	3589	3880	4566
280	553	958	1190	1439	1631	10010	3333	4180	4042
290	703	811	1239	1496	1612	5581	3202	4320	4909
300	987	800	1276	1553	1672	3736	2843	5170	4675
310	508	838	1242	1586	1803	3049	2699	6471	4734
320	463	903	1233	1693	2147	2714	2683	3715	4184
330	463	845	1089	1375	2688	2588	2732	4487	4631
340	477	805	1124	1449	3725	2352	2597	3419	4144
350	499	755	1160	1467	2507	2347	2757	4105	4906
static	777	750	999	1250	1500	1749	3200	2950	3599

ตาราง Moment (KN-m.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A3)

ความเร็ว (km/h)	A3								
	Moment (KN.m.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	450	676	904	1129	1367	1606	1881	4330	3526
30	447	672	939	1134	1588	1605	2306	4051	4247
50	441	699	897	1150	1419	1695	1952	1063	4941
70	445	665	916	1158	1407	1783	2000	5067	4060
90	461	685	975	1299	2930	1684	2042	5234	4297
110	440	670	895	1488	1540	1531	2242	4858	3671
130	413	694	1349	1126	1551	1649	2341	3121	3907
150	451	693	1032	1341	1558	1714	2418	4513	4036
170	490	783	1777	1267	1935	1678	2291	3838	7615
180	485	638	957	1286	5030	1624	2278	5472	5296
190	494	613	914	1201	1568	1592	2237	7080	5226
200	451	905	898	1372	1278	1605	2466	7178	1480
210	450	715	892	1264	1320	1581	2975	4939	1412
220	443	775	861	1226	1291	1621	3911	4587	3949
230	456	773	1239	1268	1391	2016	1708	3209	3877
240	324	659	965	1237	1288	1994	12110	3561	3461
250	481	745	1145	1531	1420	2154	6308	5229	3830
260	455	752	2554	1373	1472	2484	4351	3183	3806
270	485	756	1375	1257	1974	3139	3523	3209	3711
280	454	872	1224	1370	1476	4178	3079	3536	3848
290	490	715	1142	1246	1418	6857	2977	2839	3581
300	506	709	1059	1360	1709	6126	2837	2794	3721
310	556	691	1487	1375	1516	3530	2542	6624	3833
320	854	656	1049	1412	1558	2708	2384	3738	6312
330	559	764	1137	1622	1773	2304	2447	3794	3802
340	416	780	1207	1218	1683	2211	2559	3543	4176
350	429	708	1044	1250	1719	1719	2575	4034	4122
static	449	674	899	1125	1350	1575	1800	2474	3149

ตาราง Moment (KN-m.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A4)

ความเร็ว (km/h)	A4								
	Moment (KN.m.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	475	717	960	1190	1437	1674	2036	3751	4128
30	476	712	1062	1205	1461	1737	1938	5911	4658
50	474	727	971	1253	1439	1738	2069	7571	4771
70	469	730	984	1282	1477	1789	1969	1138	4744
90	498	710	1217	1374	1474	1763	2138	4178	6270
110	487	757	930	1223	1505	1606	2063	6077	4263
130	471	763	951	1278	1874	1804	2868	3899	4023
150	473	805	1002	1255	1533	2352	2276	3379	4562
170	633	711	1002	1187	1797	1797	2278	3221	1254
180	520	671	2044	1306	2327	1657	2342	4011	8234
190	477	647	957	1206	3529	1545	2180	4146	5372
200	525	631	936	1328	1456	1775	2366	6240	5587
210	473	1015	966	1597	1409	1533	2640	6785	4319
220	475	783	956	1086	1337	1599	3269	4918	4766
230	450	811	961	2123	1582	1684	4175	3803	3822
240	497	773	1111	1603	1532	1752	6757	3424	4635
250	452	725	950	1489	1450	1979	1150	3918	3614
260	563	768	1075	1525	1605	2083	7779	5514	3669
270	477	804	2442	1486	1730	2330	4736	4001	4811
280	524	789	1617	1395	1797	2653	3672	3438	4948
290	495	881	1247	1430	1599	3183	3313	3581	3927
300	431	946	1182	1343	1648	5620	2960	2903	3637
310	527	829	1081	1459	1796	5324	2730	3903	3862
320	569	742	1165	1492	1776	3698	2723	4417	4066
330	698	718	1280	1515	1737	2550	2538	4489	4382
340	907	751	1181	1518	1758	2335	2593	3811	5283
350	453	755	1228	1560	1965	2252	2747	4960	3987
static	475	712	950	1306	1425	1662	1900	2422	3135

ตาราง Moment (KN-m.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A5)

ความเร็ว (km/h)	A5								
	Moment (KN.m.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	424	639	853	1066	1290	1539	1716	3289	3738
30	434	638	856	1155	1318	1513	1791	4764	1391
50	423	683	864	1076	1316	1498	1773	4522	4243
70	424	629	889	1144	1388	1601	1710	8192	4053
90	451	655	885	1062	1368	1679	1834	3777	1251
110	409	716	880	1100	1290	1630	1717	1181	3427
130	438	695	924	1109	2495	1629	3196	3974	3379
150	454	676	906	1144	1449	1796	1982	4400	3422
170	441	602	891	1141	1474	1932	1901	3575	7125
180	424	606	962	1119	1627	1749	1887	2761	1258
190	572	631	130	1107	2136	1397	1815	2986	7449
200	452	609	780	1109	2294	1359	1896	3875	5637
210	417	629	843	1088	1152	1402	2110	5125	4549
220	447	979	854	1142	1286	1451	2439	5938	4264
230	402	733	882	1004	1279	1504	2764	4418	4451
240	444	721	912	2637	1514	1556	3512	3215	3830
250	414	730	932	1620	1377	1667	5408	2704	3468
260	391	675	855	1460	1419	1585	8932	3396	3081
270	410	702	922	1382	1483	1724	7054	3333	3154
280	414	737	1910	1330	1488	1762	4139	2820	4408
290	422	699	1570	1772	1557	1955	3124	2726	3818
300	4224	757	1157	1286	1641	2078	2763	4008	3185
310	469	1004	1028	1270	1588	3061	2444	3607	3509
320	469	915	1014	1225	1629	3631	2305	3620	3553
330	484	665	1003	1334	1580	2883	2340	2850	3654
340	462	617	1202	1364	1573	1927	2427	4145	3138
350	544	604	1030	1222	1624	1974	2311	4614	5666
static	666	637	850	1062	1275	1487	1700	1997	2635

ตาราง Moment (KN-m.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A6)

ความเร็ว (km/h)	A6								
	Moment (KN.m.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	450	677	904	1154	1358	1590	1818	2613	3021
30	451	672	920	1145	1411	1659	1886	3854	4255
50	453	678	925	1565	1392	1633	1871	4106	4313
70	441	748	912	1165	1503	1642	2158	4573	4050
90	464	685	966	1186	1497	1782	2834	4208	5698
110	432	667	908	1139	1364	2083	1726	9547	3456
130	498	707	927	1225	1378	1778	1969	3676	3673
150	512	708	1003	1211	1482	1807	2003	2779	3211
170	484	679	960	1413	1538	4573	1881	3431	5232
180	509	652	1020	1221	1668	1895	1813	3959	9772
190	497	662	1060	1149	1759	1497	1749	2651	1373
200	495	730	837	1094	2033	1464	1884	4103	7314
210	444	681	901	1058	1433	1463	2011	3308	6222
220	493	680	914	1039	1379	1665	2200	6278	4450
230	449	1044	915	1007	1534	1620	2461	4131	3974
240	483	788	955	1242	1544	1721	2864	4251	4252
250	476	760	961	2936	1599	1823	3368	3244	4731
260	453	807	969	1985	1569	1855	4803	3194	3764
270	452	744	941	1595	1624	1798	7627	4310	3706
280	441	738	996	1525	1552	1840	6512	3913	3275
290	436	786	1313	1488	1654	1960	4172	3804	3821
300	367	755	1874	1344	1586	1931	3161	2821	3661
310	533	756	1233	1437	1781	1971	2681	2840	4277
320	476	948	1012	1396	1753	2012	2368	3127	3857
330	480	889	1004	1336	1612	2599	2266	3079	3577
340	520	1071	1092	1339	1758	2002	2377	3266	3474
350	543	614	1044	1376	1719	1920	2652	3480	3932
static	450	674	899	1124	1349	1575	1800	2025	2610

ตาราง Moment (KN-m.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A7)

ความเร็ว (km./h)	A7								
	Moment (KN.m.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	475	716	954	1200	1476	1852	1923	3446	3139
30	505	720	991	1204	1447	1689	1955	4796	4427
50	476	738	946	1224	1428	2411	1976	5168	7802
70	472	700	970	1240	1480	2603	2419	6241	4190
90	490	706	1045	1344	1622	2027	2187	4267	3918
110	506	717	958	1238	1601	1751	1903	5571	3638
130	450	765	1047	2102	1453	1982	2089	4417	3502
150	473	716	1041	1304	1656	1873	2451	3224	3430
170	483	815	983	1622	1600	3265	1901	3075	4520
180	521	691	995	1338	1664	3159	1844	2963	6029
190	521	714	1034	1193	1622	1762	1713	3878	12560
200	497	668	999	1415	1659	1442	1796	2997	13930
210	520	793	1040	1168	1716	1571	1868	3351	6946
220	475	738	1134	1090	1654	1665	2036	3102	5507
230	496	720	950	1087	1707	1957	2190	6185	4529
240	469	1097	1050	1145	1751	1819	2498	5935	4470
250	510	850	1016	1496	1743	1920	2721	5593	4374
260	614	758	1035	3406	1970	1908	3059	3268	4975
270	469	797	990	2392	1800	1911	4016	3044	3659
280	481	779	1145	1796	1733	2028	6422	5229	3975
290	458	753	1009	1732	1623	2029	6026	2906	3815
300	481	816	1022	1945	1586	2121	4132	4965	3567
310	419	804	1701	1428	1671	2081	2917	3167	4292
320	650	822	1287	1402	1713	2133	2536	3378	4627
330	552	892	1084	1432	1866	2140	2507	3781	3744
340	567	1139	1154	1385	1790	2328	2526	3209	3843
350	571	1479	1105	1416	1843	2481	2619	4266	4230
static	475	711	949	1186	1424	1661	1898	2136	2563

ตาราง Moment (KN-m.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A8)

ความเร็ว (km./h)	A8								
	Moment (KN.m.)								
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.
10	475	715	955	1195	1439	1674	1932	4029	3195
30	494	708	961	1241	1628	1775	2322	5322	5029
50	462	711	962	1240	1666	1671	2118	9033	8564
70	477	704	983	1234	1493	1835	2077	3981	6548
90	487	775	979	1770	2629	1919	2154	4065	4136
110	463	749	922	1464	2051	1722	1925	4423	3533
130	467	718	1427	1196	1453	2027	2090	4868	3292
150	409	697	1002	1320	2197	1797	5177	3314	2901
170	517	702	944	1410	1479	2420	1966	2838	3872
180	498	675	966	2728	1560	4614	1743	2779	5234
190	478	729	1024	1216	1547	2118	1724	2601	6922
200	444	664	960	1086	1469	1585	1693	2883	13670
210	481	673	897	1436	1493	1562	1913	3574	11570
220	475	797	1139	1132	1611	1751	2028	4335	6468
230	469	706	1249	1124	2329	1844	1980	3285	4372
240	535	703	995	1109	2812	1978	2138	5579	4291
250	450	1088	997	1209	1850	1887	2251	4837	4538
260	514	842	1028	1558	1831	1912	2426	5446	3871
270	731	785	1055	3519	2251	2011	2695	2960	4096
280	443	779	957	2582	1739	1997	3224	2900	3592
290	465	765	1232	1912	1753	2134	4508	3992	3304
300	398	716	968	1852	1571	2021	4920	2763	3550
310	451	767	1044	1843	1780	2182	3248	5526	3711
320	473	809	1284	1388	1700	2124	2483	2997	4705
330	551	825	1219	1345	1713	2111	2674	3110	4383
340	551	869	1134	1422	2018	2284	2563	3515	3858
350	560	1123	1109	1403	1847	2841	2605	4126	3728
static	475	712	949	1187	1424	1662	1900	2137	2375

