# การพัฒนาโปรแกรม การออกแบบ และการคำนวณโค้งทางดิ่ง ในงานวิศวกรรมการทางโดยใช้ Visual Basic

# PROGRAM DEVELOPMENT, DESIGN, AND VERTICAL CURVE CALCULATION IN HIGHWAY ENGINEERING BY USING VISUAL BASIC

นายจีระพันธ์ นนทะกา รหัส 50360661
นางสาวจุฬาลักษณ์ พริบไหว รหัส 50380171
นางสาวสุวรรณา ปัญญาวงศ์ รหัส 50381611

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 24 มิ.ย. 2554
เลขทะเบียน 15516493
เลขเรียกหนังสือ ม5
มหาวิทยาลัยนเรศวร 9 357 ก 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2553

# ใบรับรองปริญญานิพนธ์

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ชื่อหัวข้อโครงงาน** | การพัฒนาโปรแกรม การออกแบบ และการคำนวณโค้งทางดิ่ง ในงานวิศวกรรมการทางโดยใช้ Visual Basic | | |
| **ผู้ดำเนินโครงงาน** | นายจีระพันธ์ | นนทะคา | รหัส 50360661 |
| | นางสาวจุฬาลักษณ์ | พริบไหว | รหัส 50380171 |
| | นางสาวสุวรรณา | ปัญญาวงศ์ | รหัส 50381611 |
| **ที่ปรึกษาโครงงาน** | อาจารย์บุญพล มีไชโย | | |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมโยธา | | |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมโยธา | | |
| **ปีการศึกษา** | 2553 | | |

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์**ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง**ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์บุญพล มีไชโย)

.....กรรมการ

(อาจารย์ภัคพงศ์ หอมเนียม)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ชื่อหัวข้อโครงงาน** | การพัฒนาโปรแกรม การออกแบบ และการคำนวณโค้งทางดิ่ง ในงานวิศวกรรมการทางโดยใช้ Visual Basic | | |
| **ผู้ดำเนินโครงงาน** | นายจีระพันธ์ | นนทะกา | รหัส 50360661 |
| | นางสาวจุฬาลักษณ์ | พริบไหว | รหัส 50380171 |
| | นางสาวสุวรรณา | ปัญญาวงศ์ | รหัส 50381611 |
| **ที่ปรึกษาโครงงาน** | อาจารย์บุญพล มีไชโย | | |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมโยธา | | |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมโยธา | | |
| **ปีการศึกษา** | 2553 | | |

## บทคัดย่อ

ปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลสูง มีความแม่นยำและรวดเร็ว จึงได้พัฒนาประยุกต์ใช้โปรแกรม Visual Basic เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ออกแบบโค้งถนน โดยเขียนโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถคำนวณการออกแบบโค้งทางดิ่งได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว โดยตัวโปรแกรมได้แนะนำค่าตัวแปรที่ควรนำไปใช้เพื่อการออกแบบ ให้ผู้ใช้โปรแกรมหรือวิศวกรออกแบบทางนำไปพิจารณา นอกจากนั้นผลที่ได้จากการคำนวณออกแบบยังสามารถบันทึกข้อมูล และ พิมพ์เอกสารได้ ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมสามารถนำไปใช้เพื่อปรับปรุงเป็นแบบเพื่อการก่อสร้างต่อไป การคำนวณออกแบบของโปรแกรมเมื่อเปรียบเทียบกับผลการออกแบบจากงานจริง และหนังสือวิศวกรรมทางที่ใช้มาตรฐานเดียวกันในการออกแบบผลที่ได้ตรงกัน จึงสรุปได้ว่าโปรแกรมที่พัฒนาออกแบบขึ้นมานี้สามารถนำไปใช้งานได้จริงได้ อีกทั้งช่วยประหยัดเวลาในการคำนวณออกแบบ ซึ่งการใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานี้จะมีความเร็วในการคำนวณออกแบบมากกว่าการไม่ใช้โปรแกรมช่วยในการคำนวณออกแบบเป็นอย่างมาก

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Project title** | Program development, design, and vertical curve calculation in highway engineering by using Visual Basic | | |
| **Name** | Mr. Jeeraphan | Nontaka | ID. 50360661 |
| | Ms. Chulalak | Prikwai | ID. 50380171 |
| | Ms. Suwanna | Panyawong | ID. 50381611 |
| **Project advisor** | Mr. Boonphol | Meechaiyo | |
| **Major** | Civil Engineering | | |
| **Department** | Civil Engineering | | |
| **Academic year** | 2010 | | |


## Abstract

At present computer is highly effective technology in evaluation. It is accurate and fast. The development is applied by using Visual Basic program to be helpful in street curve design analysis. The program is written so that users can calculate vertical curve design conveniently and fast. The program has suggested the values of variables to use in designing so that program users or highway engineers can consider them. Moreover, the results of calculation can be recorded and printed so that the program users can use further to improve them as a model for construction in the future. The design calculation of the program when compared with the result of real work design and highway engineer books which using same standard in design has the same results. It can be concluded that the developed program can be used in real work and be helpful to save time in design calculation because this program is much faster for design calculation than without using the program.

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือและความร่วมมือจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ อาจารย์บุญพล มีไชโย อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำและช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณอาจารย์ท่านอื่นๆ และพนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความร่วมมือตลอดระยะเวลาที่ดำเนินโครงงาน

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอ กราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายจีระพันธ์ นนทะกา
นางสาวจุฬาลักษณ์ พริบไหว
นางสาวสุวรรณา ปัญญาวงศ์
มีนาคม 2554

# สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ซ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ.....ญ

**บทที่** 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน.....2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....3
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน.....3

**บทที่** 2 หลักการและทฤษฎี.....4
2.1 โค้งทางดิ่งหรือโค้งทางตั้ง (Vertical curve).....4
**2.2 ข้อพิจารณาทั่วๆไปเกี่ยวกับการวางแนวทางตั้ง**.....6
**2.3 ข้อพิจารณาเพิ่มเติมบางประการเกี่ยวกับการวางแนวทางตั้ง**.....8
**2.4 การกำหนดความยาวโค้งตั้งให้สอดคล้องกับระยะมองเห็น**.....9
**2.5 การกำหนดความยาวโค้งให้สอดคล้องความต้องการระบายน้ำ**.....14
**2.6 ระยะการมองไกลโดยปลอดภัยของโค้งหงาย (Sag vertical curve)** .....15
**2.7 ระยะมองไกลของโค้งคว่ำ (Sight distance over crest)** .....18
**2.8 ระยะมองไกลเมื่อมองลอดใต้โครงสร้าง**.....24

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า


บทที่ 3 ดำเนินโครงงาน.....27

3.1 บทนำ.....27

3.2 ตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมออกแบบถนน.....27

3.3 ภาพรวมของโปรแกรม.....27

3.4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม.....29

บทที่ 4 ผลการศึกษา.....30

4.1 การเขียนโปรแกรม.....30

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลของโครงงาน.....37

5.1 วิเคราะห์ผล.....37

5.2 สรุปผลของโครงงาน.....37

5.3ข้อจำกัดและแนวทางการพัฒนาโปรแกรม.....37

เอกสารอ้างอิง.....38

ภาคผนวก ก.....39

ภาคผนวก ข.....43

ภาคผนวก ค.....51

# สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงาน.....3

2.1 ค่า K สำหรับมาตรฐานของกรมทางหลวง.....15

2.2 Summary of Sight Distances on Bituminous or Concrete Pavements.....24

3.1 ตัวแปรที่ในส่วนของโปรแกรมการออกแบบโค้งถนน.....27

ข1 ผลการตรวจสอบโปรแกรม.....44

ข2 ผลการตรวจสอบโปรแกรม.....46

ข3 ผลการตรวจสอบโปรแกรม.....48

ข4 ผลการตรวจสอบโปรแกรม.....50

# สารบัญรูป


รูปที่ หน้า

2.1 ลักษณะของโค้งคว่ำและโค้งหงาย....4

2.2 โค้งสมมาตร (Symmetrical curve....5

2.3 การวางแนวทางให้มีช่วงหลังทางลาดชันน้อยลงระหว่างหลังทางลาดชัน....7

2.4 แสดงการกำหนดระดับหลังทาง....7

2.5 รถคัน ก. มองไม่เห็นรถคัน ข. ซึ่งอยู่ในส่วนต่ำของโปรไฟล์กำลังวิ่งสวนมา รถคัน ก. อาจจะแซงรถคันอื่นโดยที่คิดว่าถนนในช่วง ค. ง. จ. ไม่มีสวนมา....7

2.6 กราฟความเร็วระยะทางสำหรับรถบรรทุกหนักทั่วๆไป....9

2.7 ระยะมองเห็นบนโค้งตั้งเมื่อ S<L....10

2.8 ระยะมองเห็นบนโค้งตั้งเมื่อ S<L....11

2.9 ระยะมองเห็นในโค้งตั้งหงายในเวลากลางคืน....12

2.10 เกณฑ์ออกแบบสำหรับโค้งตั้งคว่ำเพื่อให้สอดคล้องกับ Desirable SSD....13

2.11 เกณฑ์ออกแบบสำหรับโค้งตั้งหงายเพื่อให้สอดคล้องกับ Desirable SSD....14

2.12 Design controls for vertical curves....16

2.13 ความยาวของโค้งหงายตามมาตรฐานของ NAASRA....17

2.14 ความยาวน้อยสุดของโค้งดิ่งคว่ำที่ให้ระยะมองไกลเพื่อหยุดที่ปลอดภัย....18

2.15 ระยะมองไกลเพื่อการแซง....20

2.16 ระยะแซงโดยปลอดภัยในทางโค้งขึ้นเนินเมื่อ $h_1 = h_2$ = 1.15 เมตร....21

2.17 ระยะมองไกลเพื่อหยุด....22

2.18 ระยะมองไกลเพื่อการแซง....23

2.19 ระยะมองไกลมากกว่าความยาวโค้ง....25

2.20 ระยะมองไกลน้อยกว่าความยาวโค้ง....26

3.1 Flow Chart โปรแกรมการออกแบบโค้งถนนในแนวดิ่ง....28

4.1 ขั้นตอนการ Input Data....32

4.2 การแสดงผล....34

4.3 โค้งลักษณะต่างๆ....35

4.4 สรุปผลข้อมูล....35

ก1 เริ่มเข้าสู่โปรแกรม....39

ก2 กรอกชื่อผู้ทำการออกแบบ....40

# สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

ก3 การคำนวณ....41
ก4 การแสดงผล....41
ก5 ผลรวมการคำนวณจากโปรแกรม....42
ข1 โค้งคว่ำที่ได้จากการคำนวณ....44
ข2 โค้งคว่ำที่ได้จากการคำนวณ....45
ข3 โค้งคว่ำที่ได้จากการคำนวณ....47
ข4 โค้งคว่ำที่ได้จากการคำนวณ....49

# สารบัญสัญลักษณ์

| | | |
|---|---|---|
| $y_m$ (หรือ e หรือ M.O.) | = | ระยะห่างจากจุดตัดของเส้นสัมผัสมายังจุดยอดโค้ง |
| A | = | ความแตกต่างทางพีชคณิตของลาดชัน |
| $G_1, G_2$ | = | เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน |
| L | = | ความยาวโค้งวัดตามระยะฉายทางราบ |
| y | = | ระยะห่างทางดิ่งจากจุดต่างๆของเส้นสัมผัสมายังโค้ง และห่างจากจุดตั้งต้นโค้งหรือปลายโค้งเท่ากับ X |
| K | = | ความยาวที่ต้องการสำหรับการเปลี่ยนแปลงความลาดเอียง 1 เปอร์เซ็นต์, เมตร |
| L | = | ความยาวโค้งดิ่ง, เมตร |
| A | = | ความแตกต่างทางพีชคณิตของความลาด; เปอร์เซ็นต์ |
| S | = | ระยะมองไกล |
| L | = | ความยาวของโค้งในแนวดิ่ง |
| e | = | ระยะบดบังสายตา |
| $h_1$ | = | ความสูงของแนวสายตาของผู้ขับรถ |
| $h_2$ | = | ความสูงของแนวสายตาของวัตถุ |

หน้า 1-2

# MISSING

## 1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

| เดือน / กิจกรรม | ตุลาคม 1 2 3 4 | พฤศจิกายน 1 2 3 4 | ธันวาคม 1 2 3 4 | มกราคม 1 2 3 4 | กุมภาพันธ์ 1 2 3 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.ทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | | | | | |
| 2.ศึกษาการออกแบบโค้งในทางดิ่ง | | | | | |
| 3.ศึกษาการใช้โปรแกรม Visual Basic | | | | | |
| 4.วางแผน,ออกแบบการเขียนโปรแกรม | | | | | |
| 5.ดำเนินงาน | | | | | |
| 6.สรุปและวิเคราะห์ | | | | | |
| 7.จัดทำรูปเล่ม | | | | | |

## 1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

| | | |
|---|---|---|
| 1. ค่าวัสดุสำนักงาน | 1,000 | บาท |
| 2. ค่าถ่ายเอกสาร | 1,000 | บาท |
| 3. ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์ | 1,000 | บาท |
| รวมเป็นเงิน | 3,000 | บาท (สามพันบาทถ้วน) |

# บทที่ 2
# หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

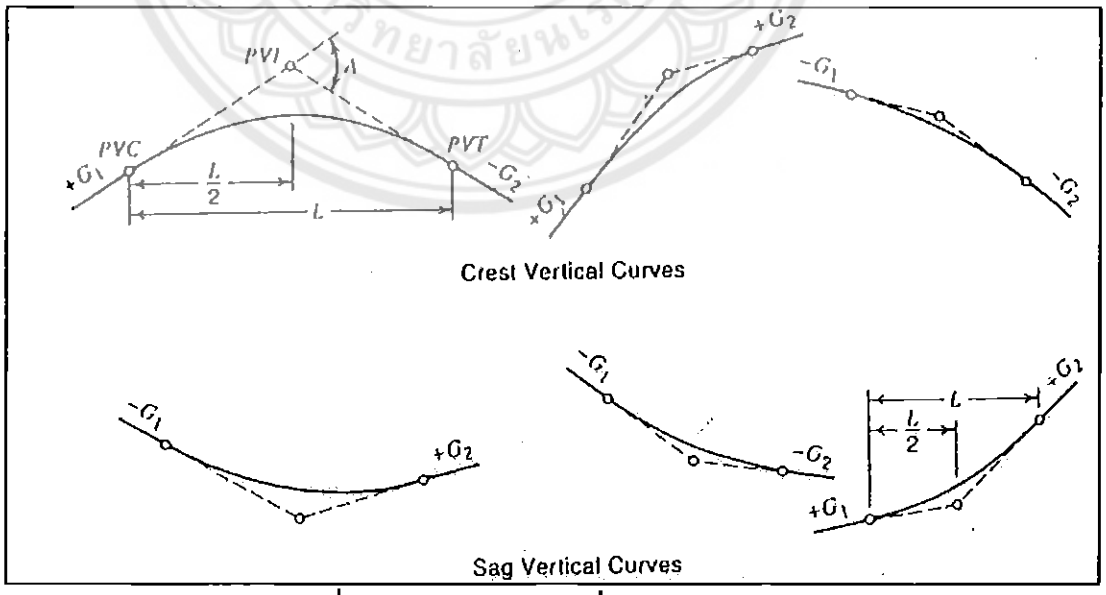
สำหรับการนำโปรแกรม Visual Basic มาช่วยในการคำนวณโค้งถนน ทฤษฎีพื้นฐานของการออกแบบโค้งถนนและโปรแกรม Visual Basic ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณโค้งถนน ซึ่งได้แสดงทฤษฎีและสมการพื้นฐานพอสังเขปดังนี้

## 2.1 โค้งทางดิ่งหรือโค้งทางตั้ง (Vertical curve)

โค้งทางดิ่งคือโค้งพาราโบล่าที่ใช้เชื่อมเส้นความลาดชัน (grade line) สองเส้นเข้าด้วยกันทำให้การระบายน้ำเป็นไปอย่างสมบูรณ์ รวมทั้งปลอดภัยในการขับขี่

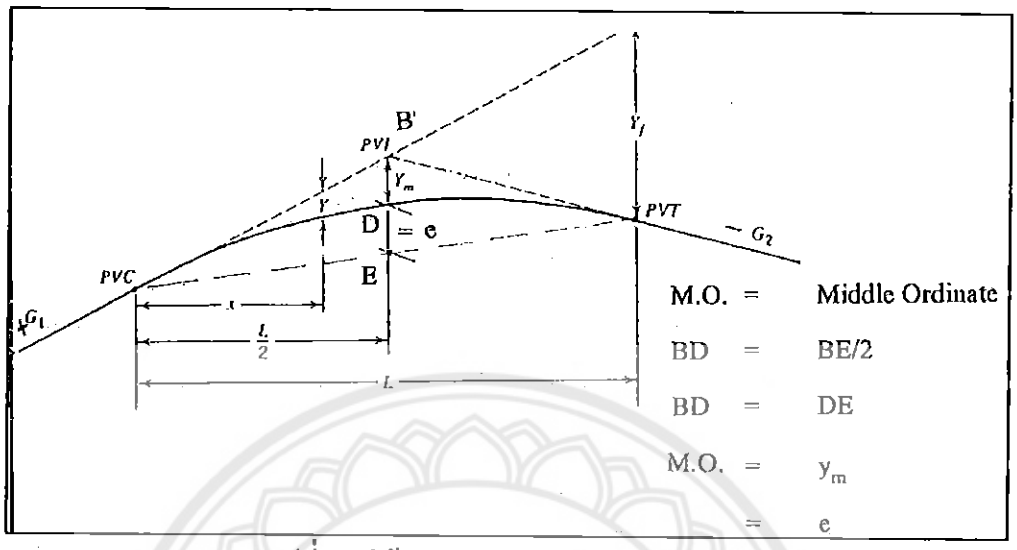
โค้งทางดิ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ โค้งหงาย (sag vertical curve) และ โค้งคว่ำ (crest vertical curve)

การวัดระยะทางหรือวัด STA. ในโค้งทางดิ่งนั้นเพื่อความสะดวกให้วัดไปตามระยะฉายทาบ (horizontal projection) ดังนั้นความยาวจริงๆตามเส้นโค้งก็จะมากกว่าระยะตาม STA. ในการออกแบบโค้งทางดิ่งหากผลรวมในพีชคณิต (algebraic sum) ของความลาดชันไม่เกิน 0.3% ก็ไม่จำเป็นต้องออกแบบโค้งทางดิ่ง รูปที่2.1 แสดงลักษณะของโค้งคว่ำและโค้งหงาย




**รูปที่ 2.1 ลักษณะของโค้งคว่ำและโค้งหงาย**

**2.1.1 โค้งสมมาตร (Symmetrical curve)** คือความยาวแต่ละข้างของจุดตัด (PVI) ของเส้นลาดชันยาวเท่ากัน รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบของโค้งสมมาตร




รูปที่ 2.2 โค้งสมมาตร (Symmetrical curve)

**สูตรที่ใช้สำหรับโค้งสมมาตร :**

$$y_m \text{ (หรือ e หรือ M.O.)} = \frac{AL}{800} \qquad (2.1)$$

$$y = \left[\frac{X}{L/2}\right]^2 \cdot y_m \qquad (2.2)$$

**ในเมื่อ**

$y_m$ (หรือ e หรือ M.O.) = ระยะห่างจากจุดตัดของเส้นสัมผัสมายังจุดยอดโค้ง

A = ความแตกต่างทางพีชคณิตของลาดชัน

$= G_2 - G_1$

$G_1, G_2$ = เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (เช่น 2% , 3.5% )

สำหรับทางขึ้นเนิน G มีเครื่องหมายบวก ( + ) ทางลงเนิน G มีเครื่องหมายลบ ( - )

L = ความยาวโค้งวัดตามระยะฉายทางราบ (horizontal projection)

y = ระยะห่างทางดิ่งจากจุดต่างๆของเส้นสัมผัสมายังโค้งและห่างจากจุดตั้งต้นโค้งหรือปลายโค้งเท่ากับ X

*สูตรที่ (2.1) ถ้าเป็น A เป็น $\frac{G_2}{100} - \frac{G_1}{100}$ สูตรที่ (2.2) จะเป็น $y_m = \left(\frac{G_2}{100} - \frac{G_1}{100}\right)\frac{L}{8}$

## 2.2 ข้อพิจารณาทั่วๆไปเกี่ยวกับการวางแนวทางตั้ง

การออกแบบแนวทางตั้งเป็นการกำหนดระดับของหลังทาง ตามแนวโปรไฟล์ (Profile) ทั้งในช่วงที่มีความลาดชันหรือเกรด (grade) คงที่เช่นทางราบเกรดศูนย์ ขึ้นเนิน ลงเนิน และช่วงที่เปลี่ยนเกรดเป็นช่วงโค้งตั้ง ในการออกแบบให้รถวิ่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย ประหยัดและได้แนวทางสอดคล้องกับภูมิประเทศก็ควนจะได้พิจารณาในสิ่งต่อไปนี้

2.2.1 ทางในที่ราบควรกำหนดระดับหลังทางให้สูงกว่าระดับน้ำท่วมข้างทางไม่น้อยกว่า 0.45 เมตร อย่างไรก็ตาม การกำหนดระดับทางต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อเนื่องต่อชุมชนและต่อพื้นที่สองข้างทางด้วย