ตาราง Moment (KN-m.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A9)

ความเร็ว (km/h)	A9								
	Moment (KN.m.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	524	789	1055	1317	1585	1958	2226	3695	4074
30	530	792	1066	1371	1611	1867	2141	4148	9681
50	525	800	1037	1355	1603	1870	2187	9582	5044
70	530	848	1063	1375	1680	1951	2165	4649	1534
90	504	810	1095	1336	1626	1952	2312	8193	3577
110	479	1160	1144	1510	1783	1805	2238	3683	5659
130	554	794	1044	1361	1674	2997	2384	8987	3605
150	537	908	1248	1474	1709	2058	4091	3290	3900
170	728	732	1255	1413	1695	2285	2395	2948	3989
180	555	742	1046	1730	1803	2631	1975	4819	4057
190	537	788	1045	2214	1705	3753	1888	3204	5586
200	558	864	1065	1254	1845	1686	2031	3723	8357
210	504	839	1008	1366	1550	1798	2105	3535	1276
220	483	978	1145	1263	1443	1951	2174	3025	1012
230	532	769	1400	1237	2523	2040	2279	4078	6291
240	517	820	1303	1261	2972	2112	2406	3538	5238
250	559	802	1101	1278	2297	2402	2367	5023	4029
260	522	113	1136	1474	2069	2208	2496	4894	4206
270	578	916	1150	1648	2149	2258	2687	4919	3852
280	749	861	1188	3710	2246	2319	2618	3169	4574
290	458	850	1103	3021	1975	2269	2706	3293	3686
300	457	918	1340	2238	1990	2435	3238	3669	3920
310	443	819	1076	1966	1843	2300	3393	3221	4271
320	511	838	1178	1879	1922	2348	2744	5300	4705
330	472	852	1206	1549	1880	2427	2796	3678	3683
340	540	908	1256	1464	1944	2321	2805	3454	4449
350	660	995	1218	1533	2041	2749	2942	3786	4841
static	525	788	1050	1312	1575	1838	2100	2362	2625

ตาราง Moment (KN-m.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A10)

ความเร็ว (km/h)	A10								
	Moment (KN.m.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	524	788	1056	1317	1584	1855	2115	3671	5837
30	529	788	1087	1333	1645	1976	2209	4657	4550
50	524	786	1099	1340	1570	2056	2194	4799	3924
70	534	782	1074	1335	1774	1942	2105	5010	5344
90	538	798	1113	1392	1700	1988	2266	1139	4266
110	535	799	1044	1455	1656	1793	2659	3294	8914
130	474	865	1061	1334	1739	3815	2363	7250	3550
150	562	784	1108	1628	1711	2011	3047	4480	2751
170	512	746	1362	1403	1710	2244	2837	3075	3597
180	552	742	1041	1591	1658	2279	2114	3008	3806
190	547	728	1071	1922	1630	2739	1898	3553	5228
200	597	1153	999	1558	1634	2130	2074	3292	5875
210	620	852	1024	1195	1468	1833	2154	5246	8814
220	523	869	984	1292	1430	2019	2207	4442	1151
230	517	914	1520	1270	1639	2194	2306	3887	8693
240	529	793	1317	1269	3922	2135	2403	5909	6281
250	542	859	1127	1304	3193	2234	2490	3423	4278
260	502	835	1136	1352	2470	2069	2418	4345	3979
270	540	1109	1151	1444	2324	2333	2826	4582	4543
280	588	896	1166	1629	2060	2392	2680	4472	3929
290	799	832	1205	3482	2046	2313	2706	3487	3931
300	492	811	1107	3078	2094	2335	2701	3180	4037
310	451	853	1253	2237	2081	2484	2733	3323	5051
320	457	799	1107	1880	1880	2348	2812	3543	3864
330	472	806	1203	1767	1946	2333	2840	4658	4206
340	490	940	1226	1733	2061	2416	2828	4260	3746
350	501	968	1284	1504	2056	2590	2803	4082	4497
static	525	787	1049	1311	1574	1836	2099	2362	2624

ตารางบันทึกข้อมูล ค่า Rotation ของ SKS 300 , CRH2 , HSLM

ตาราง Rotation (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300

ความเร็ว (km./h)	SKS									
	Rotation (mm.)									
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.	
10	0.017	0.029	0.041	0.053	0.066	0.084	0.103	0.128	0.159	
30	0.017	0.029	0.041	0.052	0.066	0.084	0.103	0.128	0.159	
50	0.017	0.029	0.041	0.053	0.066	0.084	0.103	0.128	0.159	
70	0.017	0.029	0.04	0.052	0.065	0.083	0.103	0.128	0.159	
90	0.016	0.028	0.04	0.052	0.065	0.083	0.103	0.128	0.159	
110	0.017	0.029	0.04	0.052	0.066	0.083	0.103	0.127	0.159	
130	0.017	0.029	0.04	0.052	0.065	0.084	0.103	0.127	0.158	
150	0.017	0.028	0.04	0.052	0.066	0.083	0.103	0.128	0.159	
170	0.016	0.028	0.04	0.051	0.065	0.084	0.103	0.128	0.158	
180	0.016	0.028	0.04	0.052	0.065	0.083	0.102	0.127	0.158	
190	0.016	0.028	0.04	0.052	0.066	0.084	0.103	0.128	0.158	
200	0.016	0.027	0.038	0.05	0.065	0.083	0.103	0.128	0.159	
210	0.015	0.027	0.04	0.053	0.065	0.083	0.102	0.127	0.158	
220	0.017	0.028	0.039	0.052	0.066	0.083	0.103	0.127	0.158	
230	0.017	0.028	0.039	0.052	0.065	0.083	0.103	0.126	0.159	
240	0.015	0.027	0.04	0.052	0.065	0.084	0.103	0.127	0.158	
250	0.016	0.029	0.04	0.05	0.066	0.083	0.103	0.126	0.159	
260	0.017	0.028	0.039	0.052	0.066	0.083	0.103	0.128	0.158	
270	0.015	0.028	0.04	0.051	0.065	0.083	0.102	0.126	0.157	
280	0.014	0.027	0.04	0.05	0.065	0.083	0.102	0.128	0.157	
290	0.017	0.029	0.038	0.052	0.065	0.083	0.103	0.127	0.16	
300	0.015	0.028	0.038	0.052	0.065	0.084	0.101	0.126	0.157	
310	0.017	0.026	0.039	0.051	0.065	0.082	0.103	0.127	0.157	
320	0.016	0.026	0.04	0.049	0.065	0.083	0.102	0.126	0.158	
330	0.015	0.029	0.039	0.052	0.064	0.083	0.102	0.126	0.157	
340	0.015	0.028	0.038	0.052	0.064	0.082	0.102	0.127	0.157	
350	0.017	0.029	0.04	0.052	0.065	0.082	0.102	0.127	0.16	
static	0.017	0.029	0.041	0.053	0.066	0.084	0.103	0.128	0.159	

ตาราง Rotation (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง CRH2

ความเร็ว (km./h)	CRH2									
	Rotation (mm.)									
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.	
10	0.014	0.023	0.036	0.05	0.063	0.075	0.094	0.19	0.137	
30	0.014	0.023	0.036	0.05	0.063	0.075	0.094	0.19	0.137	
50	0.013	0.023	0.036	0.05	0.063	0.075	0.094	0.189	0.137	
70	0.013	0.023	0.036	0.05	0.063	0.074	0.094	0.184	0.137	
90	0.014	0.025	0.037	0.05	0.063	0.075	0.094	0.19	0.137	
110	0.013	0.023	0.038	0.05	0.063	0.074	0.094	0.189	0.136	
130	0.013	0.022	0.038	0.05	0.062	0.074	0.094	0.189	0.137	
150	0.013	0.025	0.037	0.05	0.062	0.074	0.094	0.189	0.137	
170	0.014	0.024	0.037	0.05	0.062	0.074	0.093	0.19	0.137	
180	0.014	0.025	0.037	0.049	0.062	0.074	0.094	0.19	0.136	
190	0.014	0.024	0.036	0.05	0.062	0.075	0.095	0.189	0.156	
200	0.013	0.024	0.037	0.049	0.062	0.074	0.093	0.188	0.137	
210	0.014	0.023	0.036	0.05	0.062	0.074	0.094	0.189	0.137	
220	0.013	0.025	0.038	0.05	0.063	0.074	0.094	0.189	0.136	
230	0.013	0.025	0.036	0.05	0.062	0.074	0.094	0.19	0.137	
240	0.014	0.025	0.037	0.049	0.062	0.073	0.092	0.19	0.137	
250	0.014	0.024	0.038	0.05	0.062	0.073	0.094	0.189	0.137	
260	0.012	0.026	0.036	0.049	0.062	0.074	0.093	0.189	0.137	
270	0.014	0.022	0.037	0.05	0.062	0.073	0.094	0.19	0.136	
280	0.014	0.023	0.036	0.05	0.062	0.074	0.094	0.188	0.136	
290	0.013	0.023	0.038	0.05	0.061	0.075	0.093	0.189	0.137	
300	0.012	0.022	0.037	0.05	0.062	0.074	0.094	0.188	0.136	
310	0.012	0.025	0.036	0.05	0.062	0.073	0.094	0.189	0.136	
320	0.003	0.024	0.037	0.05	0.062	0.074	0.091	0.189	0.135	
330	0.013	0.023	0.036	0.05	0.061	0.074	0.093	0.188	0.135	
340	0.014	0.023	0.037	0.049	0.062	0.073	0.094	0.189	0.136	
350	0.013	0.025	0.036	0.05	0.063	0.074	0.094	0.186	0.137	
static	0.014	0.023	0.036	0.05	0.063	0.075	0.094	0.19	0.137	

ตาราง Rotation (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A1)

ความเร็ว (km./h)	A1									
	Rotation (mm.)									
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.	
10	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.042	0.05	
30	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.042	0.05	
50	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.042	0.05	
70	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.041	0.05	
90	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.042	0.05	
110	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.043	0.05	
130	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.022	0.031	0.042	0.05	
150	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.042	0.055	
170	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.047	0.05	
180	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.041	0.05	
190	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.042	0.05	
200	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.042	0.052	
210	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.024	0.031	0.042	0.05	
220	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.041	0.05	
230	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.031	0.041	0.05	
240	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.046	0.05	
250	0.006	0.01	0.013	0.017	0.019	0.023	0.031	0.042	0.05	
260	0.006	0.01	0.012	0.015	0.019	0.022	0.03	0.041	0.048	
270	0.006	0.01	0.012	0.016	0.019	0.022	0.031	0.041	0.05	
280	0.006	0.009	0.014	0.016	0.02	0.023	0.031	0.042	0.05	
290	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.042	0.05	
300	0.007	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.042	0.05	
310	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.042	0.05	
320	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.045	0.05	
330	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.031	0.041	0.049	
340	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.031	0.042	0.05	
350	0.007	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.041	0.049	
static	0.006	0.009	0.013	0.016	0.019	0.023	0.031	0.041	0.05	