2.2.2 พิจารณากำหนดระดับหลังทางให้มีความลาดชันน้อยที่สุดเพื่อให้ความเร็วของรถไม่ลดลงมากถ้าระยะที่ต้องไต่ทางลาดชันยาว (Long grade) ควรเอาทางช่วงที่ชันที่สุดไว้ระดับล่างและช่วงลาดชันน้อยๆ อยู่ช่วงบนแทนที่จะใช้ทางลาดชันคงที่ตลอดจากรูป 2.3 เมื่อรถวิ่งขึ้นเขาบนทางลาดชันเป็นระยะยาว ความเร็วของรถจะช้าลงๆ โดยลำดับ สภาวะเช่นนี้นอกจากจะทำให้การจราจรไม่สะดวกและยังอาจเกิดอุบัติเหตุได้ง่ายจึงต้องแก้ไขให้ทางชันน้อยลง เช่น (1) ไป (2) เมื่อความเร็วของรถช้าลงมาก (ตามปกติไม่ควรต่ำกว่า 30 กม./ชม.) ให้วางแนวช่วงต่อไปให้หลังทางชันน้อยลง ทั้งนี้เพื่อให้รถสามารถเร่งความเร็วสูงขึ้นที่จะวิ่งขึ้นทางลาดชันต่อไปได้จากรูป 2.3 ช่วง (2) ถึง (3) ให้มีหลังทางราบจะเป็นผลดีที่สุด และหลังทางช่วง (2) ถึง (3) ต้องให้ยาวพอที่รถจะเร่งความเร็วสูงขึ้นมีแรงพอที่จะปีนลาด (3) ถึง (4)

2.2.3 พยายามวางเส้นระดับหลังทาง (Trade line) ให้ปริมาณดินตัด (Cut) ใกล้เคียงกับปริมาณดินถม (Fill) ทั้งนี้เพื่อลดปัญหานำดินส่วนเกินไปทิ้งหรือนำดินจากที่อื่นมาถมเป็นการช่วยลดค่าก่อสร้างทาง จากรูป 2.4 การกำหนดระยะหลังทางในที่เนินภูเขา ความลาดชัน $G_1$ และ $G_2$ ได้เป็นไปตามมาตรฐานทางและลักษณะทางภูมิประเทศ และพยายามดินตัด (1) ใกล้เคียงกับปริมาณดินถม (2)

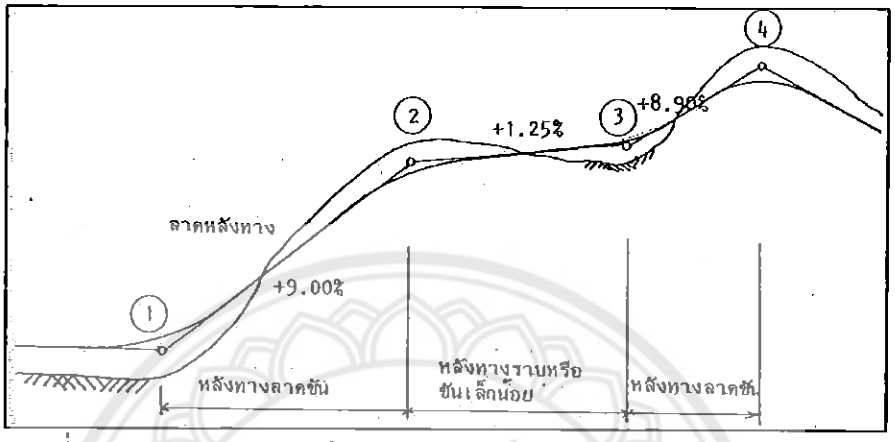
2.2.4 ให้พยายามหลีกเลี่ยงโปรไฟล์แบบลูกคลื่นซึ่งเกิดจากทางลาดชันสั้นๆ จำนวนมากแล้วเชื่อมด้วยโครง แนวทางลักษณะนี้นอกจากจะไม่สวยงามแล้วยังไม่เป็นการปลอดภัยอีกด้วย (ดูรูปที่ 2.5) สภาวะอย่างนี้ควรจะแก้ไขโดยใช้โค้งตั้งที่ความยาวโค้งยาวๆแทนที่

2.2.5 ควรพยายามหลีเลี่ยงการใช้โค้งตั้งหงายที่สั้นมากๆเชื่อมระหว่างลาดที่ยาวมากๆเพราะนอกจากจะทำให้ผู้ใช้ถนนไม่สะดวกสบายแล้วยังอันตรายในระหว่างการแซงของรถด้วย

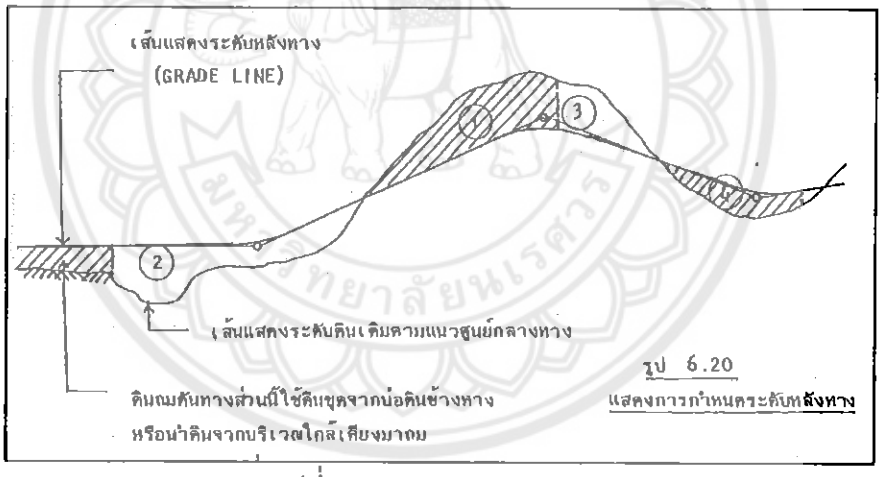
2.2.6 หลีกเลี่ยงการออกแบบที่ไม่สอดคล้องกับภูมิประเทศ เช่น ในโค้งตั้งคว่ำในช่วงดินถมหรือใช้โค้งตั้งหงายในช่วงดินตัด ใช้โค้งหลังหัก (Broken-back bertical curves)

2.2.7 เมื่อมีทางแยกที่ระดับเดียวกัน (At-grade intersection) ในช่วงที่มีความลาดชันป่านกลาง หรือชันก็ควรจะลดความลาดชันลงในช่วงทางแยก ทางลาดจะช่วยให้เลี้ยวรถสะดวกยิ่งขึ้นและช่วยลดอุบัติเหตุ

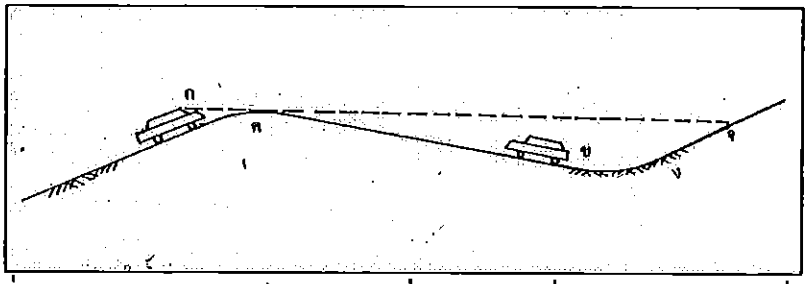
2.2.8 จะต้องสอดคล้องกับแนวทางราบ




รูปที่ 2.3 การวางแนวทางให้มีช่วงหลังทางลาดชันน้อยลงระหว่างหลังทางลาดชัน




**รูปที่ 2.4 แสดงการกำหนดระดับหลังทาง**




**รูปที่2.5 รถคัน ก. มองไม่เห็นรถคัน ข. ซึ่งอยู่ในส่วนต่ำของโปรไฟล์กำลังวิ่งสวนมา**

รถคัน ก. อาจจะแซงรถคันอื่นโดยที่คิดว่าถนนในช่วง ค. ง. จ. ไม่มีสวนมา

## 2.3 ข้อพิจารณาเพิ่มเติมบางประการเกี่ยวกับการวางแนวทางตั้ง

ในหัวข้อนี้จะได้พูดถึงรายละเอียดที่จำเป็นบางประการในการวางแนวทางตั้งอันได้แก่ ความลาดชันสูงสุด ความยาววิกฤตของหลังทางหรือเกรด และหาความยาวโค้งตั้งให้สอดคล้องกับระยะมองเห็น

**2.3.1 ความลาดชันสูงสุด (Maximum gradient)** ความลาดชันสูงสุดสำหรับทางหลวงประเภทต่างๆ ความลาดชันอาจชันกว่าที่กำหนดไว้ให้ก็ได้โดยเฉพาะในกรณีที่การลดความลาดชันจะทำให้ก่อสร้างยากและแพงมาก การเพิ่มความลาดชันให้ชันขึ้นบนถนนช่วงใดช่วงนั้น

ก. ไม่ควรยาวเกิน 1000 เมตร

ข. เป็นแนวตรงหรืออยู่ในโค้งที่รัศมีไม่น้อยกว่า 300 เมตร

อย่างไรก็ตาม ถ้าถนนมีรถบรรทุกหนักอยู่ด้วยก็ไม่ควรใช้ความลาดชันเกิน 6% ในทางตรงข้ามถนนในช่วงดินตัดก็ไม่ควรใช้ความลาดชัน 0% ซึ่งในกรณีนี้ควรให้ระดับหลังทางมีความลาดชันโดยทั่วไปอย่างน้อย 0.5% ทั้งนี้เพื่อช่วยในการระบายน้ำ

**2.3.2 ความยาววิกฤตของหลังทาง (Critical length of grade)** คำว่าความยาววิกฤตของหลังทางหมายถึงความยาวสูงสุดของทางที่มีความลาดชันอันหนึ่งซึ่งรถบรรทุกสามารถวิ่งได้โดยความเร็วไม่ลดลงมาก สำหรับหลังทางที่มีความลาดชันอันหนึ่งเมื่อความยาวหลังทางน้อยกว่าค่าวิกฤตจะทำให้ลักษณะการสัญจรอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ภายในช่วงความเร็วที่ต้องการ

เพื่อหาค่าความยาววิกฤตสำหรับการออกแบบซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการไต่ลาดหลังทางของรถบรรทุกต้องการสมมติฐานเกี่ยวกับ

ก. ขนาดและกำลังของรถบรรทุกที่เป็นตัวแทนในการออกแบบ

ข. ความสามารถในการไต่ลาดหลังทางของรถ

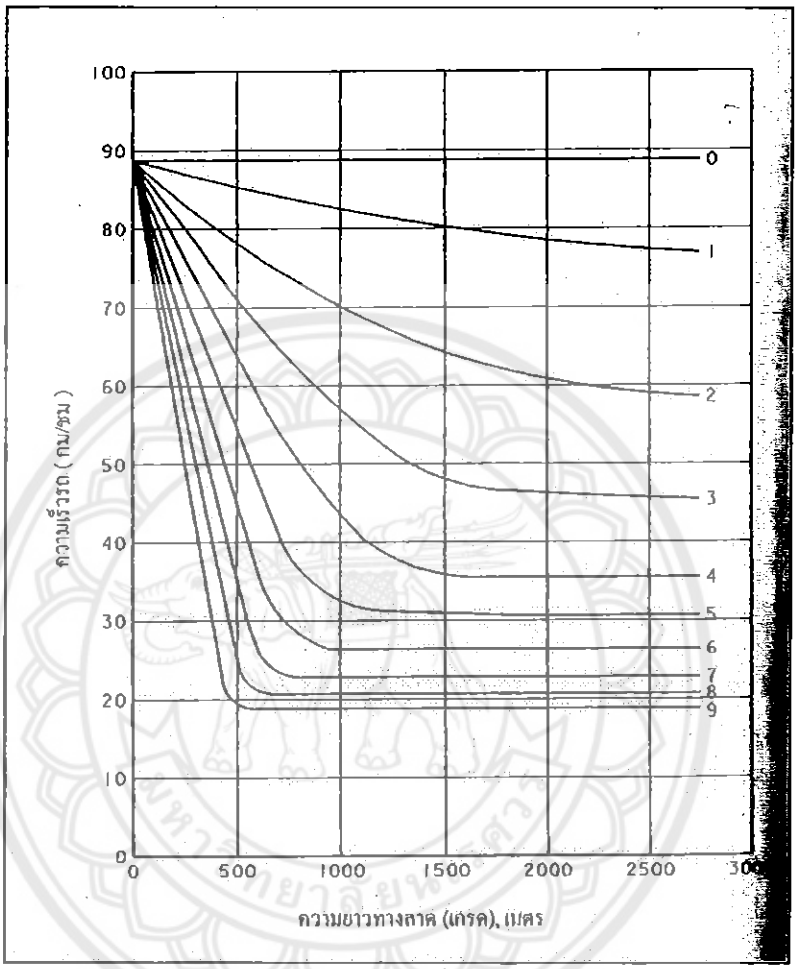
ค. ความความเร็วเมื่อเริ่มเข้าสู่ลาดหลังทาง

ง. ความเร็วน้อยที่สุดบนลาดหลังทาง ความเร็วช้ากว่านั้นจะมีการขัดแย้งหรือกีดขวางกับรถที่ตามมา

**2.2.3 การกำหลดความยาวของโค้งตั้ง** โค้งที่เชื่อมระหว่างลาดหรือเกรดที่มีความลาดชัน $G_1$% กับ $G_2$% ควรเป็นโค้งที่คำนวณและกำหนดระดับในสนามได้ง่าย ได้โค้งที่ปลอดภัยและสะดวกสบายในการขับขี่และภาพทางที่ดูดีและสามารถระบายน้ำออกจากบริเวณโค้งได้ดี

โค้งที่ง่ายในการทำงานคือโค้งพาราโบลาแบบสมการ (Symmetry) แม้ว่างโค้งที่ไม่สมมาตร (Unsymetry) ก็สามารถใช้ได้ถ้าสถานที่บังคับ ความสะดวกสบายขณะวิ่งในโค้ง โดยเฉพาะโค้งตั้งหงาย สามารถควบคุมได้โดยออกแบบไม่ให้อัตราการเปลี่ยนแปลงเกรดเกินค่าที่ยอมรับได้ (Tolerabla limits) ภาพของทางจะดูดีเมื่อใช้โค้งที่ยาว อย่างไรก็ตามพบว่าการออกแบบความยาวโค้งให้มองเห็นได้ใกล้พอ เช่น สามารถหยุดได้โดยปลอดภัย นอกจากเป็นการปลอดภัยแล้วยังทำให้

สะดวกสบายและภาพทางดูดีด้วย ส่วนเพื่อช่วยการระบายน้ำโดยเฉพาะในโค้งตั้งหงายที่มีขอบทางนั้นก็ควรใส่โค้งที่ยังทำให้ได้เกรดทางไม่ต่ำกว่า 0.5% เพราะฉะนั้นโดยสรุปในขั้นนี้ถือว่า เกณฑ์หลักในการออกแบบความยาวโค้งตั้งคือระยะมองเห็นในโค้งและการระบายน้ำ




**รูปที่ 2**.6 ความเร็วระยะทางสำหรับรถบรรทุกหนักทั่วๆไป (180 กิโลกรัม/กิโลวัตต์)

ความเร็วลดลงขณะวิ่งขึ้นทางลาดชัน

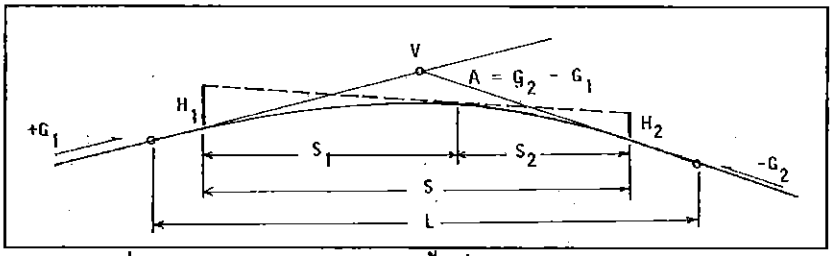
ความเร็วเริ่มต้นเข้าทางลาดชันประมาณ 90 กม./ชม.

ที่มา AASHTO (1995)

## 2.4 การกำหนดความยาวโค้งตั้งให้สอดคล้องกับระยะมองเห็น

**2.4.1 โค้งตั้งคว่ำ** ในการพิจารณาเกี่ยวกับระยะมองเห็นในโค้งตั้งเราจะกำหนดให้ระดับตาของคนขับอยู่สูงจากผิวจากผิวจารจรเท่ากับ $H_1$ ความสูงของวัตถุอื่น เช่นสิ่งกีดขวางทางวิ่งหรือความสูงของรถสวนเท่ากับ $H_2$ กรณีทั่วไป $H_1$ ไม่เท่ากับ $H_2$ และเส้นสายตาไม่ขนานกับคอร์ดที่เชื่อมสองปลายของโค้งระยะมองเห็น เท่ากับ S และความยาวของโค้งตั้งเท่ากับ L (รูปที่ 2.7) ในการวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

2.4.1.1 เมื่อระยะมองเห็นสั้นกว่าความยาวโค้ง (S<L)




**รูปที่ 2.7 ระยะมองเห็นบนโค้งตั้งเมื่อ S<L**

ในรูปที่ 2.7 จากกฎของระยะ Offset จะได้ว่า

$$\frac{\frac{H_1}{AL}}{800} = \frac{S_1^2}{(\frac{L}{2})^2}$$ A เป็นค่าบวกของ $G_2 - G_1$

$$S_1 = \sqrt{\frac{200LH_1}{A}}$$

ในทำนองเดียวกัน $S_2 = \sqrt{\frac{200LH_2}{A}}$

ระยะมองเห็นทั้งหมด $S = S_1 + S_2 = \sqrt{\frac{200LH_1}{A}} + \sqrt{\frac{200LH_2}{A}}$

แก้สมการหาค่าความยาวโค้ง L จะได้

$$L = \frac{AS^2}{200(\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2})^2}$$

ก. เมื่อต้องการออกแบบให้สามารถหยุดได้โดยปลอดภัยหรือระยะมองเห็น S ≥ SSD. AASHTO แนะนำให้ใช่ค่าความสูงสายตาคนขับ $H_1$ เท่ากับ 1070 มม.และความสูงวัตถุ $H_2$ เท่ากับ 150 มม.

$$\therefore L \geq \frac{A(SSD)^2}{200(1.07 + 0.15)^2}$$

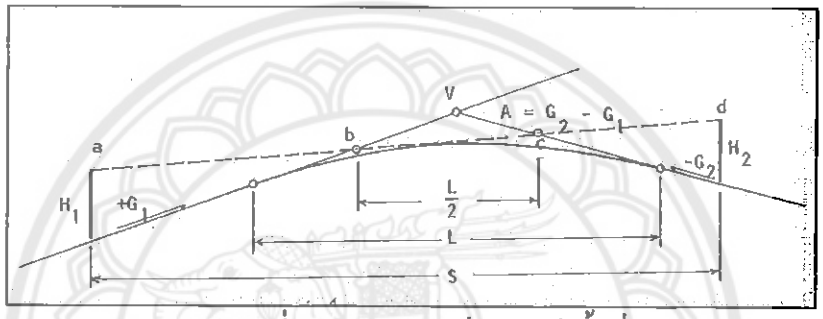
$$L \geq \frac{A(SSD)^2}{404}$$ ; (SSD<L) และมีหน่วยเป็นเมตร (2.3)

ข. เมื่อต้องการออกแบบแซงได้โดยปลอดภัยในโค้งระยะมองเห็น S≥PSD AASHO แนะนำให้ใช่ค่าความสูงของรถสวน $H_2$ เท่ากับ 1300 มม.

$$\therefore L \geq \frac{A(PSD)^2}{200(\sqrt{1.07}+\sqrt{1.30})^2}$$

$$L \geq \frac{A(SPD)^2}{946} \text{ ;(PSD<L) และมีหน่วยเป็นเมตร} \qquad (2.4)$$

**2.4.1.2 เมื่อระยะมองเห็นยาวกว่าความยาวโค้ง (S<L)**




รูปที่ 2.8 ระยะมองเห็นบนโค้งตั้งเมื่อ S<L

ในรูป 2.8 แสดงสภาวะเมื่อ S<L ในกรณีทั่วไป $H_1 \neq H_2$ และเส้นสายตา ad ไม่ขนานกับคอร์ดที่เชื่อมสองปลายของพาราโบลา

ในขั้นแรกจะต้องหาความลาดของเส้นสายตาซึ่งจะทำให้ระยะ ad น้อยสุด ถ้าให้ g เป็นผลต่างระหว่างเปอร์เซ็นต์ความเอียงลาดของเส้นสายตากับลาด $G_1$ จะเท่ากับ A-g จากคุณสมบัติของพาราโบลา ถ้าเราลากเส้นสัมผัสพาราโบลาและให้อยู่เส้นสัมผัสหลัก Horizontal projection ของเส้นสัมผัสใหม่ส่วนที่อยู่ระหว่างเส้นสัมผัสหลักจะยาวเป็นครึ่งหนึ่งของ Horizontal projection จากคอร์ดยาวของพาราโบลาหรือ Horizontal projection ของ bc เท่ากับ $\frac{L}{2}$

∴ S = ผลบวกของ Horizontal projection ของระยะ ab,bc และ cd

$$S = \frac{100H_1}{g} + \frac{L}{2} + \frac{100H_2}{A-g} \qquad (a)$$

ระยะมองเห็นจะสั้นที่สุดเมื่อ $\frac{ds}{dg} = 0$

$$\frac{ds}{dg} = -\frac{100H_1}{g^2} + \frac{100H_2}{(A-g)^2}$$

$$g = \frac{AH_1H_2}{H_2 - H_1} \qquad (b)$$

แทนค่า g จากสมการ (b) ลงในสมการ (a) และแก้สมการหาค่า L จะได้

$$L = 2s - \frac{200(\sqrt{H_1}+\sqrt{H_2})^2}{A}$$

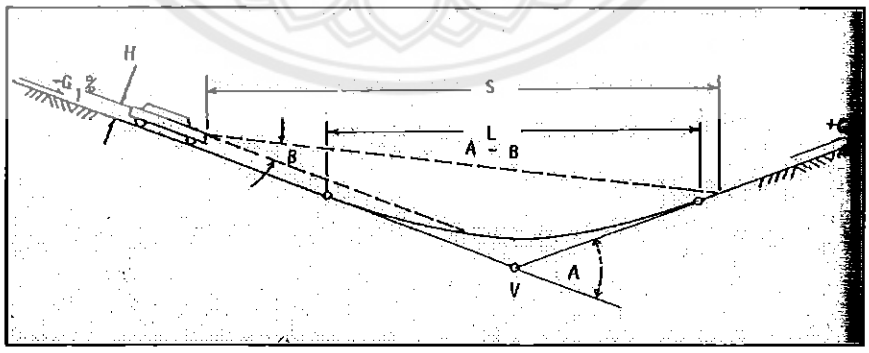
ในทำนองเดียวกันกับกรณีที่1 ถ้าต้องการออกแบบให้เพียงสามารถหยุดได้โดยปลอดภัย

$$L \geq 2(SSD) - \frac{400}{A} \qquad (2.5)$$

ถ้าต้องการออกแบบให้สามารถแซงได้โดยปลอดภัย

$$L \geq 2(SSD) - \frac{946}{A} \qquad (2.6)$$

**2.4.2** โค้งตั้งหงาย ในโค้งชนิดนี้ระยะมองเห็นในตอนกลางวันไม่เป็นปัญหาแต่ประการใด แต่ในเวลากลางคืนระยะที่คนขับมองเห็นจะจำกัดอยู่เฉพาะช่วงที่แสงไฟหน้ารถส่องถึงผิวจราจร ในรูปที่2.9 isรถกำลังวิ่งในช่วงโค้งเวลากลางคืน ไฟหน้ารถอยู่สูงจากผิวจารจรเท่ากับH ลำแสงกระจายออกไปทำให้มองเห็นถึงเส้น A-B ซึ่งทำมุม ß กับแนวที่ขนานตัวรถ ระยะมองเห็นเท่ากับ S



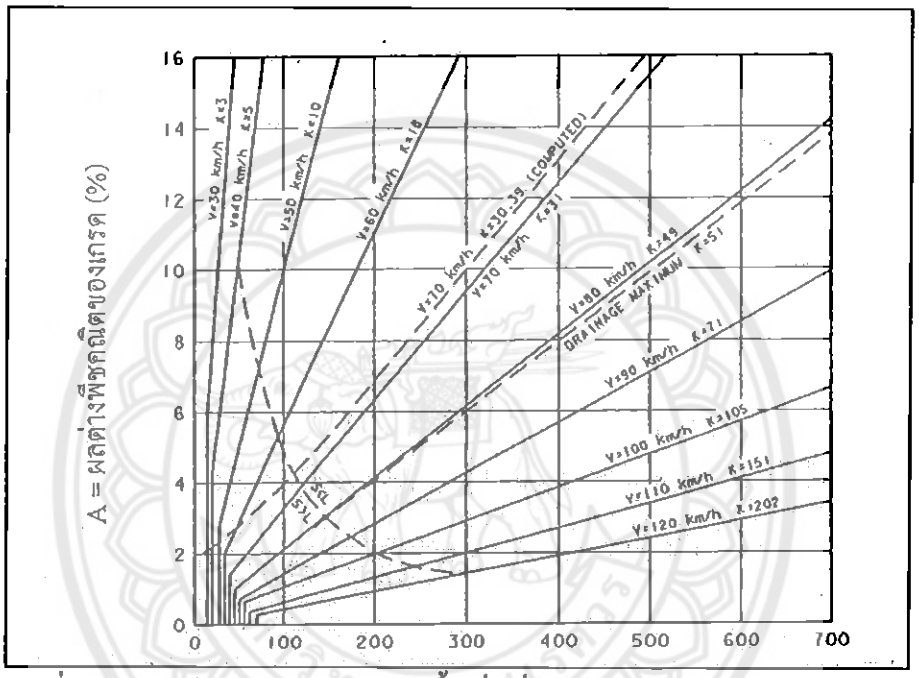

**รูปที่ 2.9 ระยะมองเห็นในโค้งตั้งหงายในเวลากลางคืน**

กรณีที่ 1 : เมื่อ S<L ; $L = \frac{AS^2}{200(H + S.\tan\beta)}$ (2.7)

กรณีที่ 2 : เมื่อ S<L ; $L = 2S - \frac{200(H + S.\tan\beta)}{A}$ (2.8)

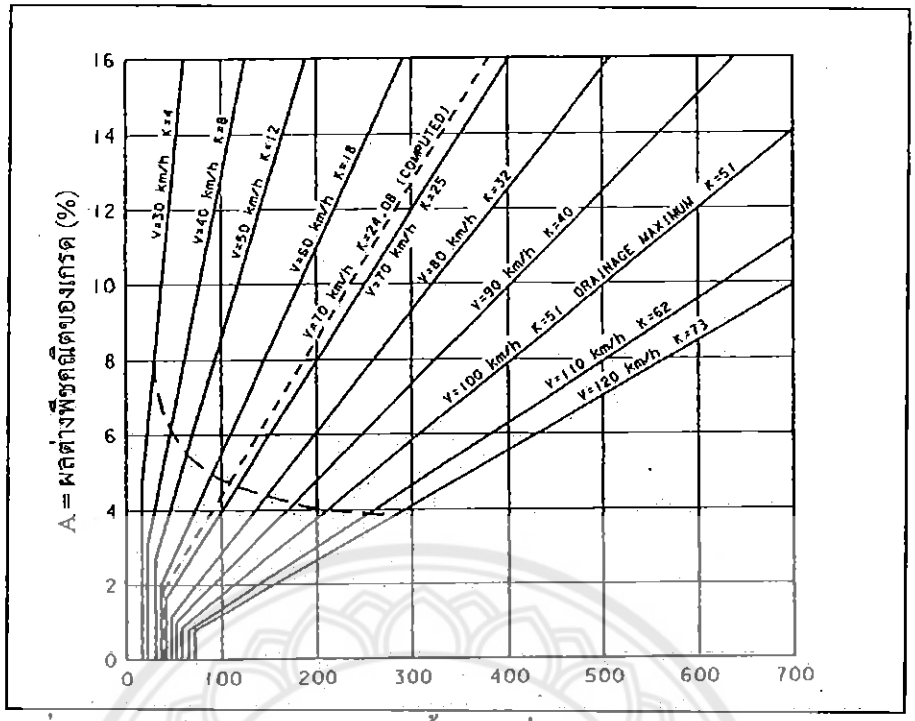
ในการออกแบบอาจใช้ค่า H=0.60 m., ß°= 1

หมายเหตุ : การหาความยาวโค้งให้สอดคล้องกับระยะมองเห็นในหัวข้อ นอกจากจะใช้วิธีคำนวณดังกล่าวมาแล้วก็อาจใช้กราฟรูป 2.10 และ 2.11 ช่วยได้




**รูปที่ 2.10** เกณฑ์ออกแบบสำหรับโค้งตั้งคว่ำเพื่อให้สอดคล้องกับ Desirable SSD

ที่มา: AASHTO (1995) รูป III-39 หน้า 284




**รูปที่ 2.11** เกณฑ์ออกแบบสำหรับโค้งตั้งหงายเพื่อให้สอดคล้องกับ Desirable SSD

ที่มา: AASHTO (1995) รูป III-41 หน้า 289

การหาความยาวโค้งให้สอดคล้องกับระยะมองเห็นสามารถใช้กราฟรูปที่ 2.10 และ 2.11 แทนได้ จากสมการ (8.5) และ (8.9) สามารถเขียนได้ว่า L=K.A เมื่อ K = ความยาวของโค้งตั้งต่อการเปลี่ยนแปลงของเกรด A 1% สำหรับความเร็วออกแบบใดๆ จะมีค่า K ซึ่งเป็นตัวเลขบวก(และมักจะปรับเป็นตัวเลขเต็ม) เป็นค่าบ่งบอกว่าโค้งตั้งจะโค้งมากหรือน้อยเพียงใด ในรูปที่ 2.10 และ 2.11 จะปรากฏค่า K ซึ่งเป็นตัวเลขที่คำนวณได้จริงกับ K ที่ปรับเป็นตัวเลขเต็มบวก เช่นที่ความเร็ว 70 กิโลเมตร/ชั่วโมง โค้งตั้งคว่ำมีการเปลี่ยนแปลงของเกรด A 10% ความยาวโค้งสอดคล้องระยะหยุดปลอดภัย (SSD = 110.80 ม.) อย่างน้อยเท่ากับ 30.39 A หรือ 303.90 ม. ถ้าใช้ K เป็นตัวเลขเต็มบวก (31) จะได้ความยาวโค้ง 310 ม.

ข้อสังเกต : AASHTO เสนอแนะความยาวโค้งต่ำสุดไว้ที่ L = 0.6V เมื่อความยาวโค้งเป็นเมตร และ V เป็นความเร็วออกแบบเป็น กม./ชม.

## 2.5 การกำหนดความยาวโค้งให้สอดคล้องความต้องการระบายน้ำ

ในโค้งตั้งจะมีช่วงที่ระดับหลังทางค่อยข้างราบ ซึ่งอาจมีปัญหาในการระบายน้ำโดยเฉพาะถ้าเป็นทางที่มีขอบถนน อย่างไรก็ตามถ้าสามารถรักษาให้ ณ จุดห่างจากยอดโค้ง 15 เมตร มีความลาดชันอย่างน้อย 0.30% จะทำให้ระบายน้ำได้ไม่ยาก ซึ่งสอดคล้องกับ K=51 ดังนั้นในรูป 2.10 และ 2.11 จะมีเส้นประสำหรับหาค่าความยาวโค้งสูงสุดที่ค่า K ไม่เกิน 51

## 2.6 ระยะการมองไกลโดยปลอดภัยของโค้งหงาย (Sag vertical curve)

ระยะหยุดโดยปลอดภัย (stopping sight distance) ของโค้งหงายหรือโค้งก้นกระทะจะกำหนัดให้เท่ากับระยะมองไกลของแสงไฟหน้ารถ ( head light sight distance) ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจได้ว่า พื้นผิวถนนจะต้องสว่างเห็นได้ชัดในการขับขี่เวลาค่ำคืน ในการกำหนดระยะมองไกลโดยแสงไฟหน้ารถมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

**2.6.1** หลอดไฟจะต้องสูงจากผิดถนน 2ฟุต 6 นิ้ว

**2.6.2** ลำแสงไฟประสิทธิผลจะต้องมีมุมเงย 1 ° จากความลาดชันถนน

**2.6.3** ความสูงของวัตถุเป็นศูนย์

ความยาวของโค้งดิ่งที่จะให้ระยะมองไกลโดยไฟหน้าระจะมากกว่าสองเท่าของความยาวที่ต้องการสำหรับ การขับขี่ที่ราบเรียบ ก่อนที่จะปรับความยาวของโค้งหงายให้สอดคล้องกับความต้องการสำหรับรถความเร็วสูง จะต้องจำไว้ว่าแสงไฟหน้ารถอาจจะไม่เพียงพอแบ่งแยกวัตถุที่ไกลออกไปถึง 1000 ฟุต (ทั้งนี้มิได้หมายถึงรถที่ติด spotlight ซึ่งเป็นการผิดความมุ่งหมายของระยะมองไกลโดยแสงไฟหน้ารถ) หากโค้งหงายใช้ประกอบกับกับโค้งราบแสงไฟหน้ารถจะเป็นเส้นสัมผัสโค้งและส่องออกไปนอกถนน ในกรณีนี้หากเพิ่มความยาวของโค้งหงายเพื่อให้เพียงพอที่จะให้ระยะมองไกลโดยแสงไฟหน้ารถก็อาจจะไม่บรรลุความประสงค์ได้ ความยาวของโค้งหงายที่จะให้ระยะมองไกลโดยแสงไฟหน้ารถและความยาวของโค้งคว่ำเพิ่งหยุดที่ปลอดภัยแสดงไว้ในรูปที่ 2.12 โดยที่

$$K = L/A$$

ในเมื่อ K = ความยาวที่ต้องการสำหรับการเปลี่ยนแปลงความลาดเอียง 1 เปอร์เซ็นต์, เมตร

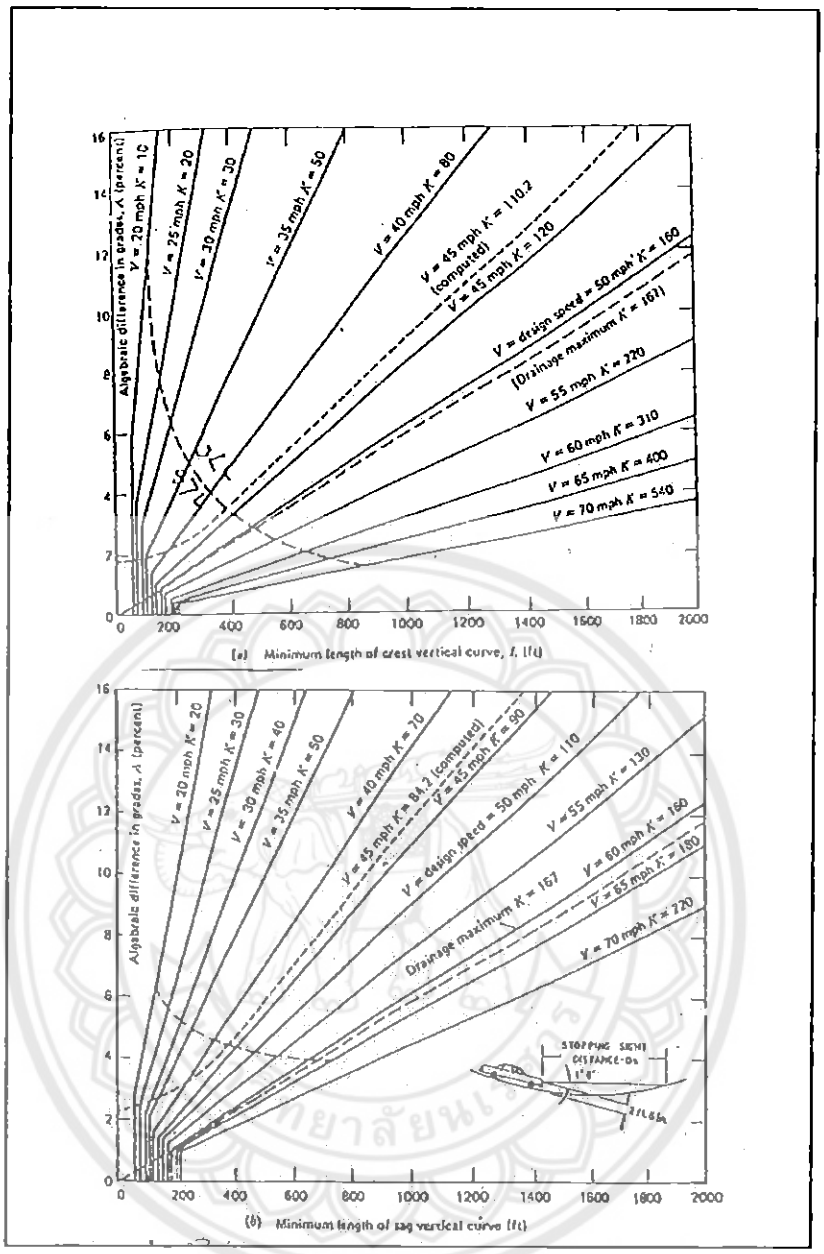
L = ความยาวโค้งดิ่ง, เมตร

A = ความแตกต่างทางพีชคณิตของความลาด; เปอร์เซ็นต์

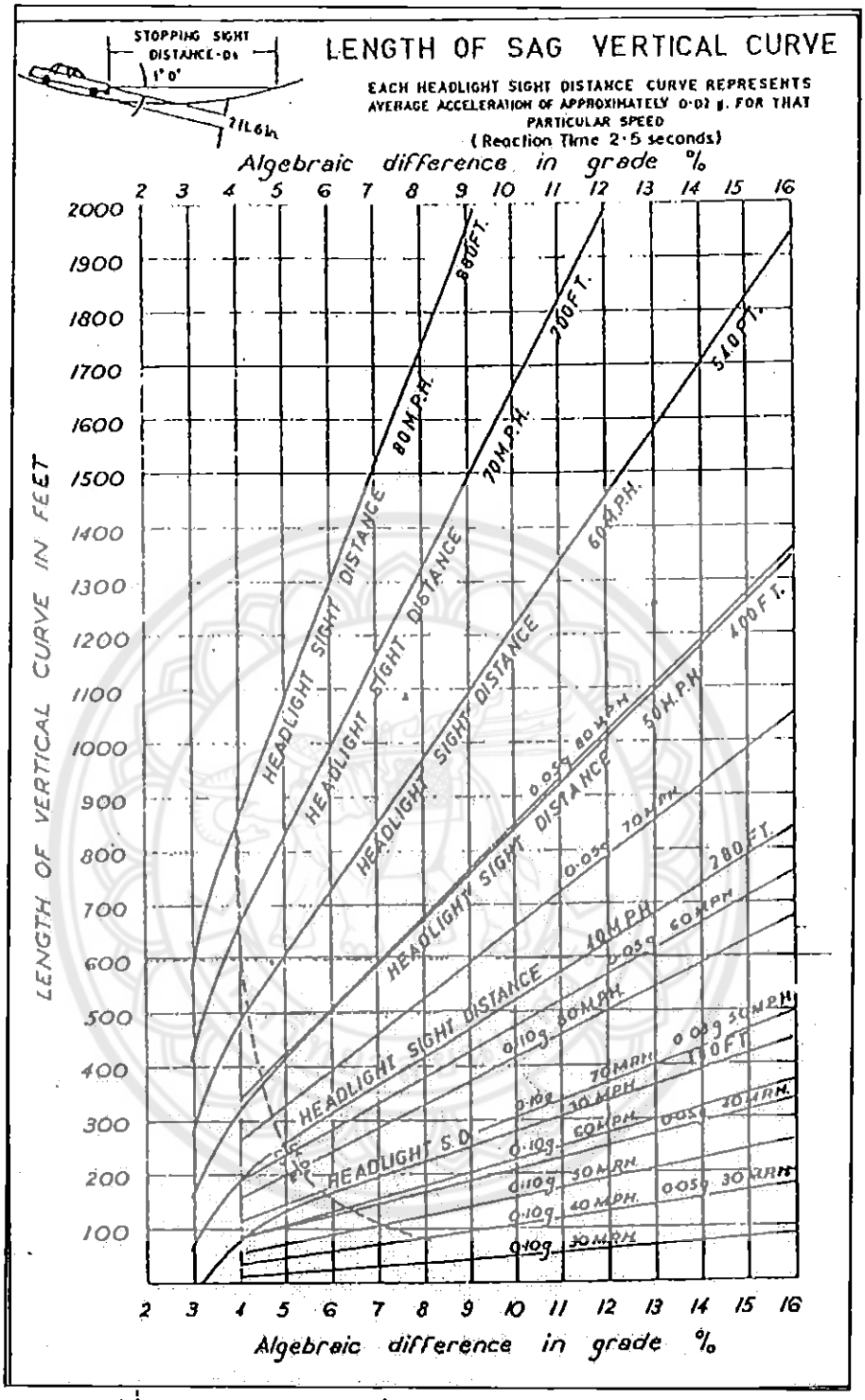
กรมทางหลวงได้กำหนดมาตรฐานของค่า K ไว้แสดงในตารางที่ 2.1 และรูป ที่ 2.13 แสดงกราฟหาความยาวโค้งหงายตามมาตรฐาน ของ NAASRA

**ตารางที่ 2.1** ค่า K สำหรับมาตรฐานของกรมทางหลวง

| ภูมิประเทศ | ความเร็วออกแบบ (กม./ ชม.) | K | |
|---|---|---|---|
| | | โค้งคว่ำ | โค้งหงาย |
| ทางราบ | 80 | 32 | 26 |
| ทางเนิน | 60 | 12 | 14 |
| ทางภูเขา | 40 | 5 | 8 |