ตาราง Rotation (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A2)

ความเร็ว (km./h)	A2									
	Rotation (mm.)									
	span 10 m.	span 15 m.	span 20 m.	span 25 m.	span 30 m.	span 35 m.	span 40 m.	span 45 m.	span 50 m.	
10	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.046	0.056	
30	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.047	0.057	
50	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.047	0.057	
70	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.048	0.055	
90	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.049	0.058	
110	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.045	0.055	
130	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.033	0.047	0.055	
150	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.047	0.055	
170	0.007	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.047	0.054	
180	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.045	0.056	
190	0.007	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.05	0.055	
200	0.008	0.011	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.047	0.057	
210	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.046	0.055	
220	0.008	0.011	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.045	0.056	
230	0.008	0.011	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.045	0.054	
240	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.045	0.056	
250	0.008	0.011	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.045	0.055	
260	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.047	0.055	
270	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.046	0.056	
280	0.008	0.011	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.046	0.055	
290	0.008	0.011	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.046	0.055	
300	0.008	0.011	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.045	0.055	
310	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.046	0.055	
320	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.033	0.046	0.056	
330	0.007	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.047	0.056	
340	0.007	0.011	0.011	0.012	0.022	0.027	0.033	0.045	0.054	
350	0.008	0.011	0.012	0.012	0.023	0.026	0.033	0.045	0.058	
static	0.008	0.012	0.012	0.012	0.023	0.027	0.034	0.045	0.055	

ตาราง Rotation (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A3)

ความเร็ว (km./h)	A3								
	Rotation (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.05
30	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.05
50	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.05
70	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.048
90	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.04	0.05
110	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.038	0.052
130	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.048
150	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.049
170	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.048
180	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.049
190	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.043	0.049
200	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.048
210	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.03	0.04	0.049
220	0.007	0.01	0.014	0.018	0.021	0.024	0.028	0.039	0.048
230	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.038	0.048
240	0.005	0.009	0.014	0.016	0.019	0.023	0.028	0.037	0.046
250	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.048
260	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.048
270	0.007	0.01	0.014	0.018	0.021	0.024	0.028	0.04	0.048
280	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.049
290	0.007	0.009	0.014	0.017	0.019	0.024	0.028	0.038	0.048
300	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.038	0.047
310	0.007	0.01	0.015	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.048
320	0.006	0.009	0.013	0.016	0.02	0.024	0.028	0.038	0.046
330	0.008	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.047
340	0.007	0.01	0.014	0.018	0.021	0.024	0.028	0.038	0.048
350	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.049
static	0.007	0.01	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.039	0.048

ตาราง Rotation (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A4)

ความเร็ว (km./h)	A4								
	Rotation (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.026	0.029	0.039	0.048
30	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.026	0.029	0.04	0.049
50	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.026	0.029	0.038	0.05
70	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.026	0.029	0.039	0.049
90	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.026	0.029	0.038	0.049
110	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.026	0.029	0.037	0.048
130	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.026	0.029	0.046	0.048
150	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.026	0.029	0.037	0.049
170	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.037	0.048
180	0.008	0.01	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.038	0.049
190	0.006	0.01	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.039	0.048
200	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.026	0.029	0.042	0.048
210	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.026	0.029	0.039	0.048
220	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.026	0.029	0.038	0.048
230	0.007	0.01	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.037	0.048
240	0.007	0.01	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.037	0.048
250	0.007	0.01	0.014	0.018	0.022	0.026	0.029	0.037	0.047
260	0.007	0.01	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.037	0.048
270	0.007	0.01	0.014	0.018	0.022	0.026	0.029	0.037	0.048
280	0.007	0.01	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.04	0.047
290	0.007	0.01	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.038	0.048
300	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.024	0.029	0.037	0.047
310	0.007	0.01	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.037	0.048
320	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.036	0.048
330	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.037	0.048
340	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.037	0.047
350	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.037	0.048
static	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.037	0.048

ตาราง Rotation (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A5)

ความเร็ว (km./h)	A5								
	Rotation (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.033	0.042
30	0.007	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.032	0.042
50	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.032	0.041
70	0.007	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.032	0.041
90	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.033	0.047
110	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.032	0.041
130	0.007	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.032	0.041
150	0.007	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.031	0.041
170	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.022	0.026	0.031	0.041
180	0.007	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.031	0.042
190	0.006	0.009	0.013	0.016	0.019	0.023	0.026	0.031	0.041
200	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.034	0.041
210	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.035	0.04
220	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.026	0.032	0.041
230	0.007	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.033	0.04
240	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.026	0.032	0.041
250	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.031	0.04
260	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.026	0.031	0.04
270	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.031	0.04
280	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.032	0.041
290	0.007	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.026	0.032	0.041
300	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.026	0.032	0.04
310	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.022	0.026	0.032	0.041
320	0.006	0.01	0.013	0.016	0.02	0.022	0.026	0.032	0.04
330	0.006	0.01	0.013	0.016	0.019	0.023	0.026	0.031	0.04
340	0.007	0.009	0.014	0.016	0.02	0.022	0.025	0.031	0.034
350	0.007	0.009	0.013	0.016	0.019	0.022	0.026	0.031	0.041
static	0.007	0.01	0.013	0.016	0.02	0.023	0.026	0.037	0.041

ตาราง Rotation (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A6)

ความเร็ว (km./h)	A6								
	Rotation (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.035	0.041
30	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.033	0.041
50	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.032	0.040
70	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.033	0.040
90	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.025	0.028	0.033	0.041
110	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.033	0.041
130	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.033	0.039
150	0.007	0.010	0.014	0.017	0.020	0.024	0.028	0.032	0.040
170	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.027	0.033	0.041
180	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.032	0.040
190	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.032	0.041
200	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.032	0.040
210	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.027	0.036	0.041
220	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.027	0.035	0.039
230	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.027	0.034	0.041
240	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.032	0.040
250	0.007	0.011	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.033	0.040
260	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.025	0.028	0.032	0.039
270	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.025	0.028	0.032	0.040
280	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.023	0.027	0.032	0.040
290	0.007	0.011	0.014	0.017	0.021	0.024	0.027	0.031	0.040
300	0.007	0.011	0.014	0.017	0.020	0.024	0.028	0.032	0.040
310	0.006	0.010	0.014	0.017	0.020	0.024	0.028	0.033	0.040
320	0.007	0.010	0.014	0.017	0.020	0.024	0.027	0.031	0.039
330	0.006	0.010	0.013	0.018	0.019	0.024	0.025	0.031	0.038
340	0.007	0.010	0.014	0.018	0.021	0.024	0.027	0.031	0.039
350	0.007	0.011	0.014	0.018	0.021	0.024	0.027	0.032	0.039
static	0.007	0.010	0.014	0.017	0.021	0.024	0.028	0.031	0.040

ตาราง Rotation (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A7)

ความเร็ว (km/h)	A7								
	Rotation (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.034	0.039
30	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.039	0.04
50	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.037	0.04
70	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.033	0.04
90	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.043	0.039
110	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.035	0.04
130	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.025	0.028	0.034	0.04
150	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.038	0.04
170	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.032	0.039
180	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.033	0.039
190	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.033	0.04
200	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.033	0.04
210	0.007	0.011	0.015	0.019	0.022	0.025	0.029	0.033	0.039
220	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.036	0.039
230	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.035	0.039
240	0.007	0.011	0.015	0.018	0.021	0.025	0.029	0.034	0.039
250	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.026	0.029	0.033	0.039
260	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.026	0.028	0.035	0.039
270	0.007	0.011	0.014	0.017	0.022	0.026	0.029	0.034	0.039
280	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.026	0.029	0.033	0.039
290	0.007	0.01	0.014	0.018	0.02	0.024	0.029	0.033	0.039
300	0.007	0.011	0.015	0.018	0.02	0.025	0.029	0.034	0.039
310	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.034	0.039
320	0.007	0.01	0.014	0.018	0.022	0.025	0.028	0.035	0.039
330	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.033	0.039
340	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.033	0.039
350	0.007	0.011	0.015	0.019	0.022	0.025	0.029	0.033	0.039
static	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.033	0.039

ตาราง Rotation (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A8)

ความเร็ว (km/h)	A8								
	Rotation (mm.)								
	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.
10	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.034	0.037
30	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.033	0.037
50	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.033	0.038
70	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.034	0.038
90	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.033	0.037
110	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.035	0.037
130	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.028	0.034	0.037
150	0.006	0.01	0.014	0.018	0.021	0.024	0.029	0.034	0.038
170	0.008	0.011	0.014	0.018	0.021	0.025	0.029	0.032	0.037
180	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.033	0.037
190	0.007	0.011	0.015	0.019	0.022	0.025	0.029	0.034	0.037
200	0.006	0.009	0.013	0.018	0.02	0.025	0.028	0.032	0.039
210	0.007	0.011	0.014	0.016	0.022	0.026	0.029	0.033	0.038
220	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.026	0.029	0.034	0.037
230	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.034	0.037
240	0.007	0.01	0.014	0.017	0.022	0.025	0.029	0.034	0.037
250	0.007	0.011	0.014	0.018	0.021	0.025	0.029	0.034	0.038
260	0.007	0.011	0.015	0.018	0.022	0.026	0.03	0.033	0.037
270	0.007	0.011	0.015	0.019	0.022	0.026	0.029	0.035	0.037
280	0.008	0.011	0.015	0.017	0.022	0.025	0.029	0.034	0.038
290	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.027	0.029	0.034	0.037
300	0.006	0.01	0.012	0.018	0.02	0.024	0.028	0.031	0.037
310	0.007	0.011	0.014	0.018	0.021	0.025	0.029	0.034	0.037
320	0.008	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.034	0.037
330	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.036	0.038
340	0.007	0.01	0.015	0.018	0.022	0.025	0.029	0.032	0.038
350	0.007	0.011	0.014	0.018	0.021	0.025	0.029	0.033	0.039
static	0.007	0.011	0.014	0.018	0.022	0.025	0.029	0.033	0.036

ตาราง Rotation (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A9)

ความเร็ว (km/h)	A9									
	Rotation (mm.)									
	span	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.	
10	0.007	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.037	0.041	
30	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.038	0.042	
50	0.007	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.038	0.042	
70	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.041	0.042	
90	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.033	0.037	0.041	
110	0.008	0.012	0.015	0.02	0.024	0.028	0.032	0.036	0.041	
130	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.037	0.04	
150	0.008	0.012	0.016	0.02	0.025	0.028	0.032	0.037	0.041	
170	0.008	0.011	0.015	0.02	0.023	0.027	0.031	0.035	0.04	
180	0.008	0.011	0.016	0.02	0.024	0.028	0.033	0.036	0.041	
190	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.036	0.041	
200	0.008	0.012	0.016	0.02	0.025	0.028	0.032	0.036	0.041	
210	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.037	0.041	
220	0.007	0.012	0.015	0.02	0.024	0.028	0.032	0.036	0.041	
230	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.038	0.04	
240	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.035	0.041	
250	0.008	0.012	0.015	0.02	0.023	0.028	0.032	0.038	0.04	
260	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.037	0.04	
270	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.033	0.037	0.041	
280	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.037	0.04	
290	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.037	0.041	
300	0.008	0.012	0.016	0.02	0.025	0.029	0.032	0.037	0.04	
310	0.007	0.012	0.014	0.02	0.023	0.028	0.032	0.035	0.04	
320	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.037	0.037	
330	0.007	0.012	0.015	0.02	0.024	0.027	0.032	0.037	0.04	
340	0.008	0.011	0.015	0.019	0.023	0.027	0.031	0.037	0.04	
350	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.031	0.037	0.041	
static	0.008	0.012	0.016	0.02	0.024	0.028	0.032	0.036	0.04	

ตาราง Rotation (mm.)ของรถไฟความเร็วสูง HSLM (A10)

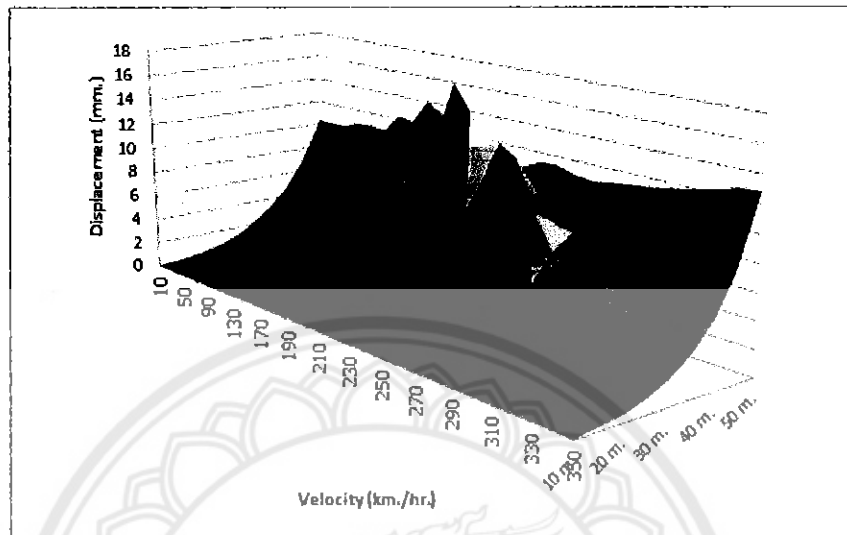
ความเร็ว (km/h)	A10									
	Rotation (mm.)									
	span	span	span	span	span	span	span	span	span	span
	10 m.	15 m.	20 m.	25 m.	30 m.	35 m.	40 m.	45 m.	50 m.	
10	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.037	0.041	
30	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.038	0.042	
50	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.038	0.041	
70	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.037	0.040	
90	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.029	0.032	0.040	0.042	
110	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.037	0.042	
130	0.007	0.012	0.016	0.020	0.024	0.027	0.032	0.038	0.040	
150	0.008	0.012	0.015	0.020	0.024	0.028	0.032	0.036	0.043	
170	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.039	0.041	
180	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.039	0.041	
190	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.036	0.041	
200	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.036	0.040	
210	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.037	0.041	
220	0.008	0.013	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.037	0.042	
230	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.036	0.040	
240	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.037	0.040	
250	0.008	0.012	0.016	0.021	0.024	0.028	0.032	0.035	0.040	
260	0.007	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.038	0.040	
270	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.033	0.037	0.040	
280	0.008	0.012	0.017	0.020	0.023	0.028	0.033	0.035	0.041	
290	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.036	0.039	
300	0.009	0.011	0.016	0.020	0.024	0.028	0.031	0.036	0.041	
310	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.029	0.032	0.036	0.041	
320	0.007	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.036	0.040	
330	0.008	0.012	0.016	0.020	0.023	0.027	0.032	0.036	0.040	
340	0.008	0.012	0.016	0.020	0.023	0.028	0.033	0.037	0.040	
350	0.009	0.012	0.016	0.020	0.023	0.028	0.032	0.038	0.040	
static	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024	0.028	0.032	0.036	0.040	

ตาราง Impact Factor ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300 , CRH 2 และ HSLM (A1-A10)

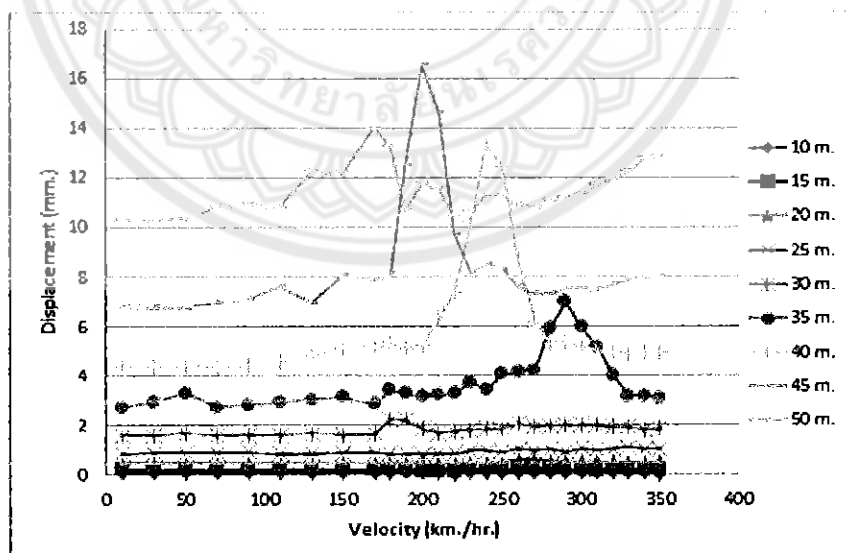
train	span (m)								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
SKS	1.19	1.10	1.37	1.27	1.41	2.52	3.07	2.46	1.37
CRS2	1.26	1.26	1.20	1.19	1.35	1.48	2.14	2.89	2.72
A1	2.15	1.67	2.45	2.33	4.15	5.76	3.45	5.57	2.79
A2	2.09	1.41	2.21	1.66	3.81	5.46	4.74	4.38	2.73
A3	2.04	1.38	3.27	1.57	4.42	4.56	5.98	4.20	2.45
A4	2.07	1.53	3.03	2.02	3.02	3.76	5.66	4.44	4.26
A5	1.67	1.70	2.64	2.88	2.28	2.86	5.45	3.73	4.86
A6	1.25	11.43	2.33	12.26	1.60	1.98	4.44	4.31	5.07
A7	1.43	2.29	2.10	3.47	1.48	2.33	3.77	2.84	5.00
A8	1.63	1.65	1.58	3.56	2.02	3.13	3.07	4.17	5.22
A9	1.64	1.98	1.90	4.20	2.56	2.38	2.15	4.24	3.54
A10	1.58	1.53	12.47	3.20	3.02	2.48	1.69	5.30	4.27



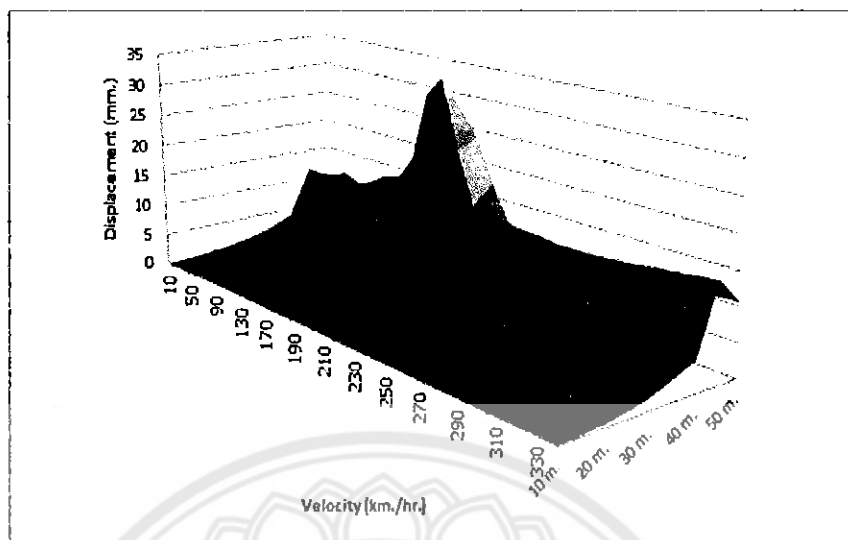
กราฟแสดงความสัมพันธ์



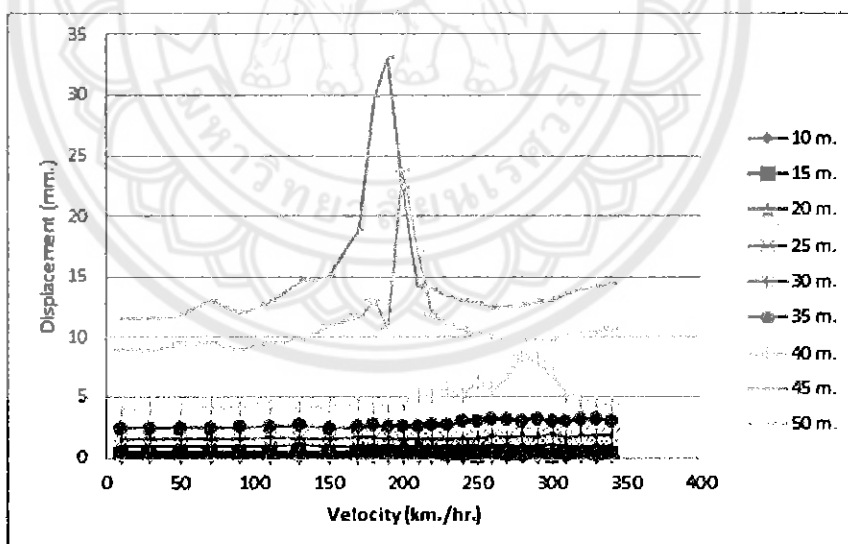
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Displacement (mm.)
และ Velocity (Km./hr.) ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300



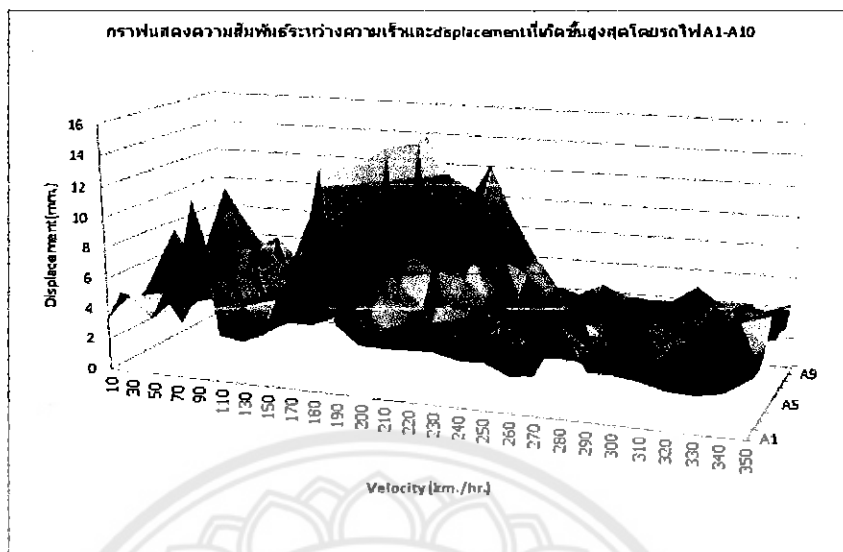
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Displacement (mm.)
และ Velocity (Km./hr.) ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300