**รูปที่ 2.12** Design controls for vertical curves.

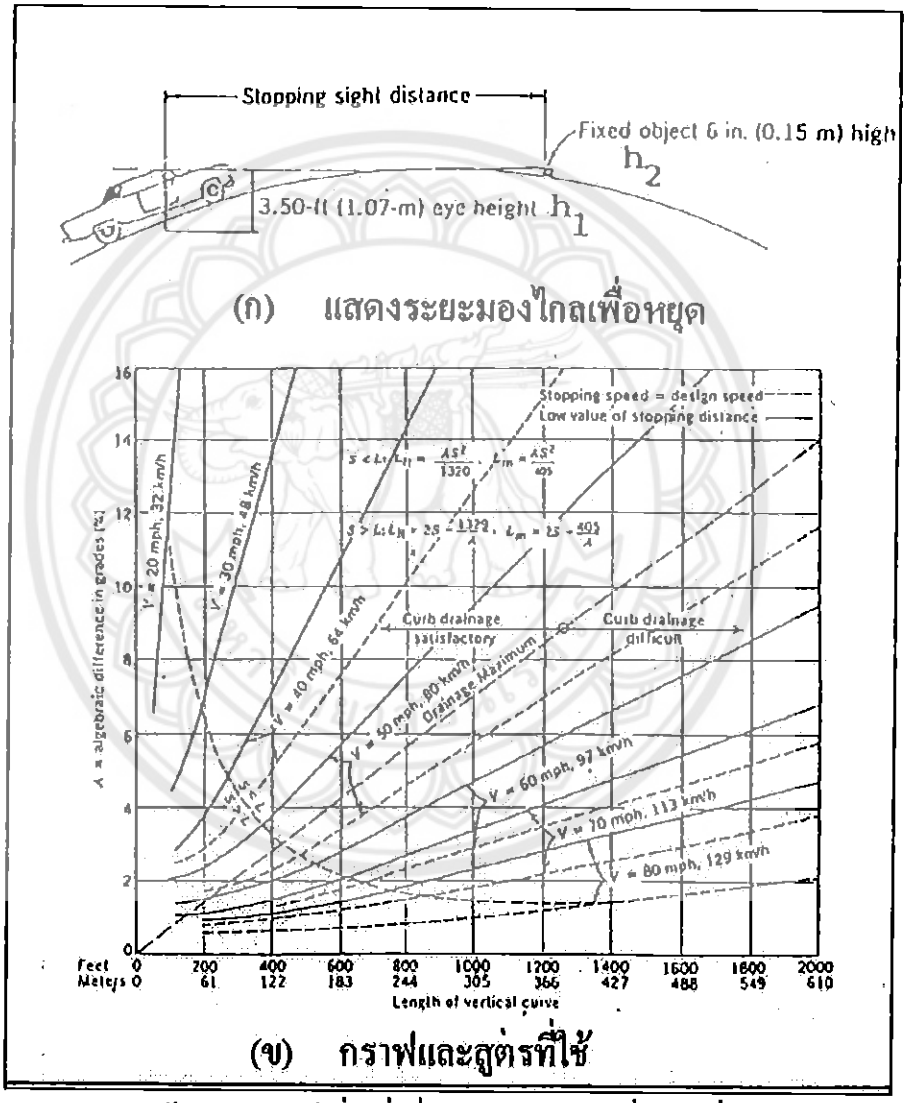



**รูปที่ 2.13** ความยาวของโค้งหงายตามมาตรฐานของ NAASRA

## 2.7 ระยะมองไกลของโค้งคว่ำ (Sight distance over crest)

ระยะมองไกลของโค้งคว่ำแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ

**2.7.1** ระยะมองไกลเพื่อหยุด คือ ระยะไกลสุดซึ่งผู้ขับขี่ที่มีแนวสายตาสูง 3.50 ฟุต (1.07ม.) จากผิวถนน สามารถมองเห็นส่วนบนสุดของวัตถุบนถนนสูง 6นิ้ว (0.15ม.)ได้(มาตรฐานของ AASHTO สำหรับมาตรฐาน ของ NAASRA ให้ระดับสายตาสูง 3 ฟุต 9 นิ้ว และวัตถุบนถนนสูง 9 นิ้ว) รูปที่ 2.14 แสดงวิธีวัดระยะมองไกลเพื่อหยุด และกราฟที่ใช้คำนวณ (อาจใช้รูป 2.12 a ได้)




(ก) แสดงระยะมองไกลเพื่อหยุด

(ข) กราฟและสูตรที่ใช้

**รูปที่ 2.14** ความยาวน้อยสุดของโค้งดิ่งคว่ำที่ให้ระยะมองไกลเพื่อหยุดที่ปลอดภัย

(ณรงค์ กุหลาบ , 2543)

ระยะมองไกลเพื่อหยุดของโค้ง มี 2กรณีคือ

ก. ระยะมองไกลเพื่อหยุดโดยปลอดภัยสั้นกว่าความยาวโค้ง (S < L)

สูตรที่ใช้ : L = $\frac{AS^2}{200\left(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2}\right)^2}$

*ถ้า A เป็น $\frac{G_2}{100}-\frac{G_1}{100}$ สูตร $\frac{AS^2}{2\left(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2}\right)^2}$

จากรูป 2.14 $h_1$= 1.07 ม. , $h_2$ = 0.15 ม. แทนใน (2.10) จะได้

L = $\frac{AS^2}{200\left(\sqrt{1.07}+\sqrt{0.15}\right)^2}$

= $\frac{AS^2}{405}$ เมตร (2.11)

และถ้า $h_1$ = 3.50 ฟุต , $h_2$ = 0.5 ฟุต จะได้

L = $\frac{AS^2}{1329}$ ฟุต (2.12)

ข. ระยะมองไกลเพื่อหยุดโดยปลอดภัยยาวกว่าความยาวโค้ง (S > L)

สูตรที่ใช้ : L = $2S-200\frac{\left(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2}\right)^2}{A}$ (2.13)

ถ้า $h_1$ = 3.50 ฟุต , $h_2$ = 0.50 ฟุต จะได้

L = $2S-\frac{1329}{A}$ ฟุต (2.14)

และถ้า $h_1$ = 1.07 ม. , $h_2$ = 0.15 ม. จะได้

$$L = 2S - \frac{405}{A} \qquad (2.15)$$

การเลือกใช้สมการ S<L หรือ S>L

เนื่องจากโค้งดิ่งที่ใช่คำนวณเป็นเส้นโค้งสมมาตร ฉะนั้น

$$M.O. = e = \frac{AL}{800} \quad \text{หรือ} \quad \frac{(G2+G1)L}{800}$$

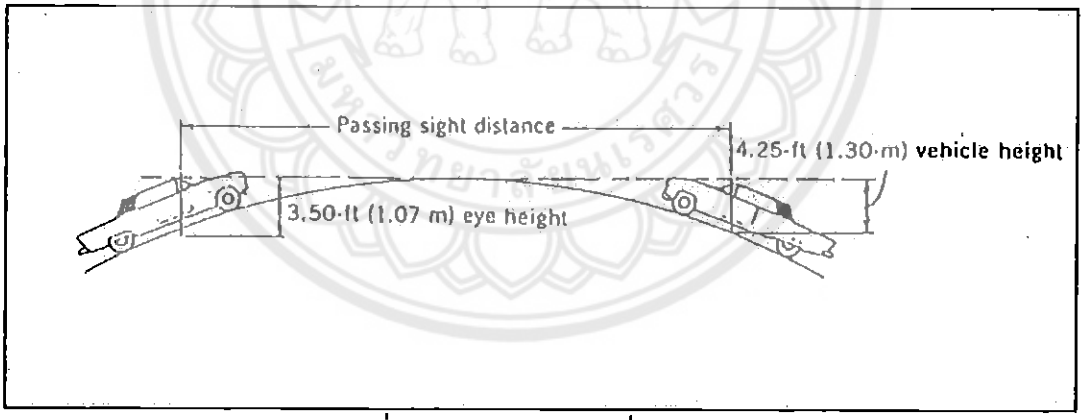
ฉะนั้น ถ้ารู้ค่า L คำนวณ e จาก $\frac{AL}{800}$

ถ้ารู้ค่า S คำนวณ e จาก $\frac{AL}{800}$

ฉะนั้น ถ้าได้ $e > h_1$ ให้ใช้สมการ $S < L$

$e < h_1$ ให้ใช้สมการ $S > L$

**2.7.2 ระยะมองไกลเพื่อการแซง** ทางขึ้นเนินบางครั้งก็ต้องออกแบบให้มีการแซงได้บ้าง ระยะมองไกลเพื่อการแซงคือระนะไกลสุด ซึ่งผู้ขับขี่ที่มีแนวสายตาสูง 3.50 ฟุต (1.07ม.)จากผิวถนนสามารถมองเห็นส่วนบนสุดของยวดยานที่สวนมาข้างหน้า ซึ่งมีส่วนสูง4.25 ฟุต (1.30 ม.) จากผิวถนน (มาตรฐาน AASHTO) รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะของการมองไกลเพื่อการแซง




**รูปที่ 2.15 ระยะมองไกลเพื่อการแซง**

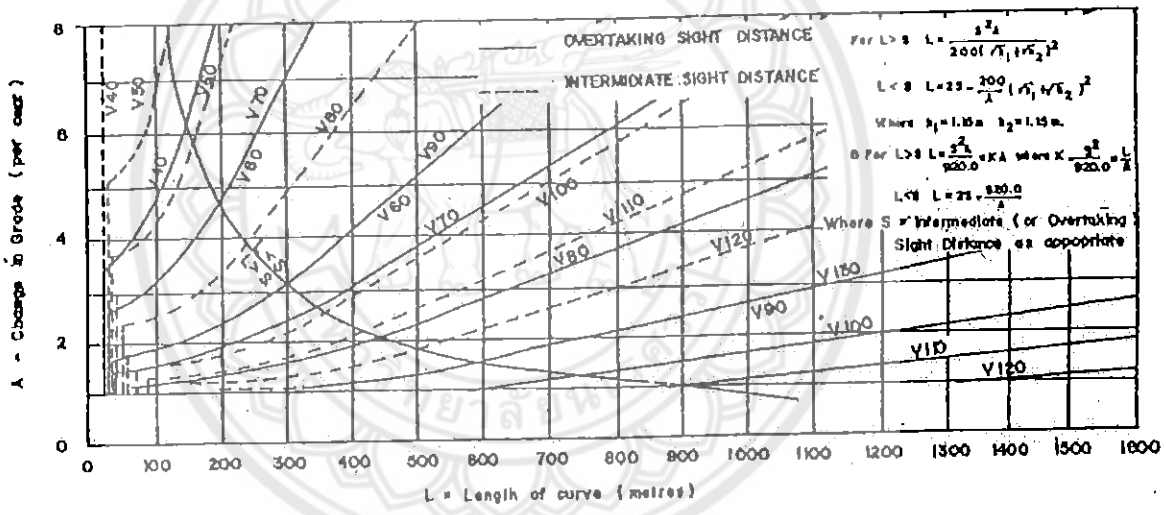
สำหรับระยะ $h_1$, $h_2$ นี้บางมาตรฐานก็ใช้ 1.15 เมตร เท่ากัน มาตรฐานของ NAASRA ก็ใช้ 3 ฟุต 9 นิ้ว เท่ากัน

สูตรความยาวโค้งเพื่อการแซงที่ปลอดภัยก็มี 2กรณีเช่นกันคือ

กรณี S<L : $$L = \frac{AS^2}{200\left(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2}\right)^2} \quad (2.16)$$

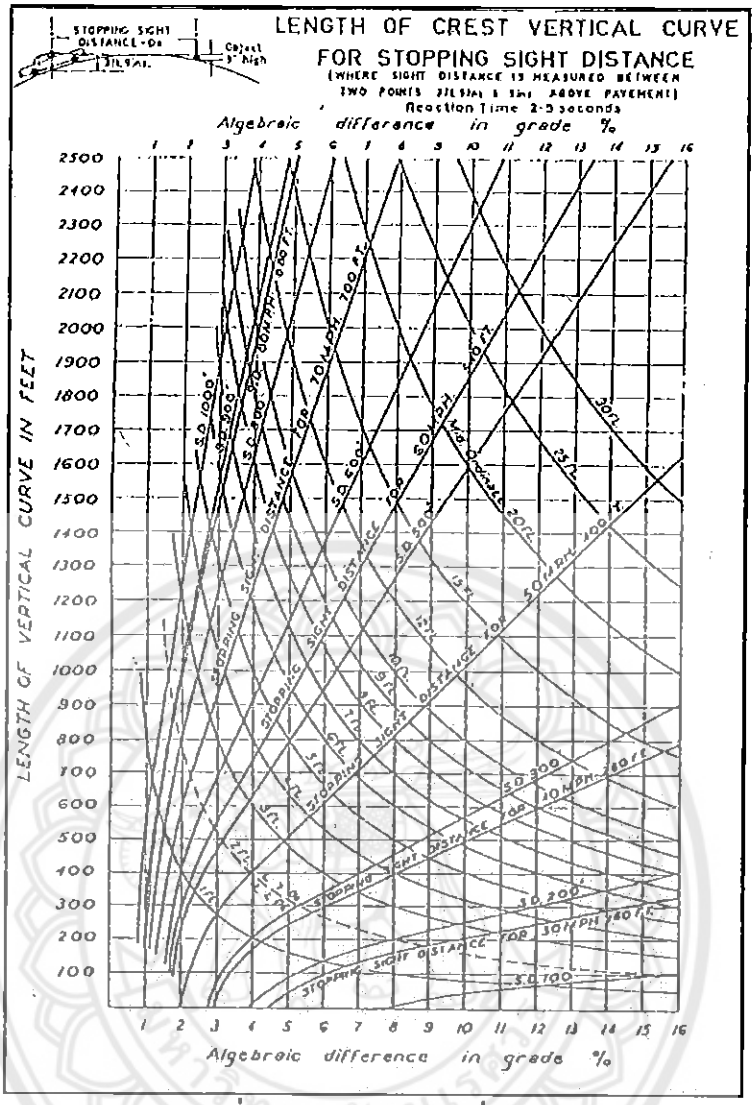
กรณี S>L : $$L = 2S - \frac{200}{A}\left(\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2}\right)^2 \quad (2.17)$$

กราฟรูปที่ 2.16 แสดงสัมพันธ์ของการแซงที่ปลอดภัยบนทางโค้งดิ่งคว่ำ และกราฟรูปที่ 2.17, 2.18 แสดงความยาวโค้งสำหรับระยะมองไกลเพื่อหยุด และแซงที่ปลอดภัยตามมาตรฐาน ของ NAASRA

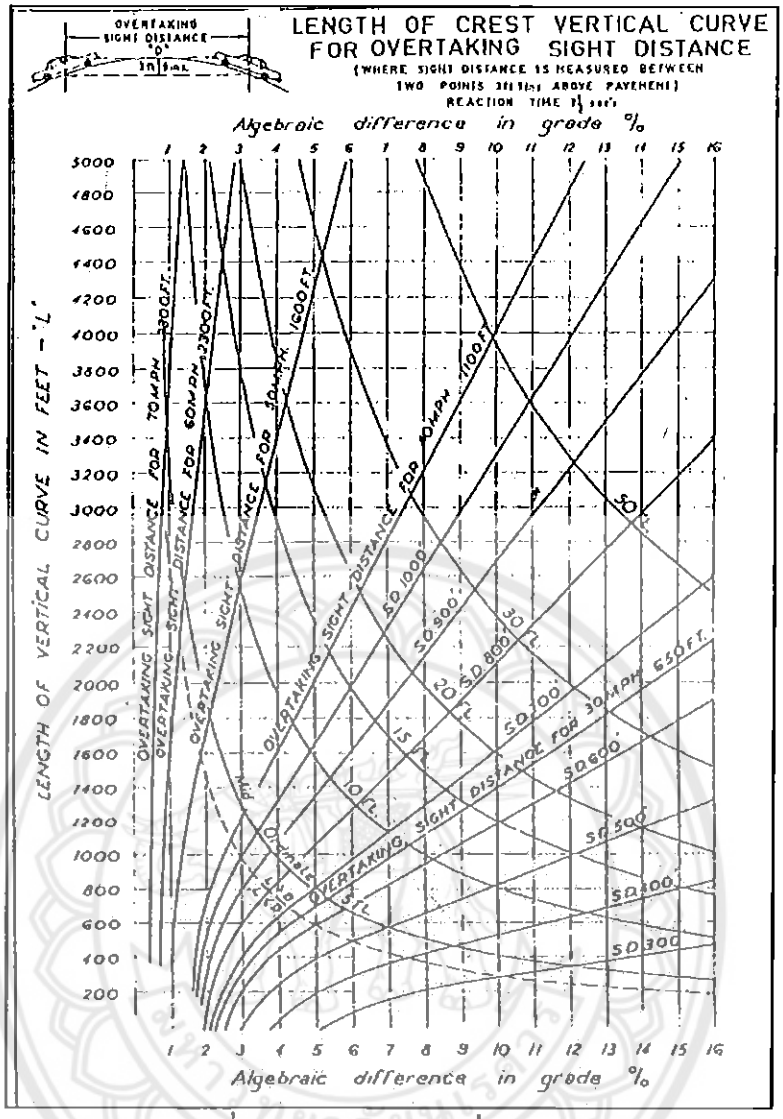



รูปที่ 2.16 ระยะแซงโดยปลอดภัยในทางโค้งขึ้นเนินเมื่อ $h_1 = h_2 = 1.15$ เมตร

**2.7.3** Intermediate sight distance ระยะ Intermediate sight distance มีไว้เพื่อให้ความมั่นใจว่ามีระยะทาง 2เท่า ของระยะหยุดเพื่อปลอดภัยไว้ให้แก่ผู้ขับขี่ เป็นระยะทางระหว่างจุดสองจุดซึ่งมีความสูง 3 ฟุต 9 นิ้วเท่ากันเหนือผิวถนน ระยะทางสองเท่าของระยะหยุดปลอดภัยนี้ ต้องการสำหรับรถสองคันวิ่งสวนกันด้วยความเร็วออกแบบและหยุดได้พอดีเมื่อหน้ารถจรดกัน




รูปที่ 2.17 ระยะมองไกลเพื่อหยุด




รูปที่ 2.18 ระยะมองไกลเพื่อการแซง

ระยะ Intermediate sight distance จะให้โอกาสการแซงที่สมเหตุสมผล สำหรับทางโค้งคว่ำเพื่อจะทำให้ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นวัตถุสูง3 ฟุต 9 นิ้วได้ในระยะสองเท่าของระยะหยุดที่ปลอดภัย ( 2 Ds) และสำหรับวัตถุสูง 9 นิ้ว ก็จะเห็นได้ในระยะ 1.4 เท่าของระยะ หยุดที่ปลอดภัย (1.4 Ds) กรมทางหลวงของรัฐนิวเซ้าท์เวลส์และรัฐวิคตอเรียในประเทศออสเตรเลียได ทำการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการแซงรถในสถานที่ซึ่งมีระยะมองไกลที่มีให้ต่ำกว่าระยะมองไกลเพื่อการแซง และถ้ามีระยะมองไกลปานกลางหรือ Intermediate sight distance ให้แล้ว การแซงก็จะเป็นไปอย่างปลอดภัยขึ้น ตารางที่ 2.2 แสดงค่าระยะมองไกลของทั้ง 3ประเภทที่ความเร็วและความสูงของระดับตาและวัตถุต่างๆ กัน (มาตรฐาน NAASRA ) ค่าความยาวของโค้งคว่ำสำหรับหยุดและแซงที่ปลอดภัยในที่แสดงในตารางดังเกลาวอาจจะอ่านได้จากกราฟ รูป ที่ 2.17 และ 2.18 เช่นกัน

ตารางที่2.2 Summary of Sight Distances on Bituminous or Concrete Pavements

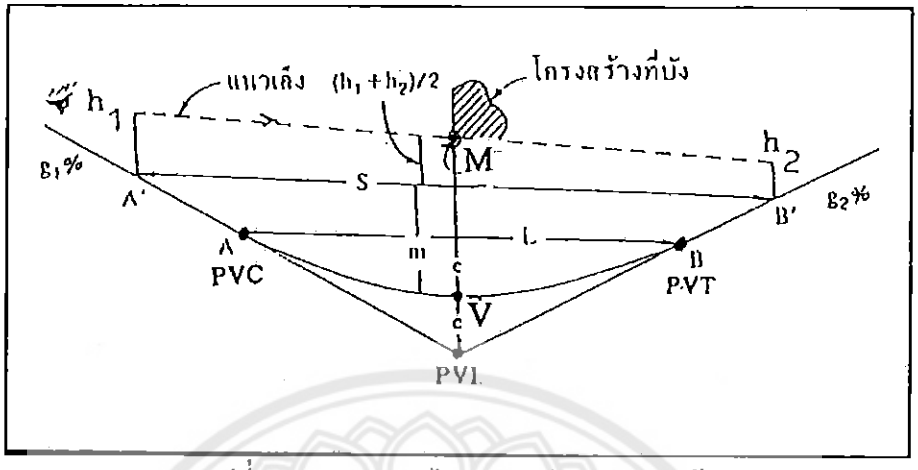
| Design speed Mph | Stopping Sight Distance Ds feet | Intermediate Sight Distance-feet | | Overtaaking Sight Distance Feet |
|---|---|---|---|---|
| | | 2Ds | 1.4Ds | |
| 20 | 100 | 200 | 140 | 350 |
| 30 | 180 | 360 | 250 | 650 |
| 40 | 280 | 560 | 390 | 1100 |
| 50 | 400 | 800 | 560 | 1600 |
| 60 | 540 | 1080 | 760 | 2300 |
| 70 | 700 | 1400 | 980 | 3300 |
| 80 | 880 | 1760 | 1230 | |
| Height of eye | 3 ft 9 in | 3 ft 9 in | 3 ft 9 in | 3 ft 9 in |
| Height of object | 9 in | 3 ft 9 in | 9 in | 3 ft 9 in |

## 2.8 ระยะมองไกลเมื่อมองลอดใต้โครงสร้าง

ในบางครั้งแนวโค้งทางดิ่งทางหงายต้องลอดผ่านใต้โครงสร้างขวางหน้า เช่น กรณีลอดใต้สะพาน (underpass) หรือลอดอุโมงค์ การกำหนดระยะหรือจุดบดบังสายตาหากออกแบบไม่ดีอาจทำให้ผู้ขับขี่ไม่สามารถมองเห็นระยะมองไกลที่ปลอดภัยของโค้งดิ่งหงายได้ ระยะมองไกลเมื่อมองลอดใต้โครงสร้างก็จะแบ่งเป็น 2กรณี เช่นกันคือ