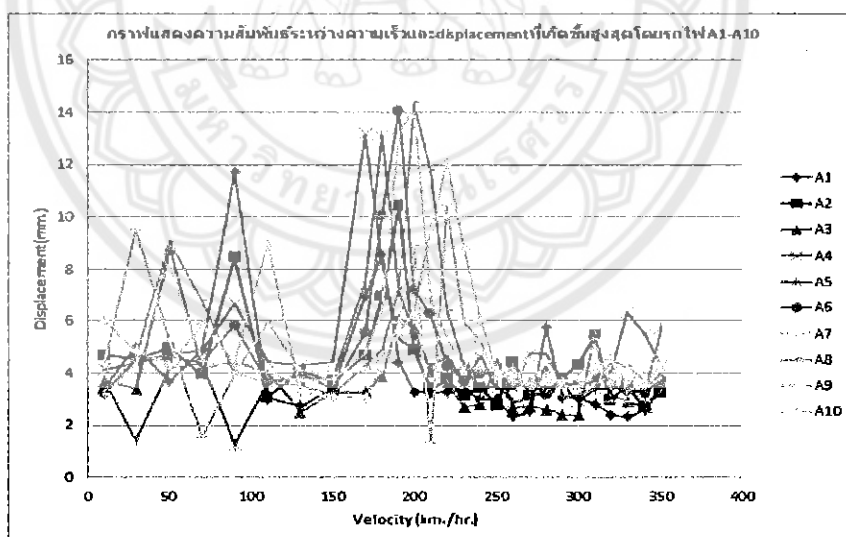
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Displacement (mm.)
และ Velocity (Km./hr.) ของรถไฟความเร็วสูง CRH 2



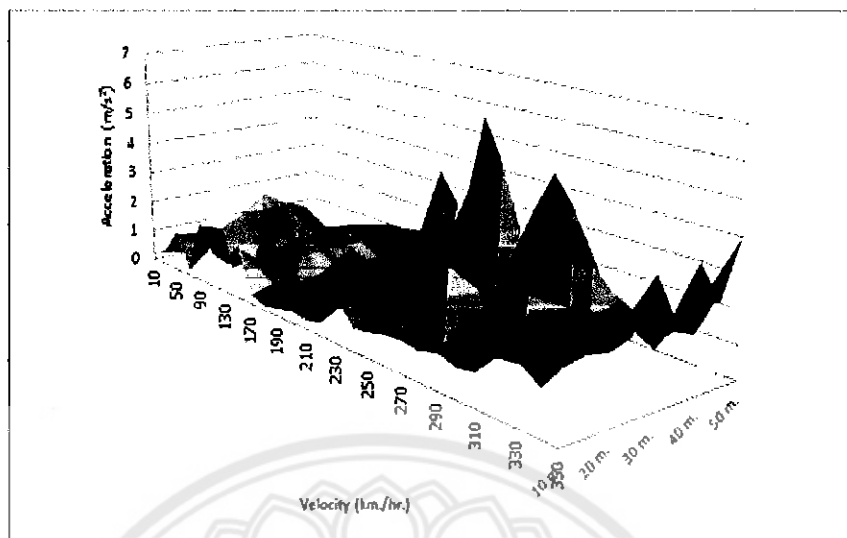
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Displacement (mm.)
และ Velocity (Km./hr.) ของรถไฟความเร็วสูง CRH 2



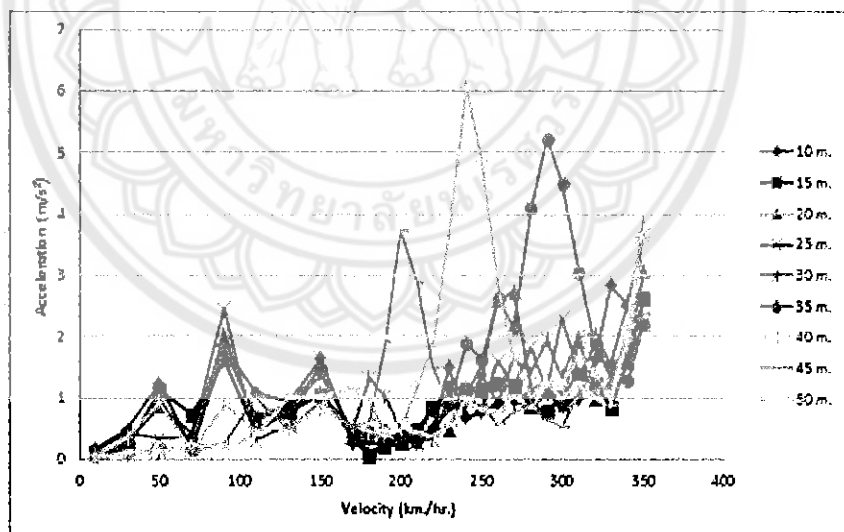
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Displacement (mm.)
และ Velocity (Km./hr.) ของรถไฟความเร็วสูง A1-A10



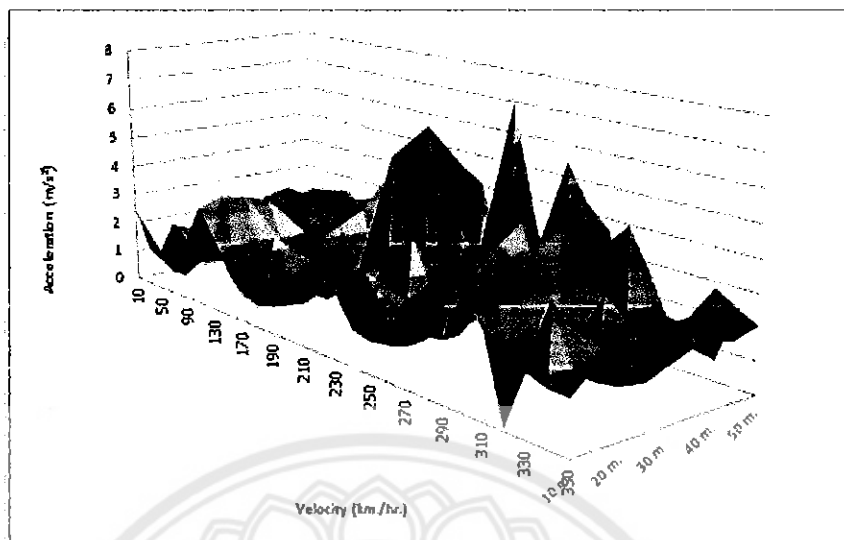
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Displacement (mm.)
และ Velocity (Km./hr.) ของรถไฟความเร็วสูง A1-A10



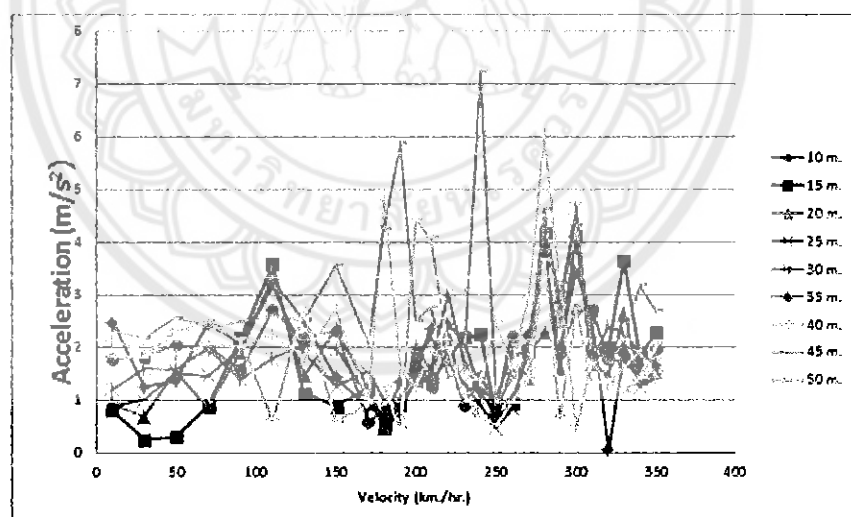
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Acceleration(m/s^2)
และ Velocity (Km./hr.) ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300



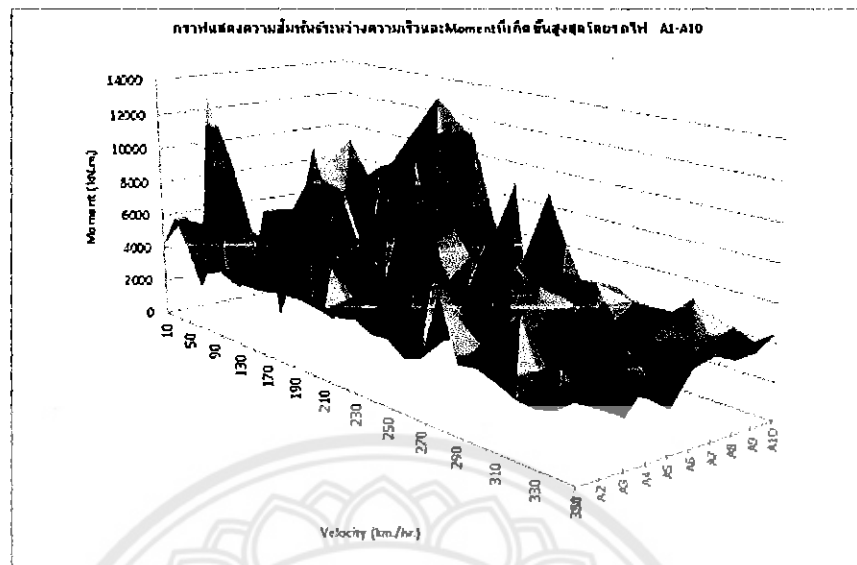
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Acceleration(m/s^2)
และ Velocity (Km./hr.) ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300



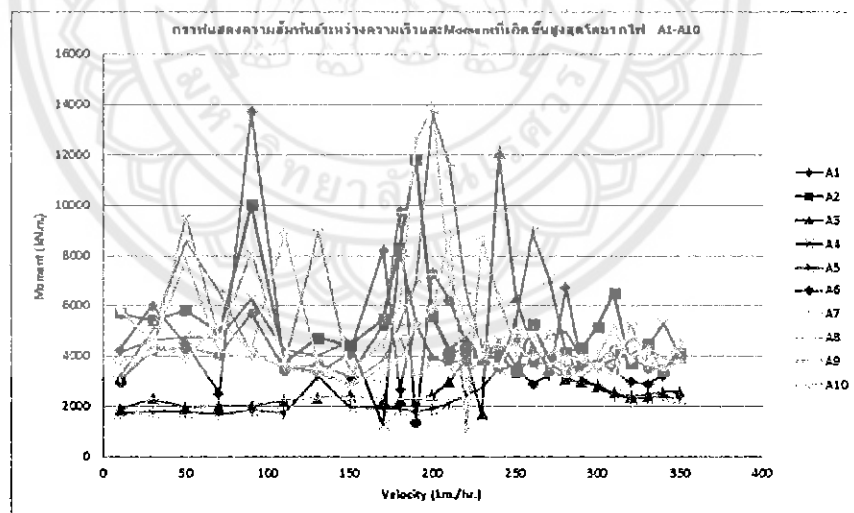
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Acceleration(m/s^2)
และ Velocity (Km./hr.) ของรถไฟความเร็วสูง CRH 2



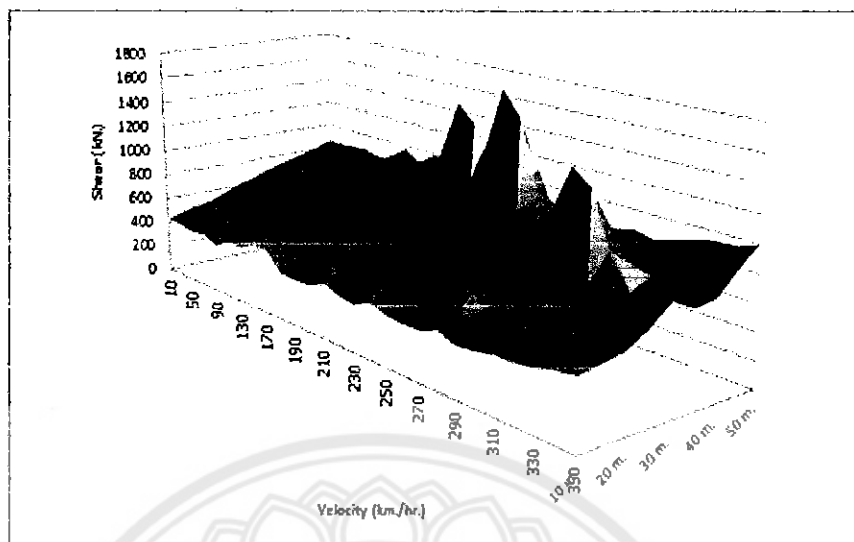
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Acceleration(m/s^2)
และ Velocity (Km./hr.) ของรถไฟความเร็วสูง CRH 2



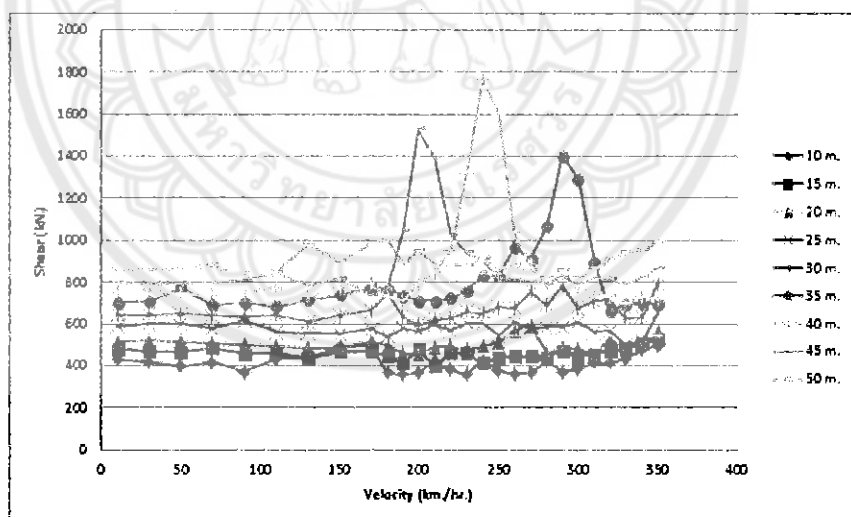
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Acceleration(m/s^2)
และ Velocity (Km./hr.) ของรถไฟความเร็วสูง A1-A10



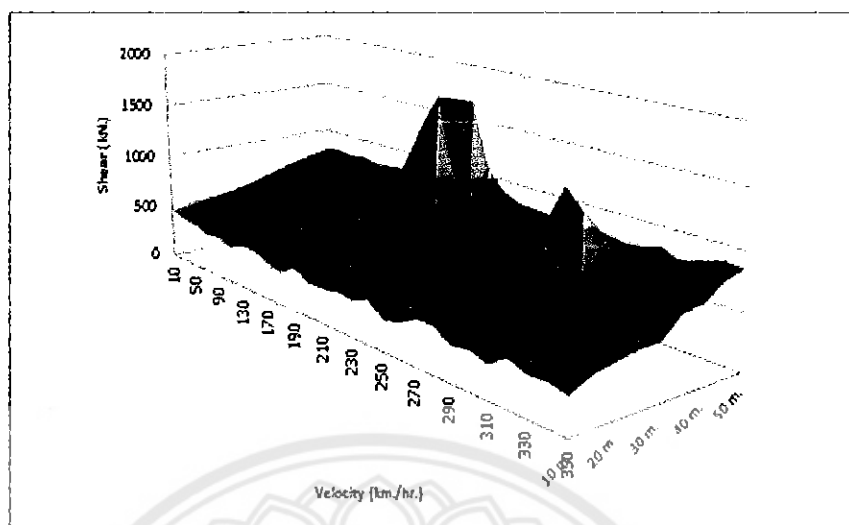
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Acceleration(m/s^2)
และ Velocity (Km./hr.) ของรถไฟความเร็วสูง A1-A10



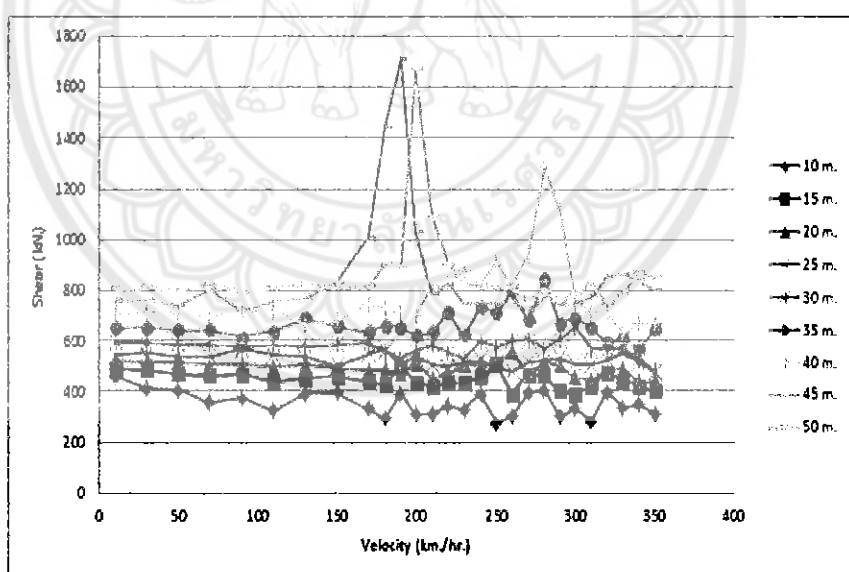
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Shear(KN) และ Velocity (Km./hr.)
ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300



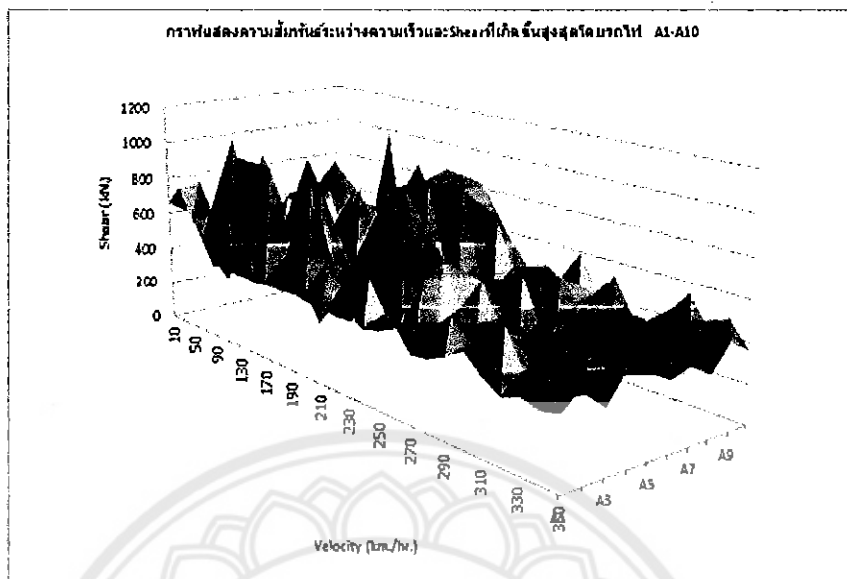
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Shear(KN) และ Velocity (Km./hr.)
ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300



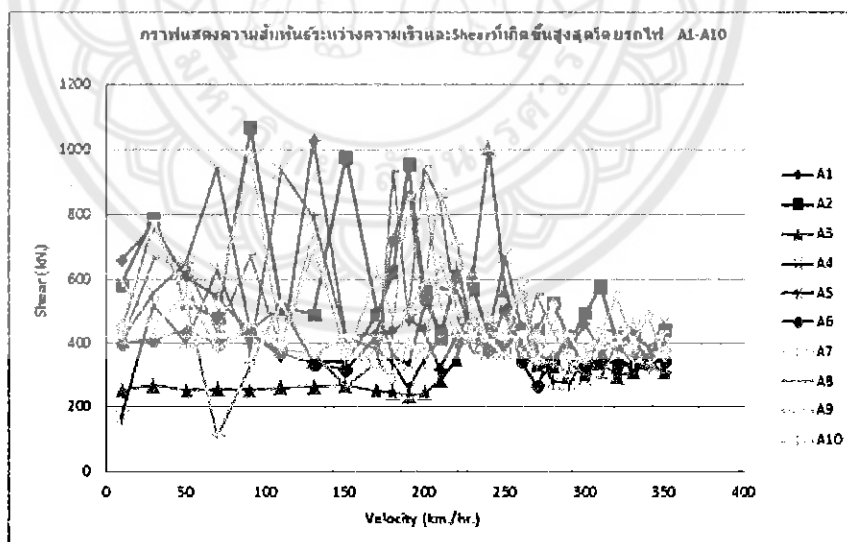
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Shear(KN) และ Velocity (Km./hr.)
ของรถไฟความเร็วสูง CRH 2



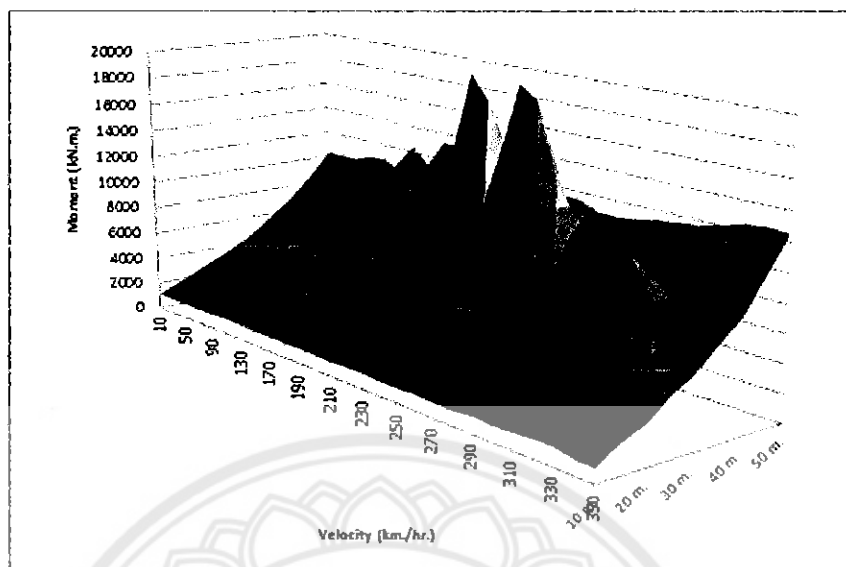
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Shear(KN) และ Velocity (Km./hr.)
ของรถไฟความเร็วสูง CRH 2