**2.8.1** ระยะมองไกลยาวกว่าความยาวโค้ง (S>L)

แสดงลักษณะการมองลอดโครงสร้างบังสายตา กรณี S>L




รูปที่ 2.19 ระยะมองไกลมากกว่าความยาวโค้ง

**จากรูปที่** 2.19 กำหนดให้

S = ระยะมองไกล

L = ความยาวของโค้งในแนวดิ่ง

e = ระยะจากโครงสร้างถึงผิวจราจร

= ระยะบดบังสายตา

$h_1$ = ความสูงของแนวสายตาของผู้ขับรถ

$h_2$ = ความสูงของแนวสายตาของวัตถุ

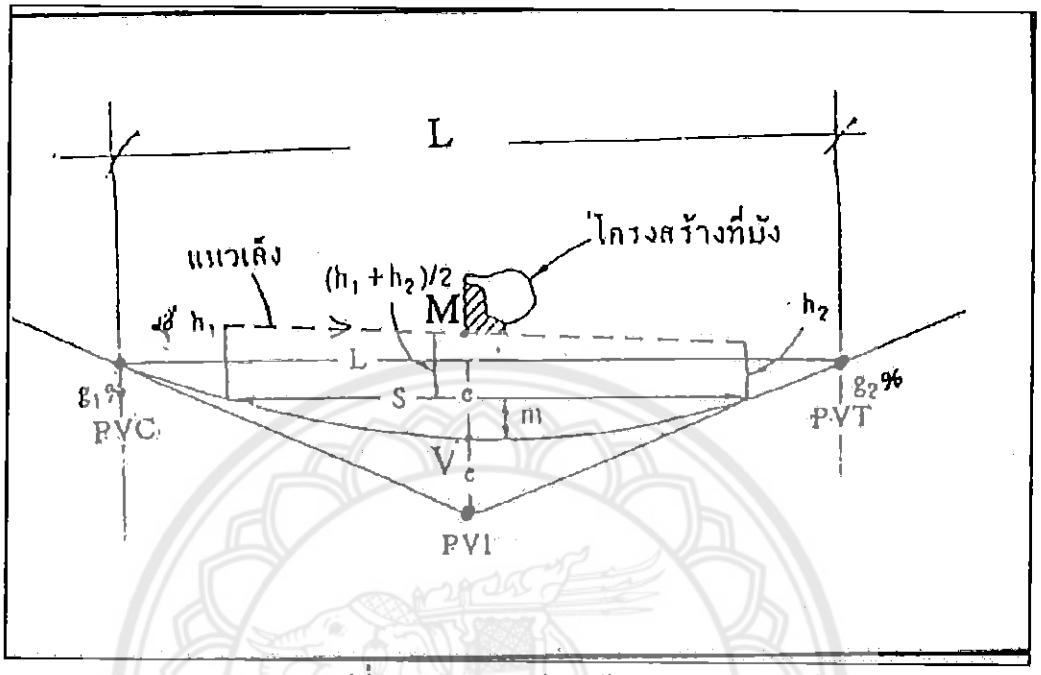
A = $g_2 - g_1/100$

**สูตรที่ใช้ :** L = $2S - \dfrac{8\left(C - \dfrac{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}}{2}\right)}{A}$

15516493
ม.
9557 ก
2553

**2.8.2 ระยะมองไกลน้อยกว่าความยาวโค้ง (S<L)**

แสดงลักษณะ การมองลอดโครงสร้างบังสายตากรณี S<L




**รูปที่ 2.20 ระยะมองไกลน้อยกว่าความยาวโค้ง**

สูตรที่ใช้ : $L = \dfrac{S^2 A}{8\left(C - \dfrac{\sqrt{h_1}+\sqrt{h_2}}{2}\right)^2}$

# บทที่ 3
# ขั้นตอนการดำเนินงาน

## 3.1 บทนำ

เมื่อได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโค้งถนน ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 แล้ว ในบทนี้จะกล่าวถึงการดำเนินการเขียนโปรแกรมออกแบบโค้งในทางดิ่ง โดยอาศัยสมการต่างๆจากบทที่ 2 มาหาความสัมพันธ์กับคำสั่งของโปรแกรม Visual Basic ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้เป็นเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมออกแบบโค้งถนน

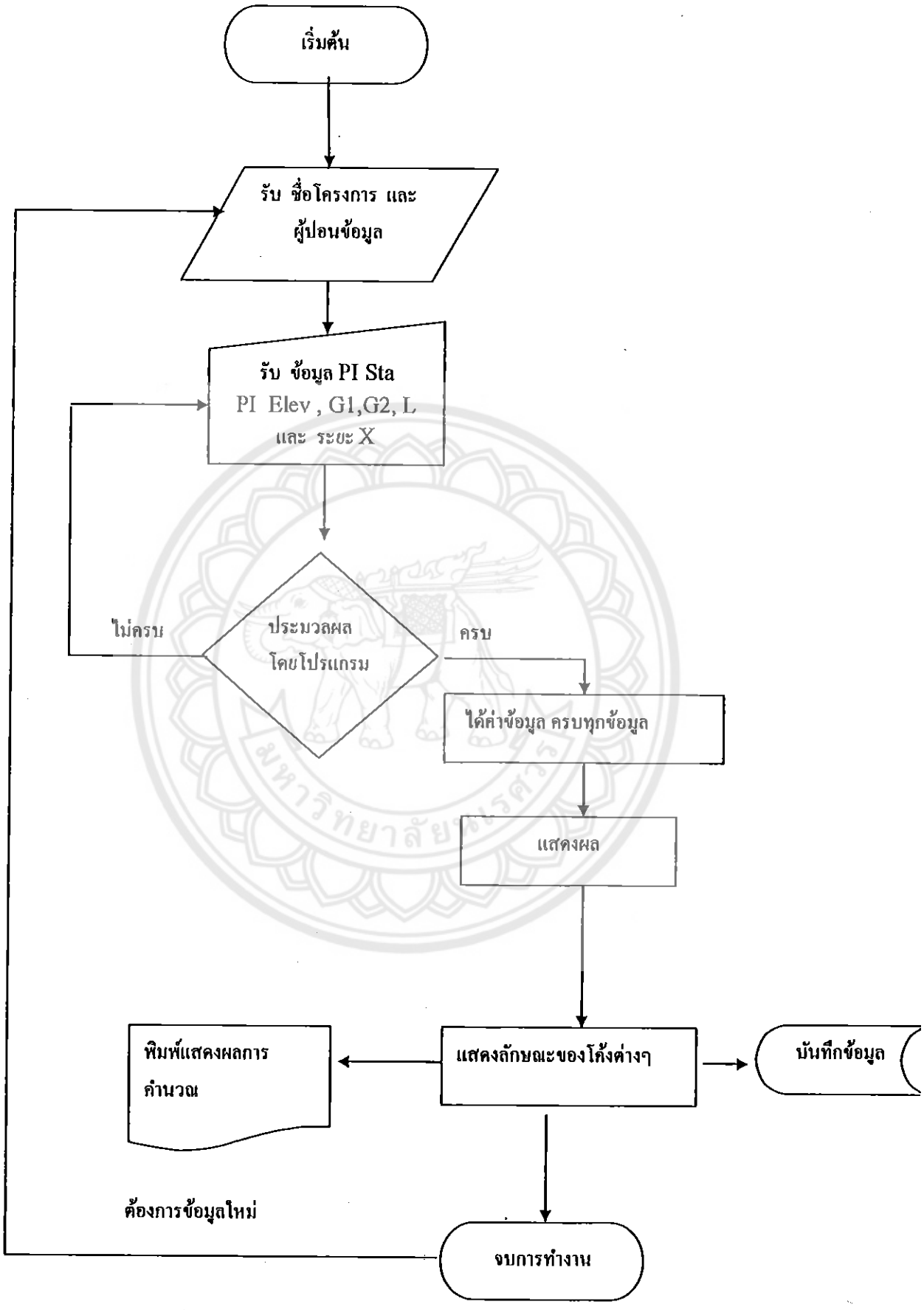
## 3.2 ตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมออกแบบถนน

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ในส่วนของโปรแกรมการออกแบบโค้งถนน

| ตัวแปร | ความหมาย | หมายเหตุ |
|---|---|---|
| PI Sta | ตำแหน่งจุดตัด PI | |
| PI Elev | ความสูงของจุดตัด PI | |
| PC Sta | ตำแน่งจุดโค้ง PC | |
| PC Elev | ความสูงของจุดโค้ง PC | |
| PT Sta | ตำแหน่งของจุดสัมผัสพื้น PT | |
| PT Elev | ความสูงของจุดสัมผัสพื้น PT | |
| G1 | จุดสัมผัสเริ่มต้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ | |
| G2 | จุดสัมผัสสุดท้ายคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ | |
| L | ความยาวของโค้งตั้ง | |
| X | ระยะทางแนวนอนไปยังจุดบนเส้นโค้ง | วัดได้จาก PI Sta |
| Xm | ตำแหน่งต่ำสุดหรือสูงสุดของจุดบนเส้นโค้ง | วัดได้จาก PI Sta |
| Sta High /Low point | ตำแหน่งสูงสุดหรือต่ำสุดของจุด | |
| Elev High /Low | ความสูงสูงสุดหรือต่ำสุด | |

## 3.3 ภาพรวมของโปรแกรม

โปรแกรมออกแบบโค้งถนนตาม Flow Chart หลักการของโปรแกรมออกแบบที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.1 เป็นลำดับขั้นตอนการทำงานทั้งหมดโดยรวมของโปรแกรมออกแบบโค้งถนนแนวดิ่ง ดังนี้




**รูปที่ 3.1** Flow Chart โปรแกรมการออกแบบโค้งถนนในแนวดิ่ง

## 3.4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

3.4.1 เริ่มเข้าสู่โปรแกรม

3.4.2 กรอกชื่อโครงการ ชื่อผู้ที่ทำการออกแบบ และวันที่ทำการออกแบบ

3.4.3 ทำการกรอกข้อมูล จากนั้นระบบจะรับข้อมูล หากกรอกข้อมูลไม่ครบระบบจะไม่ทำการประมวลผล

3.4.5 เมื่อกรอกข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณครบแล้ว ระบบจะทำการประมวลผล และแสดงผลออกมา

3.4.5 จากผลการออกแบบสามารถบันทึกข้อมูล สิ่งพิมพ์เอกสารได้

3.4.6 เมื่อต้องการย้อนกลับระบบจะส่งไปยังหน้ากรอกชื่อโครงการใหม่

3.5.7 หากทำการออกแบบเสร็จสามารถออกจากโปรแกรมได้เลย

# บทที่ 4
# ผลการศึกษา

จากการศึกษาโปรแกรม Visual Basic จึงสามารถพัฒนาโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์โค้งสมมาตร ของการออกแบบโค้งดิ่ง บนท้องถนนได้ ซึ่งสามารถนำผลลัพธ์ไปใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบถนนได้

## 4.1 การเขียนโปรแกรม

### 4.11 หน้าหลักของโปรแกรม

```
Private Sub Button1_Click
Form2.show
End Sub
```

หมายถึงการเรียกฟอร์ม 1 ขึ้นมาเป็นหน้าแรกของโปรแกรม

### 4.1.2 ขั้นตอนการ Input Data

ข้อมูลนำเข้า (Input Data) โดยค่าที่จะต้อง Input ลงในโปรแกรมวิเคราะห์ การออกแบบโค้งทางดิ่ง

```
Private Sub Button1_Click
Input Number TextB1
Input Number TextB2
Input Number TextB3
Input Number TextB4
Input Number TextB5
```

Input Number TextB6

Private Sub ButtonB_Click

Case if If TextB1-TextB6 = Blank (“ ”)

Alltext Clear

Calculate All Input

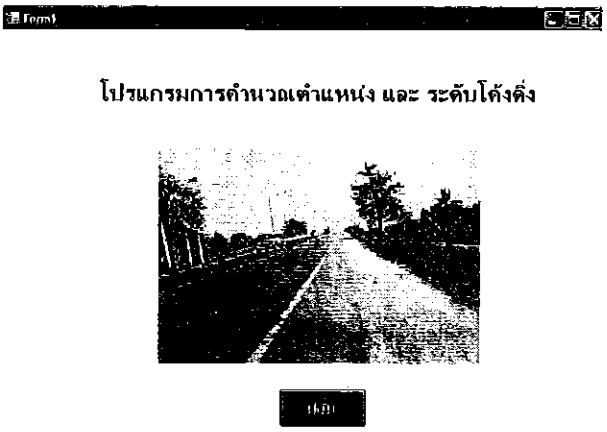
Output in TextB6 - TextB12 , Textbox1 and TextBox2

End sub

หมายถึง การเรียกฟอร์ม 2ขึ้นมาเพื่อรับค่านำเข้าไปเก็บใน Textbox ที่ทำการรับค่าเพื่อวิเคราะห์โค้งทางดิ่งโดยการคำนวณ โดยค่าต่างๆที่ได้ทำการรับข้อมูล Input เข้าไป มีดังนี้

- ค่า Point of Intersection Station
- ค่า Point of Intersection Elevation
- ค่า Grade of initial tangent
- ค่า Grade of final tangent
- Length of Vertical curve
- Horizontal distance to point one curve

ลงในช่องที่โปรแกรมต้องการให้กรอกข้อมูล หากมีการกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน โปรแกรมจะมีการ เคลียร์ข้อมูลที่ได้กรอกก่อนหน้า




รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการ Input Data

**4.1.3 การประมวลผลและการคำนวณ**

การประมวลผลนั้น จะดำเนินการตามรูปแบบโปรแกรมที่เขียนขึ้นมา ซึ่งฝนส่วนของการประมวลผลจะได้รับค่ามาจาก Input เข้ามา

มี source Code ในการเขียนโปรแกรมดังนี้

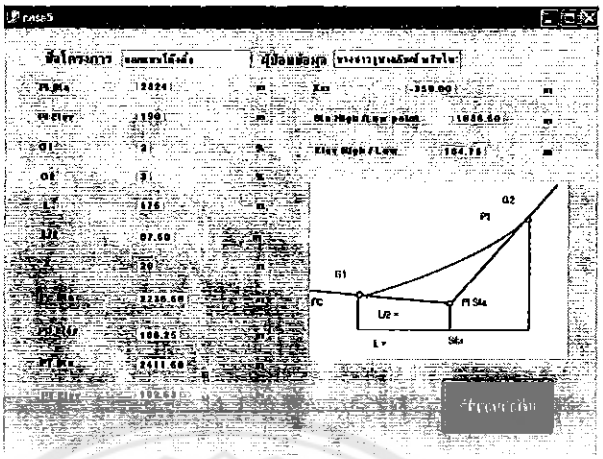
```
Dim A, B, C, D, G, F As Double      ' กำหนดตัวแปร เพื่อทำการคำนวณ
    A = CDbl(TextA1.Text)   'กำหนดค่าตัวแปร
    B = CDbl(TextA2.Text)
    C = CDbl(TextA3.Text)
    D = CDbl(TextA4.Text)
    G = CDbl(TextA5.Text)
    F = CDbl(TextA6.Text)
    Calculate ... จะได้ผลออกมา ใน Out put
    TextA7.Text = A - (G / 2)
    TextA8.Text = B - ((C * 0.01) * (G / 2))
    TextA9.Text = G + (A - (G / 2))
    TextA10.Text = B - ((D * -0.01) * (G / 2))
    TextA11.Text = G / 2
    TextA12.Text = (C * G) / (C - D)
    TextBox1.Text = (A - (G / 2)) + ((C * G) / (C - D))
    TextBox2.Text =((B-((C*0.01)*(G/2))))+((C/100)*(C*G)/(C-D))+ ((((D-
    C)/100)*(((C*G)/(C-D))^2))/(2*G))
```

โดยการประกาศค่า ตัวแปรมาก่อน ในก่อนหน้า เป็น

```
Public h1 As String
Public h2 As String
Public h3 As String
Public h4 As String
Public h5 As String
```

ตามจำนวนตัวแปร ที่มีทั้งหมดในโปรแกรมที่เราได้กำหนดมา เพื่อ แสดงในส่วนของการประมวลผลทั้งหมดในโปรแกรม

### 4.1.4 การแสดงผล



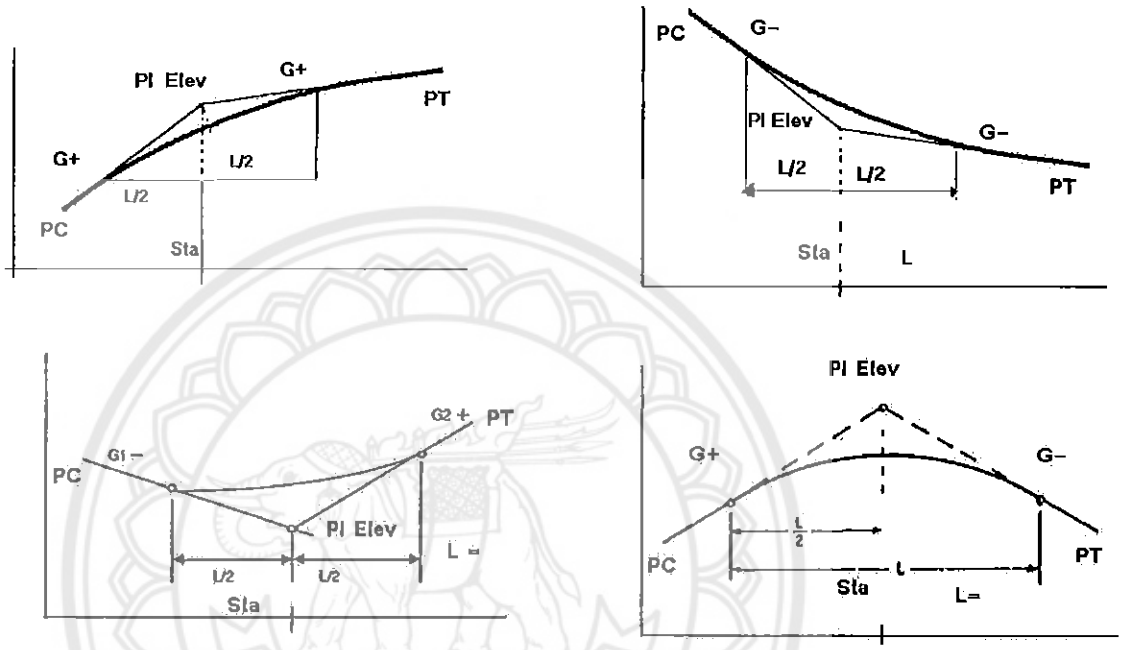
รูปที่ 4.2 การแสดงผล

เกิดจากการรับข้อมูลที่ประกาศผ่านมาจาก ตัวประกาศที่ชื่อว่า Public สามารถเชื่อมต่อการแสดงผลมายังฟอร์มถัดไปได้

มี source Code ในการสร้างการส่งผ่านข้อมูลดังนี้

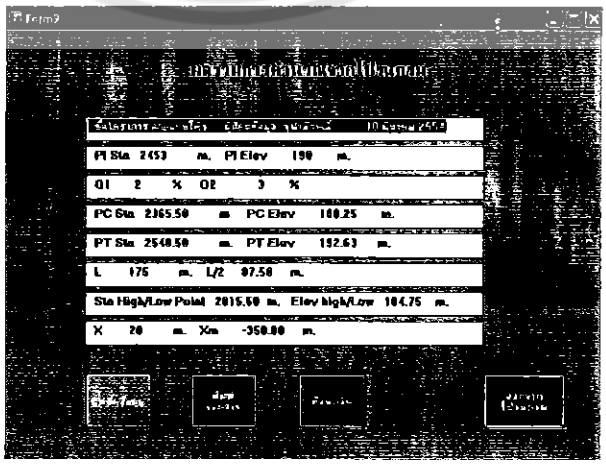
```
Private Sub Button1_Click
Dim intTextA4 As Integer
intTextA3 = CInt(TextA3.Text)
intTextA4 = CInt(TextA4.Text)
If intTextA3 = intTextA4 Then 'กรณี เส้นโค้ง ดิ่ง อันแรก
ElseIf intd3 < 0 And intd4 > 0 Then ' กรณี เส้นโค้ง ดิ่ง อันที่ 2
ElseIf intd3 > 0 And intd4 > 0 Then ' กรณี เส้นโค้ง ดิ่ง อันที่ 3
ElseIf intd3 < 0 And intd4 < 0 Then ' กรณี เส้นโค้ง ดิ่ง อันที่ 4
ElseIf intd3 > 0 And intd4 > 0 And intd3 < intd4 Then ' กรณี เส้นโค้ง ดิ่ง อันที่ 5
ElseIf intd3 < 0 And intd4 < 0 And intd3 > intd4 Then ' กรณี เส้นโค้ง ดิ่ง อันที่ 6
End If
End Sub
```

การแสดงลักษณะโค้งเกิดจากการรับข้อมูลที่ประกาศผ่านมาจาก ตัวประกาศที่ชื่อว่า Public สามารถเชื่อมต่อการแสดงผลมายังฟอร์มถัดไปได้ อีกเช่นกัน สามารถนำมาวิเคราะห์จาก Form 3 ซึ่ง เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ลักษณะ ของโค้งดิ่งลักษณะต่างๆ กันที่มีถึง 4แบบ ดังรูปที่ 4.3




รูปที่ 4.3 โค้งลักษณะต่างๆ

**4.1.5 การสรุปผลข้อมูล เพื่อการบันทึกและนำไปแสดงผลยังเครื่อง Printer**



**รูปที่ 4.4 สรุปผลข้อมูล**

หมายถึงการสรุป การรับข้อมูล การประมวลผล การแสดงผล และการสรุปข้อมูลเมื่อมีจุดประสงค์อื่นนอกเหนือจากการใช้โปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ ข้อมูลเบื้องต้น สามารถ ทำการแปลผลไปยังรูปแบบอื่นๆได้ด้วย

# บทที่ 5
# วิเคราะห์และสรุปผล

## 5.1 วิเคราะห์ผล

ข้อดีของโปรแกรมออกแบบโค้งถนนแนวดิ่ง มีดังนี้

5.1.1 การแสดงผลของโปรแกรมการออกแบบโค้งถนน มีทั้งการคำนวณที่เป็นตัวเลข และรูปภาพแสดงรายละเอียดโค้งถนน ทำให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบข้อมูลที่ป้อนได้ง่ายและเข้าใจง่ายขึ้น

5.1.2 โปรแกรมออกแบบโค้งถนน สามารถสั่งพิมพ์รายงานผลการคำนวณเป็นตัวเลขและรูปภาพเบื้องต้น แสดงรายละเอียดออกโค้งถนน ทำให้ผู้ใช้สามารถนำผลการคำนวณไปเป็นเอกสารประกอบโครงการที่ทำการออกแบบได้

5.1.3 โปรแกรมออกแบบโค้งถนน มีการอธิบายการใช้งานไว้ที่ตัวโปรแกรม ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมได้อย่างรวดเร็วและสะดวกมากยิ่งขึ้น

## 5.2 สรุปผลของโครงงาน

โปรแกรมที่พัฒนาออกแบบขึ้นมานี้สามารถนำไปใช้งานได้จริงได้ อีกทั้งช่วยประหยัดเวลาในการคำนวณออกแบบ ซึ่งการใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานี้จะมีความเร็วในการคำนวณออกแบบมากกว่าการไม่ใช้โปรแกรมช่วยในการคำนวณออกแบบเป็นอย่างมาก

## 5.3 ข้อจำกัดและแนวทางการพัฒนาโปรแกรม

5.3.1 โปรแกรมไม่สามารถแสดงเป็นกราฟที่เป็นผลจากการคำนวณที่แท้จริงได้ จึงควรพัฒนาโปรแกรมให้สามารถใส่คำสั่งและให้มีการแสดงกราฟที่เป็นค่าจากการคำนวณที่แท้จริงได้

5.3.2 โปรแกรมยังไม่สามารถคำนวณโค้งทางดิ่งที่ไม่สมมาตรได้จึงควรพัฒนาโปรแกรมให้สามารถออกแบบโค้งที่ไม่สมมาตรได้

# เอกสารอ้างอิง

กิตินันท์ พลสวัสดิ์. เริ่มต้น Visual Basic 2008 ฉบับโปรแกรมเมอร์, นนทบุรี: ไอดีซี อินโฟดิสทริบิวเตอร์, 2552.