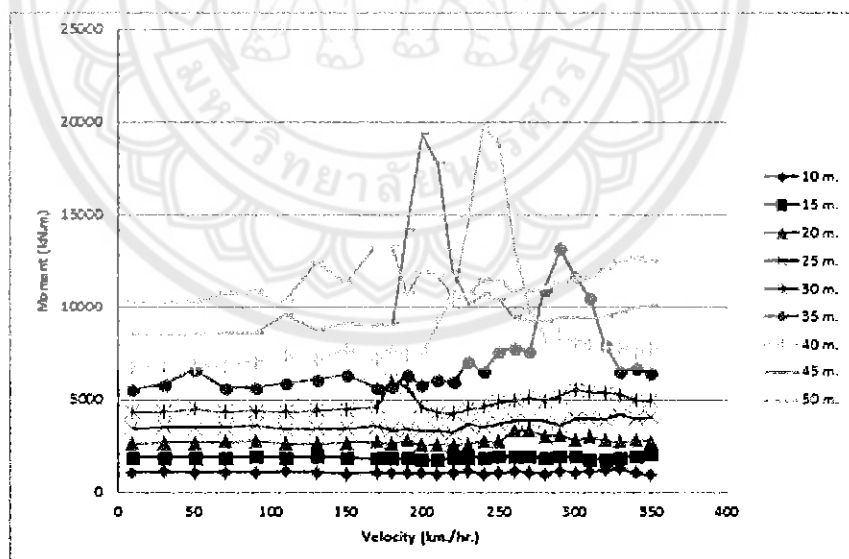
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Shear(KN) และ Velocity (Km./hr.)
ของรถไฟความเร็วสูง A1-A10



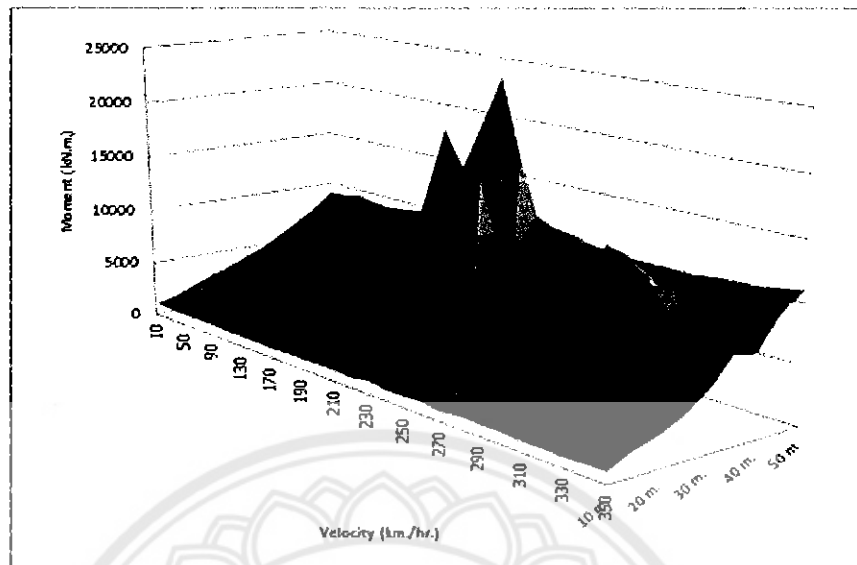
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Shear(KN) และ Velocity (Km./hr.)
ของรถไฟความเร็วสูง A1-A10



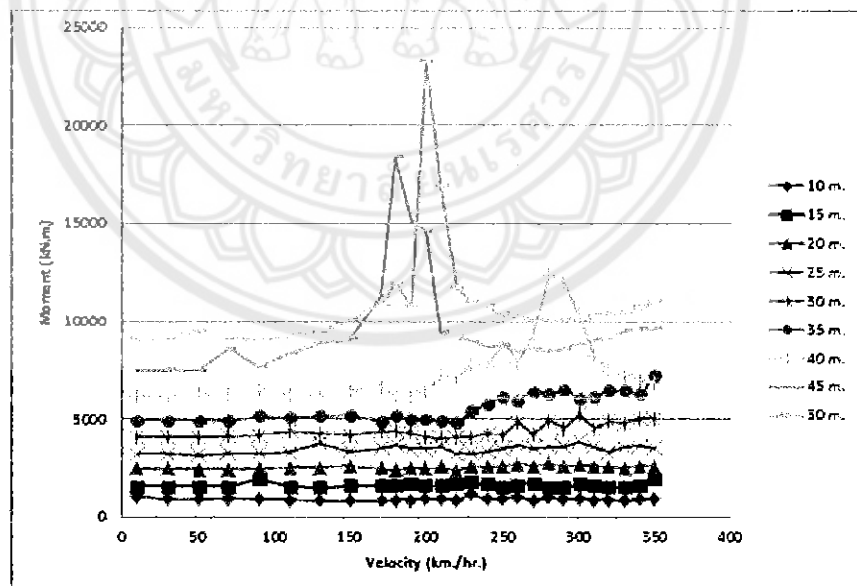
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Moment (KN.m) และ Velocity (Km./hr.) ของ
รถไฟความเร็วสูง SKS 300



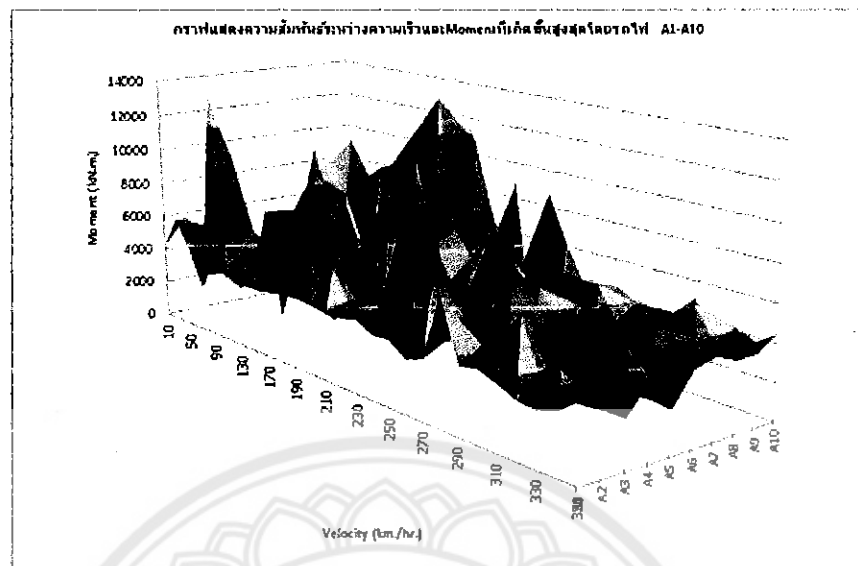
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Moment (KN.m) และ Velocity (Km./hr.) ของ
รถไฟความเร็วสูง SKS 300



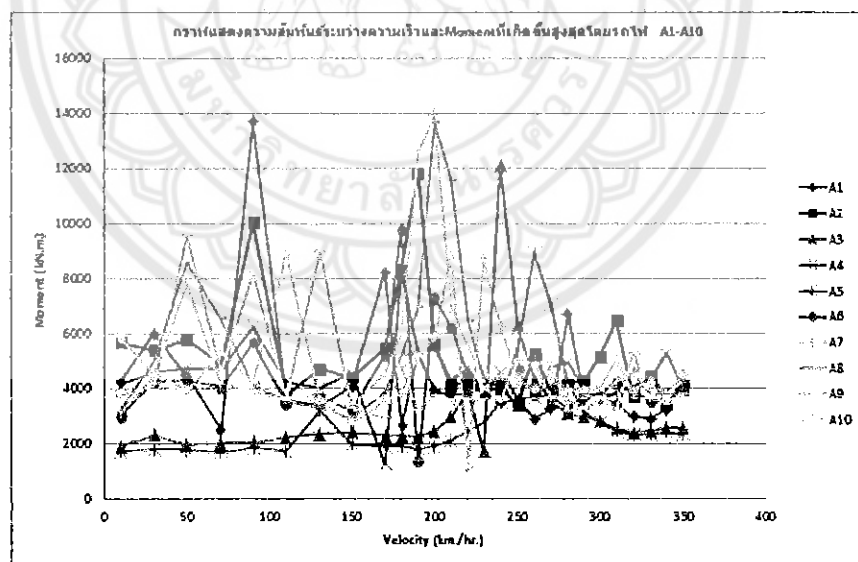
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Moment (KN.m) และ Velocity (Km./hr.) ของ
รถไฟความเร็วสูง CRH 2



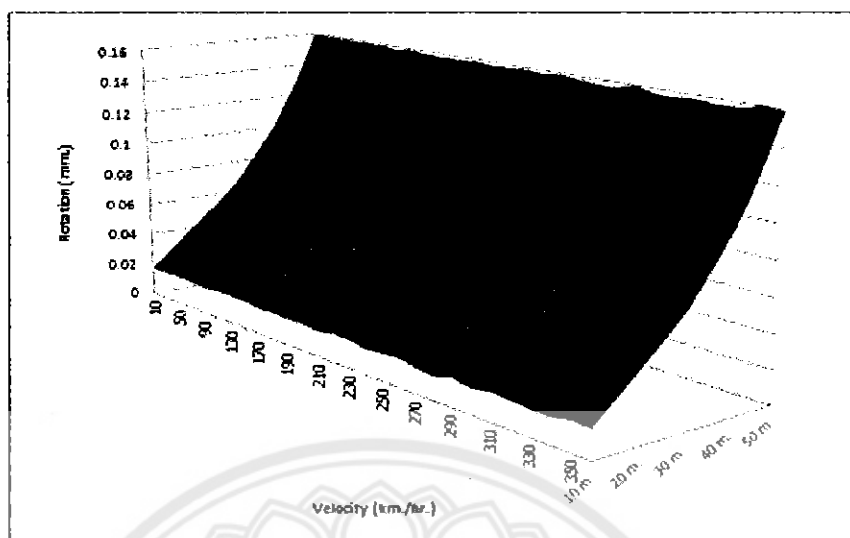
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Moment (KN.m) และ Velocity (Km./hr.) ของ
รถไฟความเร็วสูง CRH 2



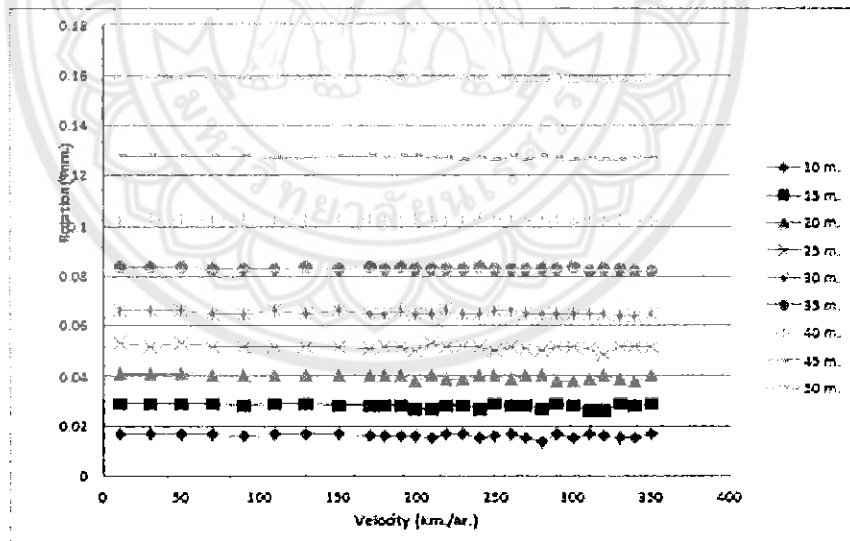
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Moment (KN.m) และ Velocity (Km./hr.) ของ
รถไฟความเร็วสูง A1-A10



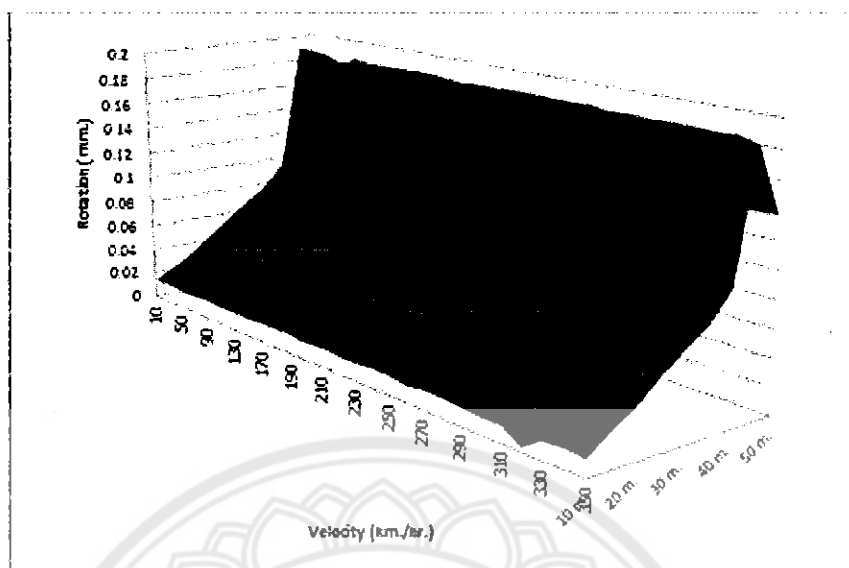
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Moment (KN.m) และ Velocity (Km./hr.) ของ
รถไฟความเร็วสูง A1-A10



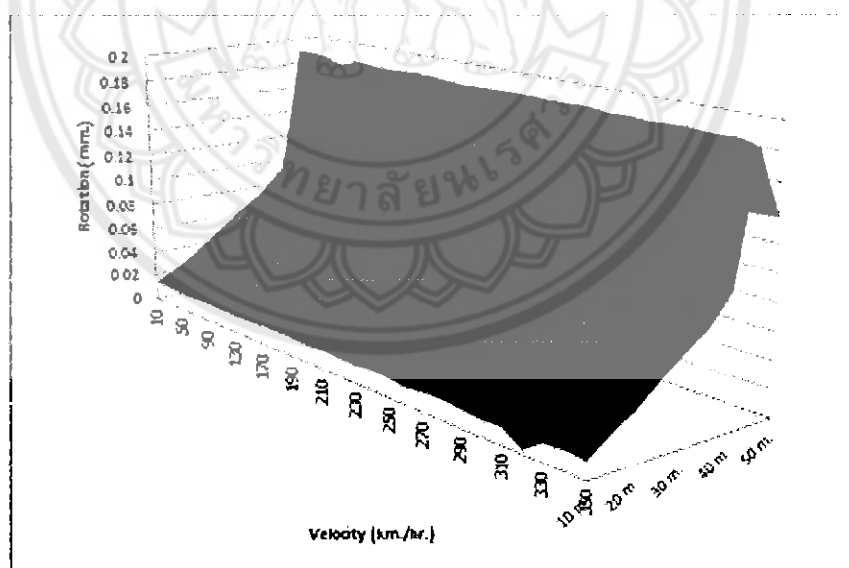
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Rotation(mm) และ Velocity (Km./hr.)
ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300



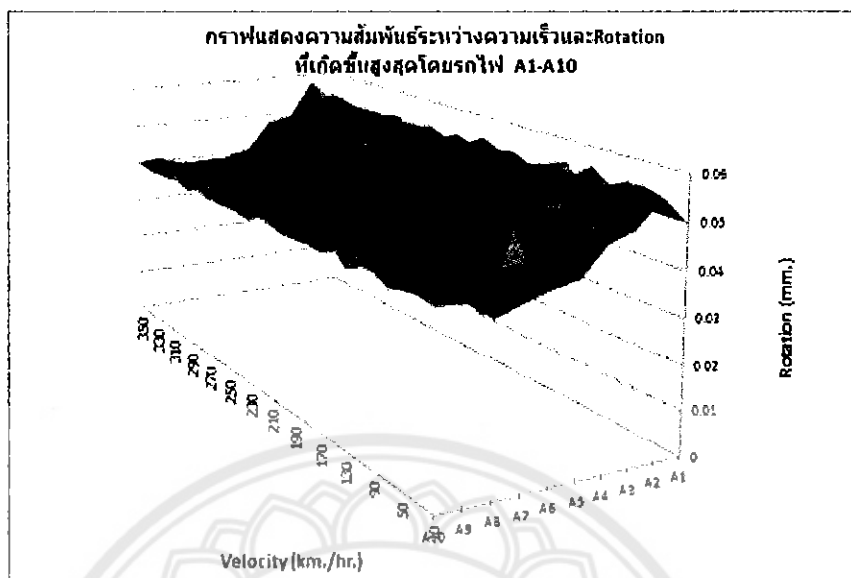
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Rotation(mm) และ Velocity (Km./hr.)
ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300



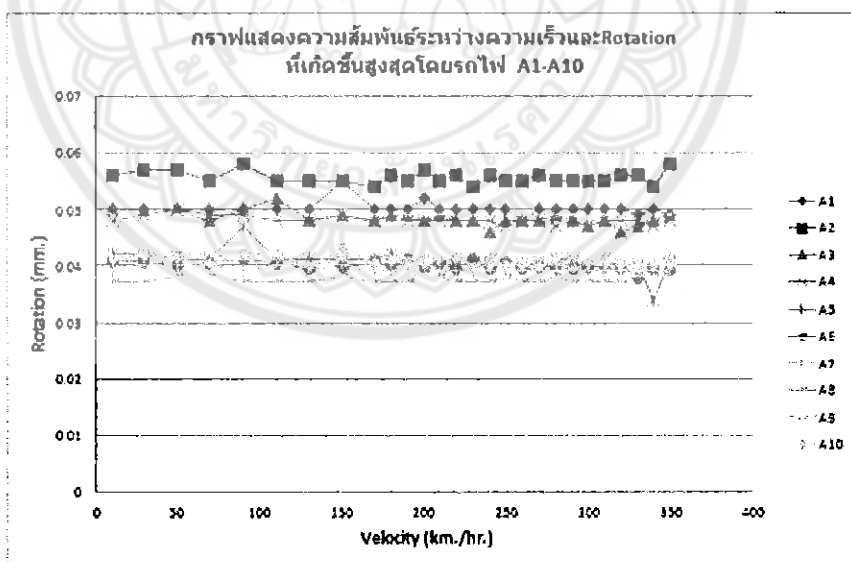
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Rotation(mm) และ Velocity (Km./hr.)
ของรถไฟความเร็วสูง CRH 2



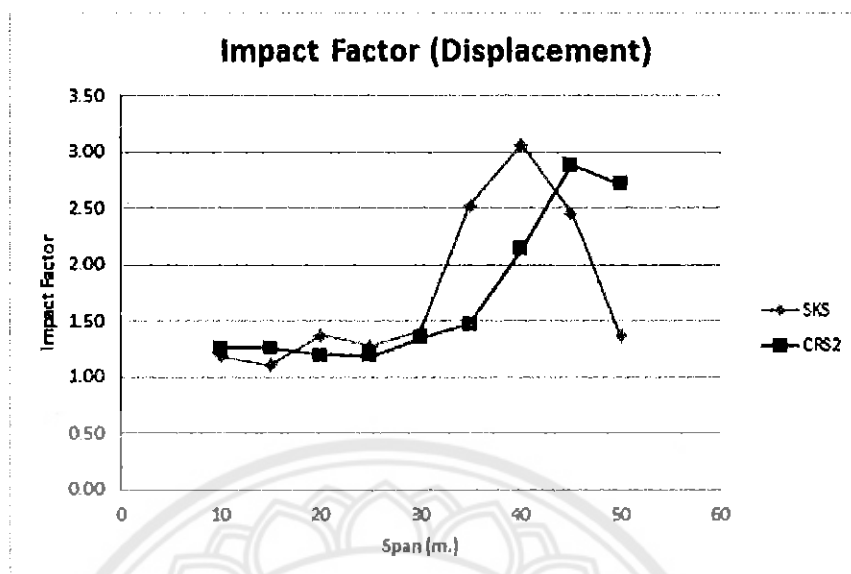
รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Rotation(mm) และ Velocity (Km./hr.)
ของรถไฟความเร็วสูง CRH 2



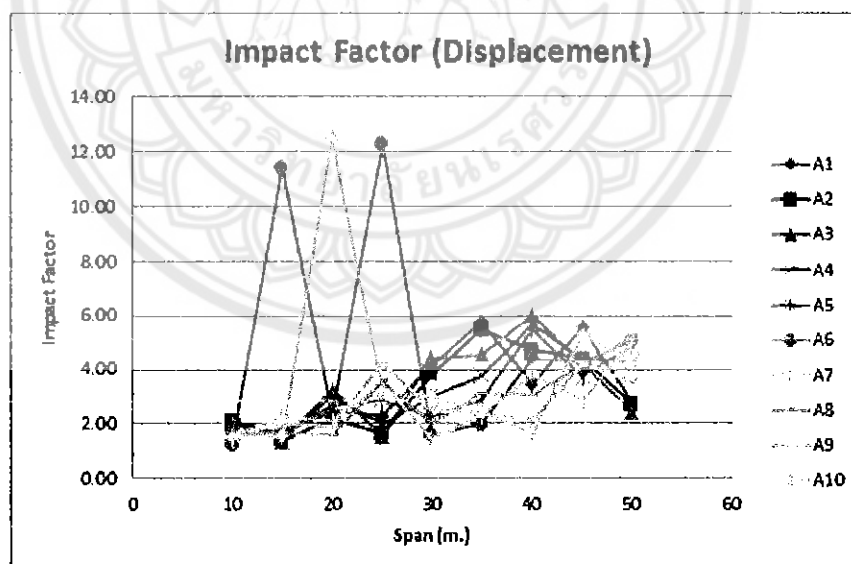
รูป กราฟสามมิติแสดงความสัมพันธ์ Rotation(mm) และ Velocity (Km./hr.)
ของรถไฟความเร็วสูง A1-A10



รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Rotation(mm) และ Velocity (Km./hr.)
ของรถไฟความเร็วสูง A1-A10



รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Impact Factor และ Span
ของรถไฟความเร็วสูง SKS 300 และ CRH 2



รูป กราฟสองมิติแสดงความสัมพันธ์ Impact Factor และ Span
ของรถไฟความเร็วสูง A1-A10

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายศักดิ์รัช รุ่งศรี
 ภูมิลำเนา 916 ม.7 ต.ซบสมอทอด อ.บึงสามพัน
 จ.เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนบึงสามพัน
วิทยาลัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: sdt.r@hotmail.com



ชื่อ นายศิริโรจน์ กันเกตุ
 ภูมิลำเนา 315 ม.1 ต.แม่กลอง อ.อุ้มผาง จ.ตาก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุ้มผางวิทยาลัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: ford_858@hotmail.com



ชื่อ นางสาวจุฑามาศ พิลาวรรณ
 ภูมิลำเนา 305/44 ม.4 ต.บ้านเปิด อ.เมือง จ.ขอนแก่น
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: may_parkdee@hotmail.com



ชื่อ นายปรียะชาติ นายอง
 ภูมิลำเนา 355 ม.1 ต.ท่าสายลวด อ.แม่สอด จ.ตาก
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสรรพวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: blackman_most@hotmail.com