จีรพัฒน์ โชติกไกร. วิศวกรรมการทาง , ภาควิชาวิศวกรรมโยธา , คณะวิศวกรรมศาสตร์ ,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณรงค์ กุหลาบ . วิศวกรรมการทาง , กรุงเทพฯ , มหาวิทยาลัยรังสิต, 2543.

ศักดิ์ดา ปุณยานันต์. เอกสารคำสอนวิชาวิศวกรรมการทาง , ภาควิชาวิศวกรรมโยธา , คณะวิศวกรรมศาสตร์ , มหาวิทยาลัยนเรศวร.

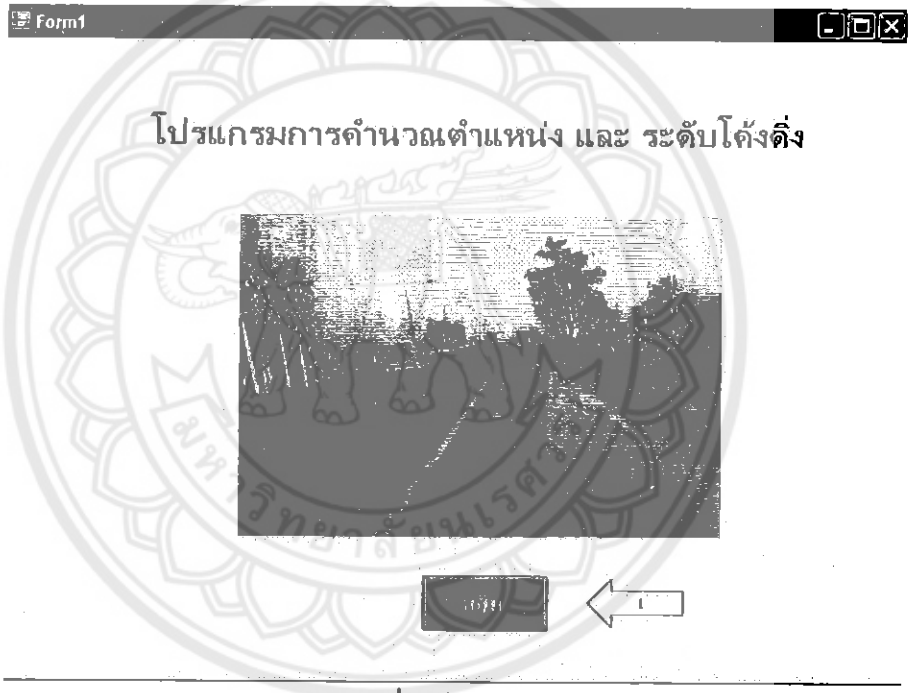
# ภาคผนวก ก

## การใช้โปรแกรมออกแบบโค้งถนน

### 1. เริ่มเข้าสู่โปรแกรม

**1.1 เปิดโปรแกรมการออกแบบโค้งถนนทางราบ**

เริ่มเข้าสู่โปรแกรมโดยคลิกที่ปุ่มเริ่ม



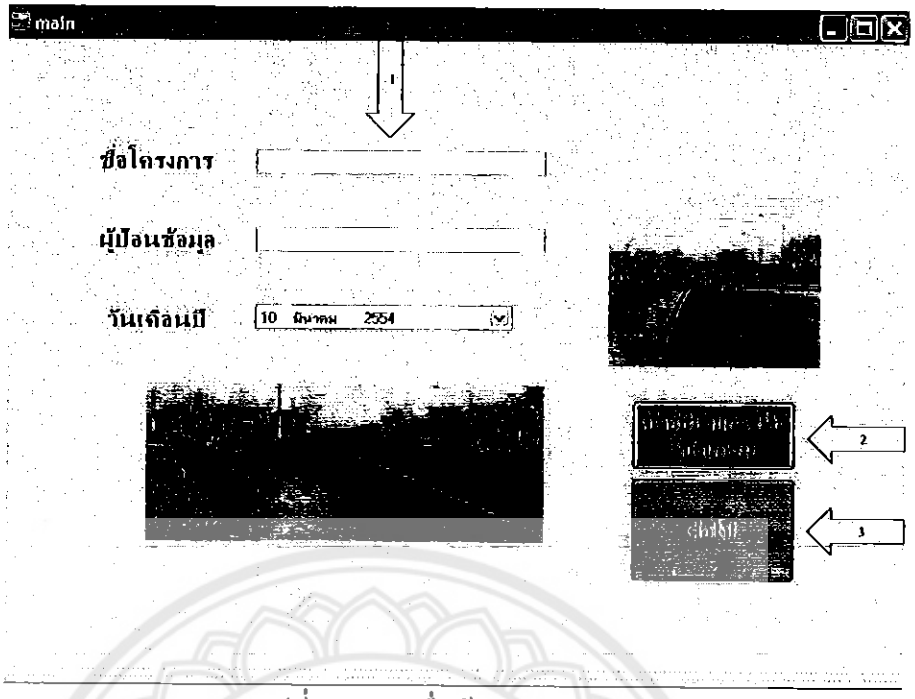

รูปก1 เริ่มเข้าสู่โปรแกรม

**1.2 กรอกชื่อผู้ทำการออกแบบ**

1) กรอกชื่อโครงการ ชื่อผู้ที่ทำการออกแบบ และวันที่ทำการออกแบบ เพื่อให้แสดงไปยังรายการคำนวณ

2) หากไม่เคยใช้โปรแกรมมาก่อนให้กดที่ปุ่มคำอธิบายการใช้โปรมแกรม

3) เมื่อทำความเข้าใจโปรแกรมและกรอกข้อมูลเสร็จแล้วให้คลิกปุ่มต่อไปเพื่อทำการคำนวณต่อ




รูปที่ ก2 กรอกชื่อผู้ทำการออกแบบ

**1.3 การคำนวณ**

จากขั้นตอนการกรอกชื่อผู้ทำการออกแบบดังที่กล่าวมาในหัวข้อที่ 1.2 โปรแกรมจะแสดงผลเป็นชื่อที่กรอกไว้ในหน้าการคำนวณต่อไปนี้ ดังรูปที่ ก3

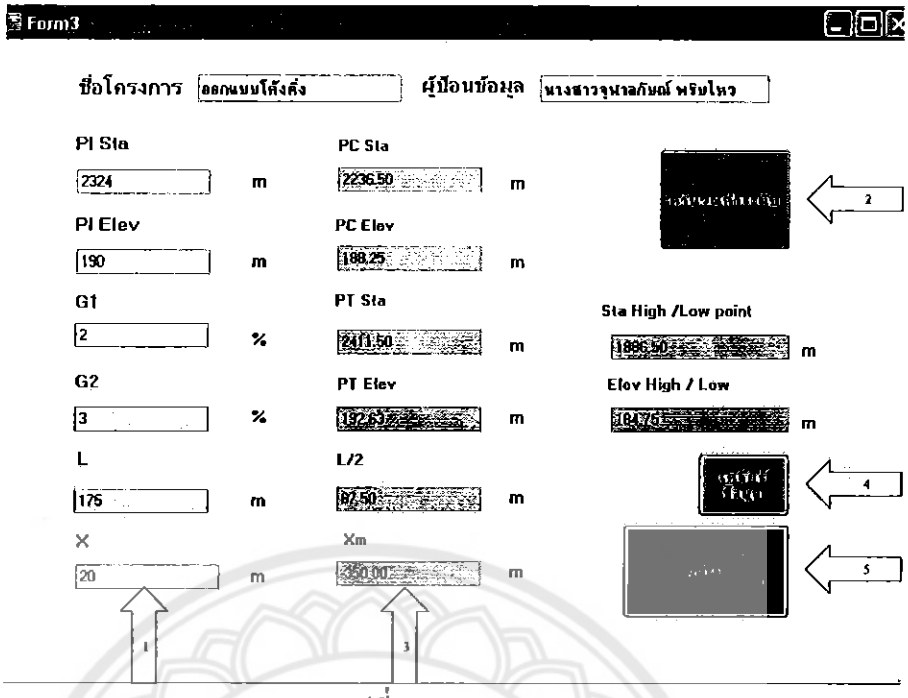
1) กรอกค่าที่ต้องใช้ในการคำนวณให้ครบทุกช่อง หากกรอกไม่ครบโปรแกรมจะไม่คำนวณ

2) เมื่อกรอกค่าที่ใช้ในการคำนวณครบหมดแล้ว ให้กดที่ปุ่ม คำนวณค่าระดับ

3) เมื่อกดปุ่ม คำนวณค่าระดับ เพื่อคำนวณแล้วก็จะได้คำตอบจากการออกแบบออกมา

4) หากต้องการกรอกข้อมูลใหม่ทั้งหมด ให้กดปุ่มเคลียร์ข้อมูล

5) กดปุ่มถัดไป เพื่อแสดงค่าทั้งหมดที่ใช้ในออกแบบโค้งในแนวดิ่ง

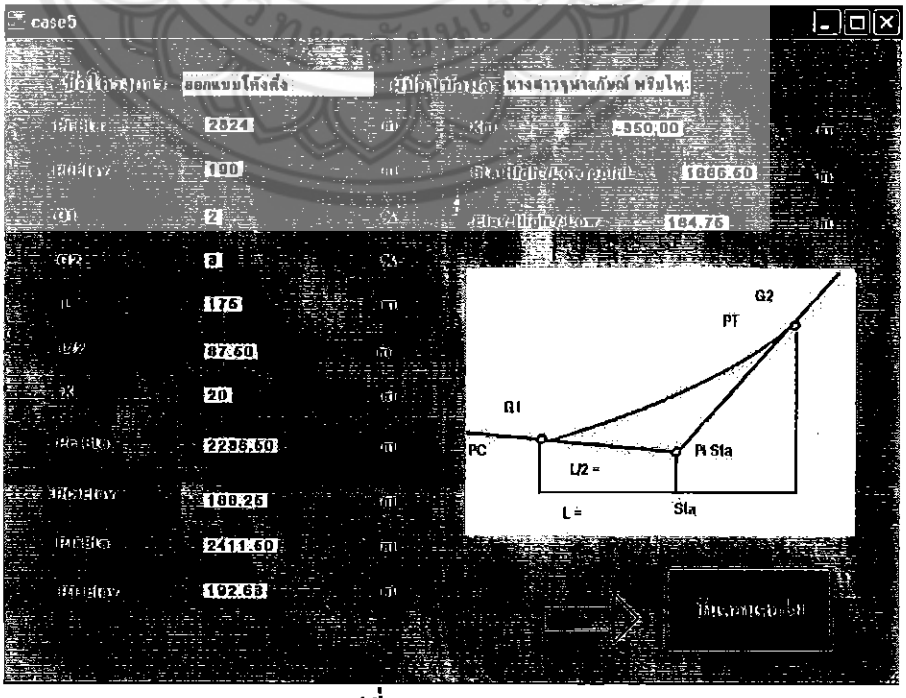



รูปที่ ก3 การคำนวณ

1.4 การแสดงผล

เมื่อโปรแกรมได้คำนวณผลแล้วก็จะแสดงผลของค่าตัวแปรต่างๆที่กรอกเข้าไปในโปรแกรม ค่าที่ได้การคำนวณต่างๆ และแสดงลักษณะของโค้ง ดังรูปที่ ก4

1) กดปุ่มขั้นตอนถัดไปเพื่อแสดงผลที่สำคัญทั้งหมดในการออกแบบ




รูปที่ ก4 การแสดงผล

**1.6 ผลรวมการคำนวณจากโปรแกรม**

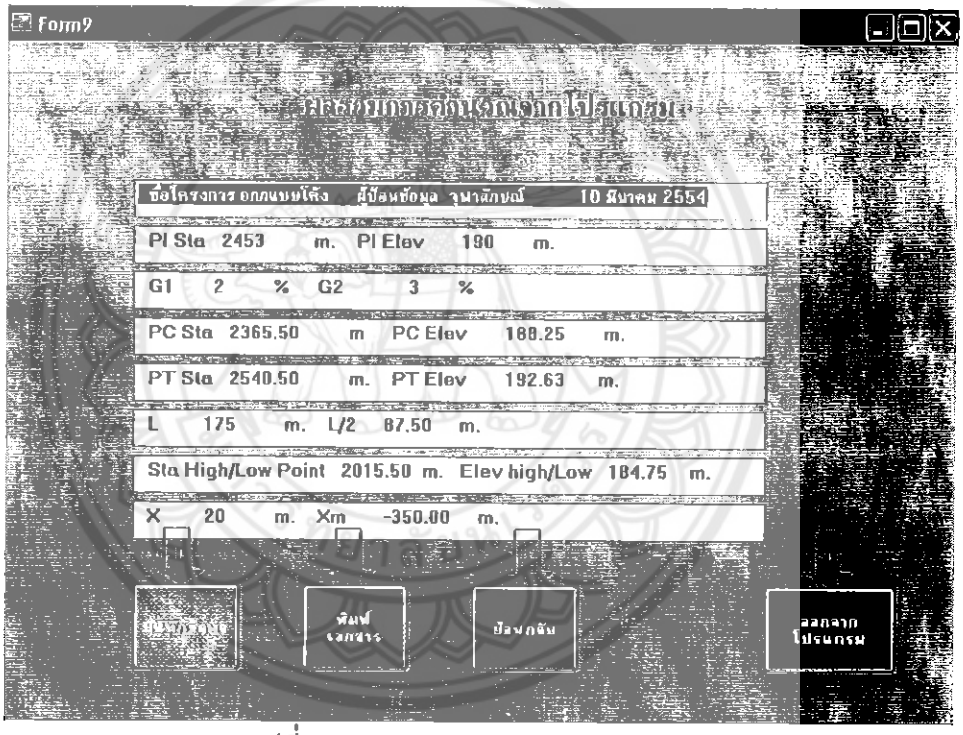
หน้าต่างนี้จะแสดงผลทั้งหมดที่ได้จากการคำนวณ

1) ปุ่มบันทึกใช้สำหรับบันทึกข้อมูลการออกแบบ ซึ่งจะบันทึกเป็นไฟล์นามสกุล *.txt ในกรณีที่ยังไม่ต้องการพิมพ์

2) เมื่อต้องการพิมพ์ผลทั้งหมดที่ได้จากการคำนวณให้กดปุ่ม พิมพ์เอกสาร

3) หากต้องการกลับไปดูการกรอกข้อมูลใหม่เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ให้กดที่ปุ่ม ย้อนกลับ

4) เมื่อทำการคำนวณเสร็จแล้ว หากต้องการออกจากโปรแกรมให้กดปุ่ม ออกจากโปรแกรม




**รูปที่ ก6 ผลรวมการคำนวณจากโปรแกรม**

# ภาคผนวก ข

## การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

**ตัวอย่างการทดสอบที่1**

**เส้นลาดเอียง +3.0% ตัดกับเส้นลาดเอียง -2% ที่ Sta. 4+350 เมตร และ Elev 190.500 เมตร และ ความยาว L = 250 เมตร จงหา Sta. และ Elev ที่จุด PT และ PC**

**<u>วิธีทำ</u>**

$g_1 = +3.0\ \%$ $G_1 = +0.03$ m per m

$g_2 = -2.0\%$ $G_2 = -0.02$ m per m

L = 250 m L/2 = 125 m

**คำนวณหา Sta. ของจุด PC และ PT**

PC Sta. = PI Sta. – L/2 = 4+350 – 125 = 4225 m

PT Sta. = PI Sta. + L/2 = 4+350 + 125 = 4475 m

**คำนวณหา Evle ของจุด PC และ PTm**

$E_{PC} = E_{PI} - G_1(L/2) = 190.500 - 0.03(125) = 186.750$ m

$E_{PT} = E_{PI} - G_2(L/2) = 190.500 - 0.02(125) = 188.000$ m

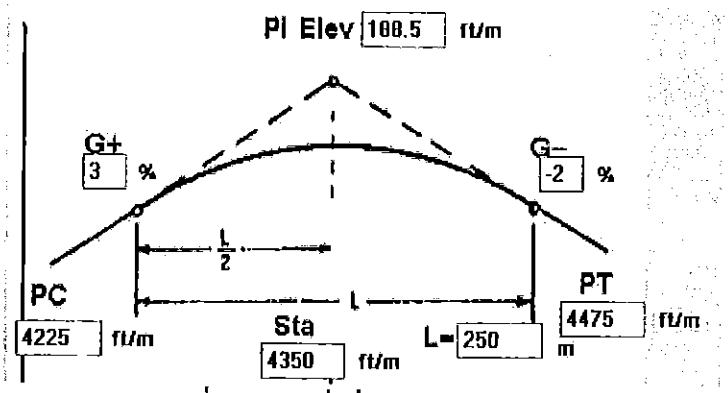
$$x_m = \frac{g_1 L}{g_2 - g_1} = \frac{3(250)}{5.0} = 150 \text{ m}$$

High point Sta. = PC Sta + 150 m = 4225+150 = 4375

$$E_x = E_{PC} + G_1 x_m + \frac{(G_2 - G_1)x_m^2}{2L}$$

$$E_x = 186.750 + 0.03(150) + \frac{(-0.05)150^2}{2(250)} = 189.000 \text{ m}$$

**จากการคำนวณลักษณะโค้งที่ได้คือ โค้งคว่ำ**




**รูปที่ ข1 โค้งคว่ำที่ได้จากการคำนวณ**

**ตารางที่** ข1 ผลการตรวจสอบโปรแกรม

| รายการคำตอบ | ค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี | ค่าที่ได้จากโปรแกรม | %ความคลาดเคลื่อน |
|---|---|---|---|
| PC Sta. | 4225 | 4225 | 0 |
| PT Sta. | 4475 | 4475 | 0 |
| $E_{PC}$ | 186.75 | 186.75 | 0 |
| $E_{PT}$ | 188 | 188 | 0 |
| L/2 | 125 | 125 | 0 |
| $x_m$ | 150 | 150 | 0 |
| Sta High /Low point | 4375 | 4375 | 0 |
| Elev High /Low | 189 | 189 | 0 |
| ลักษณะโค้ง | โค้งคว่ำ | โค้งคว่ำ | |

จากตารางที่ ข1 จะเห็นได้ว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ได้จะมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นจึงถึงได้ว่าโปรแกรมของการคำนวณโค้งทางราบสำหรับกรณีนี้มีความถูกต้อง

**ตัวอย่างการทดสอบที่2**

เส้นลาดเอียง -3.0% ตัดกับเส้นลาดเอียง+4.0% ที่ Sta. 3+450 เมตร และ Elev 165.000 เมตร และความยาว L = 175 เมตร จงหา Sta. และ Elev ที่จุด PT และ PC

**วิธีทำ**

$g_1$ = -3.0 %  $G_1$ = -0.03 m per m

$g_2$ = +4.0%  $G_2$ = +0.04 m per m

L = 175 m  L/2 = 87.5 m

คำนวณหา Sta. ของจุด PC และ PT

PC Sta. = PI Sta. – L/2 = 3+450 – 87.5 = 3362.5 m

PT Sta. = PI Sta. + L/2 = 3+450 + 87.5 = 3537.5 m

คำนวณหา Evle ของจุด PC และ PTm

$E_{PC} = E_{PI} - G_1(L/2) = 165.000 + 0.03(87.5) = 167.625$ m

$E_{PT} = E_{PI} - G_2(L/2) = 165.000 - 0.04(87.5) = 168.500$ m

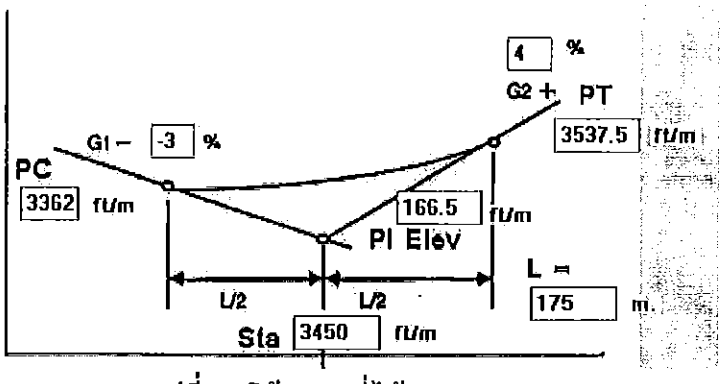
$$x_m = \frac{g_1 L}{g_2 - g_1} = \frac{3(175)}{7.0} = 75 \text{ m}$$

High point Sta. = PC Sta + 75 m = 3362.5+75 = 3437.5

$$E_x = E_{PC} + G_1 x_m + \frac{(G_2 - G_1)x_m^2}{2L}$$

$$E_x = 167.625 - 0.03(75) + \frac{(0.07)75^2}{2(175)} = 166.500 \text{ m}$$

จากการคำนวณลักษณะโค้งที่ได้คือโค้งหงาย




**รูปที่ ข2 โค้งหงายที่ได้จากการคำนวณ**

ตารางที่ ข2 ผลการตรวจสอบโปรแกรม

| รายการคำตอบ | ค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี | ค่าที่ได้จากโปรแกรม | %ความคลาดเคลื่อน |
|---|---|---|---|
| PC Sta. | 3362.5 | 3362.5 | 0 |
| PT Sta. | 3337.5 | 3337.5 | 0 |
| $E_{PC}$ | 167.625 | 167.625 | 0 |
| $E_{PT}$ | 168.5 | 168.5 | 0 |
| L/2 | 87.5 | 87.5 | 0 |
| $x_m$ | 75 | 75 | 0 |
| Sta High /Low point | 3437.5 | 3437.5 | 0 |
| Elev High /Low | 166.5 | 166.5 | 0 |
| ลักษณะโค้ง | โค้งหงาย | โค้งหงาย | |

จากตารางที่ ข2 จะเห็นได้ว่า ค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนที่ได้จะมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นจึงถึงได้ว่าโปรแกรมของการคำนวณโค้งทางราบสำหรับกรณีนี้มีความถูกต้อง

**ตัวอย่างการทดสอบที่3**

เส้นลาดเอียง +3.0% ตัดกับเส้นลาดเอียง+4.5% ที่ Sta. 4+450 เมตร และ Elev 188.000 เมตร และความยาว L = 220 เมตร จงหา Sta. และ Elev ที่จุด PT และ PC

**วิธีทำ**

$g_1$ = +3.0 %  $G_1$ = +0.03 m per m

$g_2$ = +4.5%  $G_2$ = +0.045 m per m

L = 220 m  L/2 = 110 m

คำนวณหา Sta. ของจุด PC และ PT

PC Sta. = PI Sta. – L/2 = 4+450 – 110 = 4340 m

PT Sta. = PI Sta. + L/2 = 4+450 + 110 = 4560 m

คำนวณหา Evle ของจุด PC และ PTm

$E_{PC} = E_{PI} - G_1(L/2) = 188.000 - 0.03(110) = 184.7$ m

$E_{PT} = E_{PI} - G_2(L/2) = 188.000 + 0.045(110) = 192.95$ m

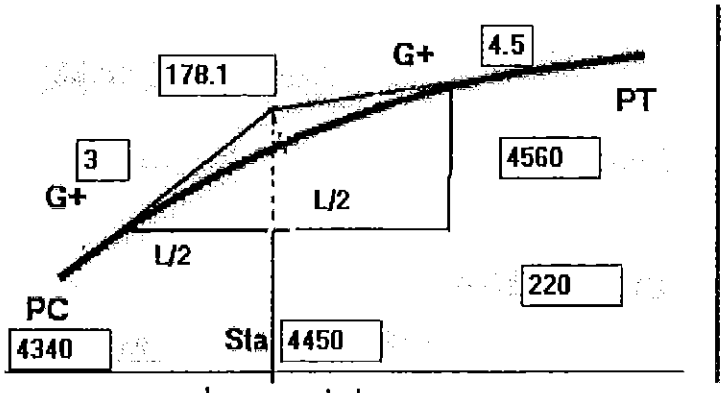
$$x_m = \frac{g_1 L}{g_2 - g_1} = \frac{3(220)}{1.5} = -440 \text{ m}$$

High point Sta. = PC Sta -440 m = 4340-440 = 3900

$$E_x = E_{PC} + G_1 x_m + \frac{(G_2 - G_1)x_m^2}{2L}$$

$$E_x = 184.7 - 0.03(440) + \frac{(0.015)440^2}{2(220)} = 178.100 \text{ m}$$

จากการคำนวณลักษณะโค้งที่ได้คือโค้งคว่ำ




**รูปที่ ข3 โค้งคว่ำที่ได้จากการคำนวณ**

**ตารางที่ ข3 ผลการตรวจสอบโปรแกรม**

| รายการคำตอบ | ค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี | ค่าที่ได้จากโปรแกรม | %ความคลาดเคลื่อน |
|---|---|---|---|
| PC Sta. | 4340 | 4340 | 0 |
| PT Sta. | 4560 | 4560 | 0 |
| $E_{PC}$ | 184.7 | 184.7 | 0 |
| $E_{PT}$ | 192.95 | 192.95 | 0 |
| L/2 | 110 | 110 | 0 |
| $x_m$ | -440 | -440 | 0 |
| Sta High /Low point | 3900 | 3900 | 0 |
| Elev High /Low | 178.1 | 178.1 | 0 |
| ลักษณะโค้ง | โค้งคว่ำ | โค้งคว่ำ | |

จากตารางที่ ข3 จะเห็นได้ว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ได้จะมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นจึงถึงได้ว่าโปรแกรมของการคำนวณโค้งทางราบสำหรับกรณีนี้มีความถูกต้อง

**ตัวอย่างการทดสอบที่3**

เส้นลาดเอียง -4.5% ตัดกับเส้นลาดเอียง-3.0% ที่ Sta. 3+350 เมตร และ Elev 167.000 เมตร และความยาว L = 150 เมตร จงหา Sta. และ Elev ที่จุด PT และ PC

**วิธีทำ**

$g_1$ = -4.5% $G_1$ = -0.045 m per m

$g_2$ = -3.0% $G_2$ = -0.03 m per m

L = 150 m L/2 = 75 m

**คำนวณหา Sta. ของจุด PC และ PT**

PC Sta. = PI Sta. – L/2 = 3+350 – 75 = 3275 m

PT Sta. = PI Sta. + L/2 = 3+350 +75 = 3425 m

**คำนวณหา Evle ของจุด PC และ PTm**

$E_{PC} = E_{PI} - G_1(L/2) = 167.000 + 0.045(75) = 170.375$ m

$E_{PT} = E_{PI} - G_2(L/2) = 167.000 - 0.03(75) = 164.750$ m

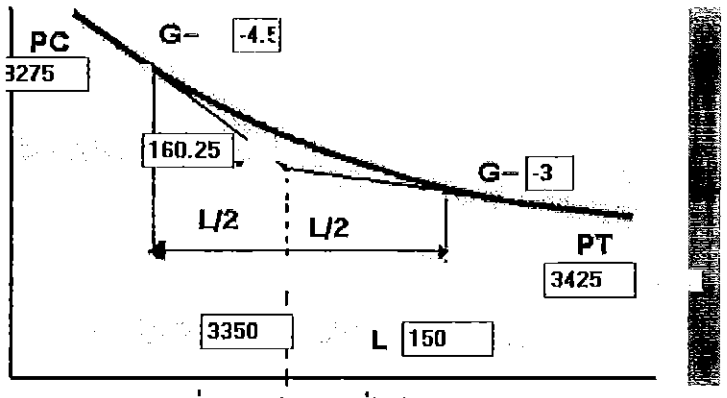
$$x_m = \frac{g_1 L}{g_2 - g_1} = \frac{4.5(150)}{1.5} = 450 \text{ m}$$

High point Sta. = PC Sta -440 m = 3275-450 = 3725

$$E_x = E_{PC} + G_1 x_m + \frac{(G_2 - G_1)x_m^2}{2L}$$

$$E_x = 170.375 - 0.045(450) + \frac{(0.015)450^2}{2(150)} = 160.25 \text{ m}$$

จากการคำนวณลักษณะโค้งที่ได้คือโค้งหงาย




**รูปที่ ข4 โค้งหงายที่ได้จากการคำนวณ**

ตารางที่ ข4 ผลการตรวจสอบโปรแกรม

| รายการคำตอบ | ค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี | ค่าที่ได้จากโปรแกรม | %ความคลาดเคลื่อน |
|---|---|---|---|
| PC Sta. | 3275 | 3275 | 0 |
| PT Sta. | 3425 | 3425 | 0 |
| $E_{PC}$ | 170.375 | 170.375 | 0 |
| $E_{PT}$ | 164.75 | 164.75 | 0 |
| L/2 | 75 | 75 | 0 |
| $x_m$ | 450 | 450 | 0 |
| Sta High /Low point | 3725 | 3725 | 0 |
| Elev High /Low | 160.25 | 160.25 | 0 |
| ลักษณะโค้ง | โค้งหงาย | โค้งหงาย | |

จากตารางที่ ข4 จะเห็นได้ว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ได้จะมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นจึงถึงได้ว่าโปรแกรมของการคำนวณโค้งทางราบสำหรับกรณีนี้มีความถูกต้อง

# ภาคผนวก ค

## แสดงรายละเอียดการเขียนโปรแกรม

```
Public Class Form1
    Public a As Single
    Public aa As Single
    Public aaa As Single

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
        Form2.Show()
        Me.Hide()
    End Sub

End Class
Public Class Form2
    Public a As String
    Public aa As String

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click

        Me.a = "" & a1.Text
        Me.aa = "" & a2.Text

        Form3.ShowDialog()
        Me.Hide()
    End Sub

End Class
```

```
Public Class Form3

    Public t As String          ' การประกาศตัวแปร  ซึ่ง สามารถใช้ได้หมด และล๊อกไว้เพื่อป้องกัน
การซ้ำ ของ
    Public tt As String         ' Name space  ของตัวแปร แต่ละตัว
    Public ttt As String
    Public tttt As String
    Public a As String
    Public aa As String

    Public h1 As String
    Public h2 As String
    Public h3 As String
    Public h4 As String
    Public h5 As String
    Public h6 As String
    Public h7 As String
    Public h8 As String
    Public h9 As String
    Public h10 As String
    Public h11 As String
    Public h12 As String
    Public h13 As String
    Public h14 As String
    Public h15 As String
    Public h16 As String

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
        Dim intTextA3 As Integer          ' ประกาศตัวแปล เพื่อใช้ในการประมวลผลเพื่อ ให้
        Dim intTextA4 As Integer          ' สามารถ กำหนด  ว่า หากมีการกรอกเลข ที่เท่ากัน
        intTextA3 = CInt(TextA3.Text)     ' ของ ค่า G ที่มีค่าเป็นเปอร์เซน  ก็ สามารถ กลับ
```

```
intTextA4 = CInt(TextA4.Text)        ' มาใส่ค่าใหม่ โดยที่ไม่ต้อง error
If intTextA3 = intTextA4 Then
   TextA1.Clear()
   TextA2.Clear()
   TextA3.Clear()            ' การเคลียร์ ข้อมูล ในแต่ละ textBox แต่ละตำแหน่ง
   TextA4.Clear()
   TextA5.Clear()
   TextA6.Clear()
   TextA7.Clear()
   TextA8.Clear()
   TextA9.Clear()
   TextA10.Clear()
   TextA11.Clear()
   TextA12.Clear()
   TextBox1.Clear()
   TextBox2.Clear()
ElseIf intTextA3 < -5 Or intTextA4 < -5 Then
   TextA1.Clear()
   TextA2.Clear()
   TextA3.Clear()            ' การเคลียร์ ข้อมูล ในแต่ละ textBox แต่ละตำแหน่ง
   TextA4.Clear()
   TextA5.Clear()
   TextA6.Clear()
   TextA7.Clear()
   TextA8.Clear()
   TextA9.Clear()
   TextA10.Clear()
   TextA11.Clear()
   TextA12.Clear()
   TextBox1.Clear()
   TextBox2.Clear()
ElseIf intTextA3 < -5 Or intTextA3 > 5 Then
```

```
        TextA1.Clear()
        TextA2.Clear()
        TextA3.Clear()          ' การเคลียร์ ข้อมูล ในแต่ละ textBox แต่ละตำแหน่ง
        TextA4.Clear()
        TextA5.Clear()
        TextA6.Clear()
        TextA7.Clear()
        TextA8.Clear()
        TextA9.Clear()
        TextA10.Clear()
        TextA11.Clear()
        TextA12.Clear()
        TextBox1.Clear()
        TextBox2.Clear()
    ElseIf intTextA3 > 5 Or intTextA4 < -5 Then
        TextA1.Clear()
        TextA2.Clear()
        TextA3.Clear()          ' การเคลียร์ ข้อมูล ในแต่ละ textBox แต่ละตำแหน่ง
        TextA4.Clear()
        TextA5.Clear()
        TextA6.Clear()
        TextA7.Clear()
        TextA8.Clear()
        TextA9.Clear()
        TextA10.Clear()
        TextA11.Clear()
        TextA12.Clear()
        TextBox1.Clear()
        TextBox2.Clear()
    ElseIf intTextA3 > 5 Or intTextA4 > 5 Then
        TextA1.Clear()
        TextA2.Clear()
```

```
TextA3.Clear()          ' การเคลียร์ ข้อมูล ในแต่ละ textBox แต่ละตำแหน่ง
TextA4.Clear()
TextA5.Clear()
TextA6.Clear()
TextA7.Clear()
TextA8.Clear()
TextA9.Clear()
TextA10.Clear()
TextA11.Clear()
TextA12.Clear()
TextBox1.Clear()
TextBox2.Clear()

Else
Me.t = "" & TextA3.Text          ' เมื่อเคลียร์ ข้อมูลเสร็จ ก็จะมีการใส่ข้อมูลชุดใหม่
Me.tt = "" & TextA4.Text         ' หลังจากการประมวลผล
Me.ttt = "" & TextA3.Text
Me.tttt = "" & TextA3.Text
Me.h1 = "" & TextA1.Text
Me.h2 = "" & TextA2.Text
Me.h3 = "" & TextA3.Text
Me.h4 = "" & TextA4.Text
Me.h5 = "" & TextA5.Text
Me.h6 = "" & TextA6.Text
Me.h7 = "" & TextA7.Text
Me.h8 = "" & TextA8.Text
Me.h9 = "" & TextA9.Text
Me.h10 = "" & TextA10.Text
Me.h11 = "" & TextA11.Text
Me.h12 = "" & TextA12.Text
Me.h13 = "" & TextBox1.Text
Me.h14 = "" & TextBox2.Text
```

```
            Me.h15 = "" & Label34.Text
            Me.h16 = "" & Label32.Text
            Form4.ShowDialog()
            Me.Hide()
        End If
    End Sub

    Private Sub Form3_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load
        BB1.Text = Form2.a          ' การรับค่ามาจากฟอร์ม ที่ 2 ซึ่งเป็นรายละเอียดของการ
        BB2.Text = Form2.aa         ' แสดงผล บน Head ของฟอร์ม ซึ่งกำหนด รายละเอียด ของการ
                                    ' ทำการ หาข้อมูล
    End Sub

    Private Sub ButtonB_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles ButtonB.Click

        Dim A, B, C, D, G, F As Double      ' กำหนดตัวแปร เพื่อทำการคำนวณ
        A = CDbl(TextA1.Text)   'กำหนดค่าตัวแปร
        B = CDbl(TextA2.Text)
        C = CDbl(TextA3.Text)
        D = CDbl(TextA4.Text)
        G = CDbl(TextA5.Text)
        F = CDbl(TextA6.Text)
        TextA7.Text = A - (G / 2)            'การคำนวณ โดน ใช้ สมการทั่วไป แทนตัวแปร ที่จะรับ
ค่ามาทาง text Box
        TextA8.Text = B - ((C * 0.01) * (G / 2))
        TextA9.Text = G + (A - (G / 2))
        TextA10.Text = B - ((D * -0.01) * (G / 2))
        TextA11.Text = G / 2
        TextA12.Text = (C * G) / (C - D)
        TextBox1.Text = (A - (G / 2)) + ((C * G) / (C - D))
```

```
    TextBox2.Text = ((B - ((C * 0.01) * (G / 2)))) + ((C / 100) * (C * G) / (C - D)) + ((((D - C) /
100) * (((C * G) / (C - D)) ^ 2)) / (2 * G))
  End Sub

  Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button2.Click
    Dim s As Single              ' การกำหนดตัวแปร เพื่อทำการ หาค่า และ เคลียร์ ข้อมูล ในปุ่ม
เคลียร์ข้อมูล
    Dim ss As Single
    Dim sss As Single
    Dim ssss As Single
    Dim sssss As Single
    Dim ssssss As Single
    s = TextA1.Text
    ss = TextA2.Text
    sss = TextA3.Text
    ssss = TextA4.Text
    sssss = TextA5.Text
    ssssss = TextA6.Text
    If s + ss + sss + ssss + sssss >= 0 Then
      TextA1.Clear()
      TextA2.Clear()
      TextA3.Clear()
      TextA4.Clear()
      TextA5.Clear()
      TextA6.Clear()
      TextA7.Clear()
      TextA8.Clear()
      TextA9.Clear()
      TextA10.Clear()
      TextA11.Clear()
      TextA12.Clear()
```

```
            TextBox1.Clear()
            TextBox2.Clear()
        Else
            TextA1.Clear()
            TextA2.Clear()
            TextA3.Clear()
            TextA4.Clear()
            TextA5.Clear()
            TextA6.Clear()
            TextA7.Clear()
            TextA8.Clear()
            TextA9.Clear()
            TextA10.Clear()
            TextA11.Clear()
            TextA12.Clear()
            TextBox1.Clear()
            TextBox2.Clear()
        End If
    End Sub


    Private Sub SaveFileDialog1_FileOk(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.ComponentModel.CancelEventArgs)
        Dim dig As New SaveFileDialog()
        dig.Title = "บันทึก"
        dig.DefaultExt = "*.txt"
        dig.Filter = " Texr Documents(*.txt)/*.txt/All Files/*.*"
    End Sub


End Class
Public Class Form4
```

```
    Public h1 As String  ' การประกาศตัวแปร ที่สามารถใช้ได้ทุก Form ใน Project
    Public h2 As String
    Public h3 As String
    Public h4 As String
    Public h5 As String
    Public h6 As String
    Public h7 As String
    Public h8 As String
    Public h9 As String
    Public h10 As String
    Public h11 As String
    Public h12 As String
    Public h13 As String
    Public h14 As String
    Public intd3 As Single
    Public intd4 As Single

    Private Sub Form3_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load

        BB1.Text = Form2.a          ' การรับค่าจาก ฟอร์ม ที่ 2 สู่ ฟอร์ม ที่3 เพื่อ แสดงในหัวของ
ฟอร์ม ที่3
        BB2.Text = Form2.aa         ' เป็นการแสดงว่า เจ้าของโปรแจกเป็นใคร อย่างไร

        d1.Text = Form3.h1          ' การรับการประมวลผล จากฟอร์ม ที่ 3 เพื่อนำมาแสดงผล บน
ฟอร์ม 4
        d2.Text = Form3.h2
        d3.Text = Form3.h3
        d4.Text = Form3.h4
        d5.Text = Form3.h5
        d6.Text = Form3.h6
        d7.Text = Form3.h7
```

```
        d8.Text = Form3.h8
        d9.Text = Form3.h9
        d10.Text = Form3.h10
        d11.Text = Form3.h11
        d12.Text = Form3.h12
        d13.Text = Form3.h13
        d14.Text = Form3.h14
    End Sub

    Private Sub Bot1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Bot1.Click

        Dim intd3 As Integer   ' กำหนดตัวแปร 2ค่าเพื่อให้สามารถ กำหนด if และ else เพื่อ ให้
สามารถ แสดงค่า
        ' ในฟอร์มถัดไปได้
        Dim intd4 As Integer
        intd3 = CInt(d3.Text)
        intd4 = CInt(d4.Text)

        If intd3 > 0 And intd4 < 0 Then ' กรณี เส้นโค้ง ดิ่ง อันแรก
            Me.h1 = "" & d7.Text
            Me.h2 = "" & d13.Text
            Me.h3 = "" & d9.Text
            Me.h4 = "" & d13.Text
            Me.h5 = "" & d5.Text
            Me.h6 = "" & d6.Text
            Me.h7 = "" & d8.Text
            Me.h8 = "" & d14.Text
            Me.h9 = "" & d10.Text
            Me.h10 = "" & d5.Text
            Me.h11 = "" & d5.Text
            Me.h12 = "" & d12.Text
```

```
        Form5.Show()
        Me.Hide()

    ElseIf intd3 < 0 And intd4 > 0 Then ' กรณี เส้นโค้ง ดิ่ง อันที่ 2
        Me.h1 = "" & d1.Text
        Me.h2 = "" & d2.Text
        Me.h3 = "" & d3.Text
        Me.h4 = "" & d4.Text
        Me.h5 = "" & d5.Text
        Me.h6 = "" & d6.Text
        Me.h7 = "" & d7.Text
        Me.h8 = "" & d8.Text
        Me.h9 = "" & d9.Text
        Me.h10 = "" & d10.Text
        Me.h11 = "" & d11.Text
        Me.h12 = "" & d12.Text
        Form6.Show()
        Me.Hide()
    ElseIf intd3 > 0 And intd4 > 0 Then  ' กรณี เส้นโค้ง ดิ่ง อันที่ 3
        Me.h1 = "" & d1.Text
        Me.h2 = "" & d2.Text
        Me.h3 = "" & d3.Text
        Me.h4 = "" & d4.Text
        Me.h5 = "" & d5.Text
        Me.h6 = "" & d6.Text
        Me.h7 = "" & d7.Text
        Me.h8 = "" & d8.Text
        Me.h9 = "" & d9.Text
        Me.h10 = "" & d10.Text
        Me.h11 = "" & d11.Text
        Me.h12 = "" & d12.Text
        Form7.Show()
```

```
            Me.Hide()
        ElseIf intd3 < 0 And intd4 < 0 Then   ' กรณี เส้นโค้ง ดิ่ง อันที่ 4

            Me.h1 = "" & d1.Text
            Me.h2 = "" & d2.Text
            Me.h3 = "" & d3.Text
            Me.h4 = "" & d4.Text
            Me.h5 = "" & d5.Text
            Me.h6 = "" & d6.Text              ' ในเงื่อนไข ต่างๆ
            Me.h7 = "" & d7.Text
            Me.h8 = "" & d8.Text
            Me.h9 = "" & d9.Text
            Me.h10 = "" & d10.Text
            Me.h11 = "" & d11.Text
            Me.h12 = "" & d12.Text
            Form8.Show()
            Me.Hide()
        End If

    End Sub

End Class
Public Class Form5
    Public h1 As String
    Public h2 As String
    Public h3 As String
    Public h4 As String
    Public h5 As String
    Public h6 As String
    Public h7 As String
    Public h8 As String
    Public h9 As String
```

```
    Public h10 As String
    Public h11 As String
    Public h12 As String

    Private Sub Form3_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load
        t1.Text = Form3.h7
        t2.Text = Form3.h1
        t3.Text = Form3.h9
        t4.Text = Form3.h13
        t5.Text = Form3.h3
        t6.Text = Form3.h4
        t7.Text = Form3.h8
        t8.Text = Form3.h14
        t9.Text = Form3.h10
        t10.Text = Form3.h11
        t11.Text = Form3.h5
        t12.Text = Form3.h7
        t13.Text = Form3.h1
        t14.Text = Form3.h9
        t15.Text = Form3.h3
        t16.Text = Form3.h4
        t17.Text = Form3.h14
        t18.Text = Form3.h5

    End Sub

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
        Form3.Show()
        Me.Hide()
    End Sub
```

```
Private Sub Bot3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Bot3.Click
    Dim l1 As Single
    Dim l2 As Single
    Dim l3 As Single
    Dim l4 As Single
    Dim l5 As Single
    Dim l6 As Single
    Dim l7 As Single
    Dim l8 As Single
    Dim l9 As Single
    Dim l10 As Single
    Dim l11 As Single
    Dim l12 As Single
    Dim l13 As Single
    Dim l14 As Single
    Dim l15 As Single
    Dim l16 As Single
    Dim l17 As Single
    Dim l18 As Single
    l1 = t1.Text
    l2 = t2.Text
    l3 = t3.Text
    l4 = t4.Text
    l5 = t5.Text
    l6 = t6.Text
    l7 = t7.Text
    l8 = t8.Text
    l9 = t9.Text
    l10 = t10.Text
    l11 = t11.Text
```

```
l12 = t12.Text
l13 = t13.Text
l14 = t14.Text
l15 = t15.Text
l16 = t16.Text
l17 = t17.Text
l18 = t18.Text
If l1 + l2 + l3 + l4 >= 0 Then
   t1.Clear()
   t2.Clear()
   t3.Clear()
   t4.Clear()
   t5.Clear()
   t6.Clear()
   t7.Clear()
   t8.Clear()
   t9.Clear()
   t10.Clear()
   t11.Clear()
   t12.Clear()
   t13.Clear()
   t14.Clear()
   t15.Clear()
   t16.Clear()
   t17.Clear()
   t18.Clear()

Else
   t1.Clear()
   t2.Clear()
   t3.Clear()
   t4.Clear()
```

```
        t5.Clear()
        t6.Clear()
        t7.Clear()
        t8.Clear()
        t9.Clear()
        t10.Clear()
        t11.Clear()
        t12.Clear()
        t13.Clear()
        t14.Clear()
        t15.Clear()
        t16.Clear()
        t17.Clear()
        t18.Clear()

    End If

    t1.Text = Form3.h7
    t2.Text = Form3.h1
    t3.Text = Form3.h9
    t4.Text = Form3.h13
    t5.Text = Form3.h3
    t6.Text = Form3.h4
    t7.Text = Form3.h8
    t8.Text = Form3.h14
    t9.Text = Form3.h10
    t10.Text = Form3.h11
    t11.Text = Form3.h5
    t12.Text = Form3.h7
    t13.Text = Form3.h1
    t14.Text = Form3.h9
    t15.Text = Form3.h3
```

```
        t16.Text = Form3.h4
        t17.Text = Form3.h14
        t18.Text = Form3.h5
    End Sub
    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button2.Click
        Form9.Show()
        Me.Hide()
    End Sub
End Class
Public Class Form6
    Public h1 As String
    Public h2 As String
    Public h3 As String
    Public h4 As String
    Public h5 As String
    Public h6 As String
    Public h7 As String
    Public h8 As String
    Public h9 As String
    Public h10 As String
    Public h11 As String
    Public h12 As String

    Private Sub Form3_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load
        s1.Text = Form3.h7
        s2.Text = Form3.h1
        s3.Text = Form3.h9
        s4.Text = Form3.h13
        s5.Text = Form3.h3
        s6.Text = Form3.h4
```

```
        s7.Text = Form3.h8
        s8.Text = Form3.h14
        s9.Text = Form3.h10
        s10.Text = Form3.h11
        s11.Text = Form3.h5
        s12.Text = Form3.h7
        s13.Text = Form3.h1
        s14.Text = Form3.h9
        s15.Text = Form3.h3
        s16.Text = Form3.h4
        s17.Text = Form3.h14
        s18.Text = Form3.h5
    End Sub

    Private Sub Bot3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Bot3.Click
        Dim e1 As Single
        Dim e2 As Single
        Dim e3 As Single
        Dim e4 As Single
        Dim e5 As Single
        Dim e6 As Single
        Dim e7 As Single
        Dim e8 As Single
        Dim e9 As Single
        Dim e10 As Single
        Dim e11 As Single
        Dim e12 As Single
        Dim e13 As Single
        Dim e14 As Single
        Dim e15 As Single
        Dim e16 As Single
```

```
Dim e17 As Single
Dim e18 As Single
e1 = s1.Text
e2 = s2.Text
e3 = s3.Text
e4 = s4.Text
e5 = s5.Text
e6 = s6.Text
e7 = s7.Text
e8 = s8.Text
e9 = s9.Text
e10 = s10.Text
e11 = s11.Text
e12 = s12.Text
e13 = s13.Text
e14 = s14.Text
e15 = s15.Text
e16 = s16.Text
e17 = s17.Text
e18 = s18.Text
If e1 + e2 + e3 + e4 >= 0 Then
  s1.Clear()
  s2.Clear()
  s3.Clear()
  s4.Clear()
  s5.Clear()
  s6.Clear()
  s7.Clear()
  s8.Clear()
  s9.Clear()
  s10.Clear()
  s11.Clear()
```

```
        s12.Clear()
        s13.Clear()
        s14.Clear()
        s15.Clear()
        s16.Clear()
        s17.Clear()
        s18.Clear()

    Else
        s1.Clear()
        s2.Clear()
        s3.Clear()
        s4.Clear()
        s5.Clear()
        s6.Clear()
        s7.Clear()
        s8.Clear()
        s9.Clear()
        s10.Clear()
        s11.Clear()
        s12.Clear()
        s13.Clear()
        s14.Clear()
        s15.Clear()
        s16.Clear()
        s17.Clear()
        s18.Clear()

    End If

    s1.Text = Form3.h7
    s2.Text = Form3.h1
```

```
        s3.Text = Form3.h9
        s4.Text = Form3.h13
        s5.Text = Form3.h3
        s6.Text = Form3.h4
        s7.Text = Form3.h8
        s8.Text = Form3.h14
        s9.Text = Form3.h10
        s10.Text = Form3.h11
        s11.Text = Form3.h5
        s12.Text = Form3.h7
        s13.Text = Form3.h1
        s14.Text = Form3.h9
        s15.Text = Form3.h3
        s16.Text = Form3.h4
        s17.Text = Form3.h14
        s18.Text = Form3.h5

    End Sub

    Private Sub Button1_Click_1(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
        Form3.Show()
        Me.Hide()
    End Sub

    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button2.Click
        Form9.Show()
        Me.Hide()
    End Sub
End Class
Public Class Form7
```

```
Public h1 As String
Public h2 As String
Public h3 As String
Public h4 As String
Public h5 As String
Public h6 As String
Public h7 As String
Public h8 As String
Public h9 As String
Public h10 As String
Public h11 As String
Public h12 As String

Private Sub Form3_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load

    p1.Text = Form3.h7
    p2.Text = Form3.h1
    p3.Text = Form3.h9
    p4.Text = Form3.h13
    p5.Text = Form3.h3
    p6.Text = Form3.h4
    p7.Text = Form3.h8
    p8.Text = Form3.h14
    p9.Text = Form3.h10
    p10.Text = Form3.h11
    p11.Text = Form3.h5
    p12.Text = Form3.h7
    p13.Text = Form3.h1
    p14.Text = Form3.h9
    p15.Text = Form3.h3
```

```
        p16.Text = Form3.h4
        p17.Text = Form3.h14
        p18.Text = Form3.h5
    End Sub
    Private Sub Bot3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Bot3.Click
        Dim e1 As Single
        Dim e2 As Single
        Dim e3 As Single
        Dim e4 As Single
        Dim e5 As Single
        Dim e6 As Single
        Dim e7 As Single
        Dim e8 As Single
        Dim e9 As Single
        Dim e10 As Single
        Dim e11 As Single
        Dim e12 As Single
        Dim e13 As Single
        Dim e14 As Single
        Dim e15 As Single
        Dim e16 As Single
        Dim e17 As Single
        Dim e18 As Single
        e1 = p1.Text
        e2 = p2.Text
        e3 = p3.Text
        e4 = p4.Text
        e5 = p5.Text
        e6 = p6.Text
        e7 = p7.Text
        e8 = p8.Text
```

```
e9 = p9.Text
e10 = p10.Text
e11 = p11.Text
e12 = p12.Text
e13 = p13.Text
e14 = p14.Text
e15 = p15.Text
e16 = p16.Text
e17 = p17.Text
e18 = p18.Text
If e1 + e2 + e3 + e4 >= 0 Then
   p1.Clear()
   p2.Clear()
   p3.Clear()
   p4.Clear()
   p5.Clear()
   p6.Clear()
   p7.Clear()
   p8.Clear()
   p9.Clear()
   p10.Clear()
   p11.Clear()
   p12.Clear()
   p13.Clear()
   p14.Clear()
   p15.Clear()
   p16.Clear()
   p17.Clear()
   p18.Clear()

Else
   p1.Clear()
```

```
        p2.Clear()
        p3.Clear()
        p4.Clear()
        p5.Clear()
        p6.Clear()
        p7.Clear()
        p8.Clear()
        p9.Clear()
        p10.Clear()
        p11.Clear()
        p12.Clear()
        p13.Clear()
        p14.Clear()
        p15.Clear()
        p16.Clear()
        p17.Clear()
        p18.Clear()

    End If

    p1.Text = Form3.h7
    p2.Text = Form3.h1
    p3.Text = Form3.h9
    p4.Text = Form3.h13
    p5.Text = Form3.h3
    p6.Text = Form3.h4
    p7.Text = Form3.h8
    p8.Text = Form3.h14
    p9.Text = Form3.h10
    p10.Text = Form3.h11
    p11.Text = Form3.h5
    p12.Text = Form3.h7
```

```
        p13.Text = Form3.h1
        p14.Text = Form3.h9
        p15.Text = Form3.h3
        p16.Text = Form3.h4
        p17.Text = Form3.h14
        p18.Text = Form3.h5
    End Sub

    Private Sub Button1_Click_1(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
        Form3.Show()
        Me.Hide()
    End Sub

    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button2.Click
        Form9.Show()
        Me.Hide()
    End Sub
End Class
Public Class Form8
    Public h1 As String
    Public h2 As String
    Public h3 As String
    Public h4 As String
    Public h5 As String
    Public h6 As String
    Public h7 As String
    Public h8 As String
    Public h9 As String
    Public h10 As String
    Public h11 As String
```

```
    Public h12 As String


    Private Sub Form3_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load
        z1.Text = Form3.h7
        z2.Text = Form3.h1
        z3.Text = Form3.h9
        z4.Text = Form3.h13
        z5.Text = Form3.h3
        z6.Text = Form3.h4
        z7.Text = Form3.h8
        z8.Text = Form3.h14
        z9.Text = Form3.h10
        z10.Text = Form3.h11
        z11.Text = Form3.h5
        z12.Text = Form3.h7
        z13.Text = Form3.h1
        z14.Text = Form3.h9
        z15.Text = Form3.h3
        z16.Text = Form3.h4
        z17.Text = Form3.h14
        z18.Text = Form3.h5

    End Sub

    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button2.Click
        Form3.Show()
        Me.Hide()

    End Sub
```

```
Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button3.Click
    Dim e1 As Single
    Dim e2 As Single
    Dim e3 As Single
    Dim e4 As Single
    Dim e5 As Single
    Dim e6 As Single
    Dim e7 As Single
    Dim e8 As Single
    Dim e9 As Single
    Dim e10 As Single
    Dim e11 As Single
    Dim e12 As Single
    Dim e13 As Single
    Dim e14 As Single
    Dim e15 As Single
    Dim e16 As Single
    Dim e17 As Single
    Dim e18 As Single
    e1 = z1.Text
    e2 = z2.Text
    e3 = z3.Text
    e4 = z4.Text
    e5 = z5.Text
    e6 = z6.Text
    e7 = z7.Text
    e8 = z8.Text
    e9 = z9.Text
    e10 = z10.Text
    e11 = z11.Text
```

```
e12 = z12.Text
e13 = z13.Text
e14 = z14.Text
e15 = z15.Text
e16 = z16.Text
e17 = z17.Text
e18 = z18.Text
If e1 + e2 + e3 + e4 >= 0 Then
  z1.Clear()
  z2.Clear()
  z3.Clear()
  z4.Clear()
  z5.Clear()
  z6.Clear()
  z7.Clear()
  z8.Clear()
  z9.Clear()
  z10.Clear()
  z11.Clear()
  z12.Clear()
  z13.Clear()
  z14.Clear()
  z15.Clear()
  z16.Clear()
  z17.Clear()
  z18.Clear()

Else
  z1.Clear()
  z2.Clear()
  z3.Clear()
  z4.Clear()
```

```
        z5.Clear()
        z6.Clear()
        z7.Clear()
        z8.Clear()
        z9.Clear()
        z10.Clear()
        z11.Clear()
        z12.Clear()
        z13.Clear()
        z14.Clear()
        z15.Clear()
        z16.Clear()
        z17.Clear()
        z18.Clear()

    End If

    z1.Text = Form3.h7
    z2.Text = Form3.h1
    z3.Text = Form3.h9
    z4.Text = Form3.h13
    z5.Text = Form3.h3
    z6.Text = Form3.h4
    z7.Text = Form3.h8
    z8.Text = Form3.h14
    z9.Text = Form3.h10
    z10.Text = Form3.h11
    z11.Text = Form3.h5
    z12.Text = Form3.h7
    z13.Text = Form3.h1
    z14.Text = Form3.h9
    z15.Text = Form3.h3
```

```
        z16.Text = Form3.h4
        z17.Text = Form3.h14
        z18.Text = Form3.h5
    End Sub

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
        Form9.Show()
        Me.Hide()
    End Sub
End Class
Public Class Form9
    Public h1 As String ' การประกาศตัวแปร ที่สามารถใช้ได้ทุก Form ใน Project
    Public h2 As String
    Public h3 As String
    Public h4 As String
    Public h5 As String
    Public h6 As String
    Public h7 As String
    Public h8 As String
    Public h9 As String
    Public h10 As String
    Public h11 As String
    Public h12 As String
    Public h13 As String
    Public h14 As String
    Public h19 As String
    Public intd3 As Single
    Public intd4 As Single
    Public p1 As String ' การประกาศตัวแปร ที่สามารถใช้ได้ทุก Form ใน Project
    Public p2 As String
    Public p3 As String
```

```
    Public p4 As String
    Public p5 As String
    Public p6 As String
    Public p7 As String
    Public p8 As String

    Private Sub Form3_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load

        tb1.Text = Form3.h15 + "   " + Form2.a + "   " + "   " + Form3.h16 + "   " + Form2.aa
        tb2.Text = "  PI Sta   " + "   " + Form3.h7 + "   " + "   ft/m. " + "   PI Elev   " + "   " + "   " +
Form3.h8 + "   " + "    m.   "
        tb3.Text = "  G1   " + "   " + Form3.h3 + "   " + " %" + "  G2   " + "   " + Form3.h4 + "   " + "
% "
        tb4.Text = "  PC Sta" + "   " + Form3.h7 + "   " + "   ft/m   " + "   " + "  PC Elev" + "   " +
Form3.h8 + "   " + " ft/m   "
        tb5.Text = "  PT Sta   " + "   " + Form3.h9 + "   " + "   ft/m. " + "   PT Elev   " + "   " +
Form3.h10 + "   " + "    ft/m."
        tb6.Text = "  Sta High/Low Point   " + Form3.h13 + "   ft/m. " + "   Elev high/Low   " +
Form3.h14 + "   ft/m."
        tb7.Text = "  L " + "   " + Form3.h5 + "   " + " m. " + "   L/2" + "   " + Form3.h11 + "   " + "
m."
        tb8.Text = "  X " + "   " + Form3.h6 + "   " + " m. " + "   Xm" + "   " + Form3.h12 + "   " + "
m."
        tb9.Text =
"*********************************************************************************
**************"

    End Sub

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
```

```
    Const mfileName As String = "C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\รายการ
ออกแบบ.txt"
        Dim file As System.IO.StreamWriter    ' กำหนดไฟล์ ข้อมูล ที่เราต้องการเซฟ ข้อมูล
        file = My.Computer.FileSystem. _
        OpenTextFileWriter(mfileName, True)
        file.WriteLine(tb1.Text)      ' การเซฟข้อมูลแต่ละบรรทัด
        file.WriteLine(tb2.Text)
        file.WriteLine(tb3.Text)
        file.WriteLine(tb4.Text)
        file.WriteLine(tb5.Text)
        file.WriteLine(tb6.Text)
        file.WriteLine(tb7.Text)
        file.WriteLine(tb8.Text)
        file.WriteLine(tb9.Text)
        file.Close()

    End Sub

    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button2.Click
        Dim pd As New Printing.PrintDocument()
        PrintDialog1.Document = pd
        If PrintDialog1.ShowDialog() = Windows.Forms.DialogResult.OK Then
            tb1.Text = PrintDialog1.PrinterSettings.ToString
            tb2.Text = PrintDialog1.PrinterSettings.ToString
            tb3.Text = PrintDialog1.PrinterSettings.ToString
            tb4.Text = PrintDialog1.PrinterSettings.ToString
            tb5.Text = PrintDialog1.PrinterSettings.ToString
            tb6.Text = PrintDialog1.PrinterSettings.ToString
            tb7.Text = PrintDialog1.PrinterSettings.ToString
            tb8.Text = PrintDialog1.PrinterSettings.ToString
            tb9.Text = PrintDialog1.PrinterSettings.ToString
```

มหาวิทยาลัยนเรศวร

```
    End If
  End Sub

  Private Sub PrintDocument1_PrintPage(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.Drawing.Printing.PrintPageEventArgs) Handles PrintDocument1.PrintPage
    Dim lineHeight As Single
    Dim ypos As Single
    Dim leftMargin As Single = e.MarginBounds.Left 'สร้างตัวแปร เพื่อกำหนะรูปแบบในการ
พิมพ์ ได้แก่
    Dim printFont As Font              'ความสูงของตัวอักษร  ตำแหน่ง ที่ใช้พิมพ์
ด้านซ้ายของหน้ากระดาษ
    Dim currentline As Integer = 0  ' บรรทัดต่างๆ และลำดับที่ของแต่ละบรรทัด ตามตำแหน่ง
    Dim str As String
    Dim x() As String   ' แบ่งข้อความใน RichTextbox ออกเป็นบรรทัด แล้วเก็บลง Arrey "x"
    str = tb1.Text
    x = str.Split(vbCrLf)
    printFont = New Font(" Cordia New ", 18)    ' กำหนด ตัวอักษร ที่ใช้พิมพ์
    lineHeight = printFont.GetHeight(e.Graphics) ' กำหนดความสูง ของตัวอักษร
    ypos = e.MarginBounds.Top          ' เริ่ม ต้นตำแหน่ง ที่พิมพ์
    Do
      ypos += lineHeight     ' เริ่มตำแหน่งที่ใช้พิมพ์ โดย หัวกระดาษ
      e.Graphics.DrawString(x(currentline), printFont, Brushes.Black, leftMargin, ypos, New
StringFormat())
      currentline += 1  ' พิมพ์เลื่อนไปยังตำแหน่งต่างๆ ของ arrey
    Loop Until ypos >= e.MarginBounds.Bottom Or currentline = UBound(x) + 1
    If currentline < UBound(x) + 1 Then ' ตรวจสอบว่า หากยังพิมพ์กระดาษหมดแล้ว แล้วข้อ
มูลยังไม่หมด
      e.HasMorePages = True       ' ก็จะมีการกำหนด ว่า ยังมีหน้าที่ไม่ได้พิมพ์
    Else
      e.HasMorePages = False
    End If
```

```
        PrintPreviewDialog1.Document = PrintDocument1
        If PrintPreviewDialog1.ShowDialog() = Windows.Forms.DialogResult.OK Then
            PrintDocument1.Print()
        End If                  ' การกำหนดเอกสร ที่ต้องการพิมพ์ ตรวจสอบการคลิกปุ่มปริ้น ด้วย
dialog Result .OK " เพื่อ ให้ Method ."Print " ของ printDoccument1 เรียก Event "PrintPage "
ขึ้นมาทำงาน
    End Sub

    Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button3.Click
        Me.Close()
    End Sub

    Private Sub Button4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button4.Click
        Form2.ShowDialog()
        Me.Hide()

    End Sub

    Private Sub Bot3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Bot3.Click
        Dim l1 As Single
        Dim l2 As Single
        Dim l3 As Single
        Dim l4 As Single
        Dim l5 As Single
        Dim l6 As Single
        Dim l7 As Single
        Dim l8 As Single

        If l1 + l2 + l3 + l4 + l5 + l6 + l7 + l8 Then
```

```
        tb1.Clear()
        tb2.Clear()
        tb3.Clear()
        tb4.Clear()
        tb5.Clear()
        tb6.Clear()
        tb7.Clear()
        tb8.Clear()

    Else
        tb1.Clear()
        tb2.Clear()
        tb3.Clear()
        tb4.Clear()
        tb5.Clear()
        tb6.Clear()
        tb7.Clear()
        tb8.Clear()

    End If

    tb1.Text = Form3.h15 + "  " + Form2.a + "  " + "  " + Form3.h16 + "  " + Form2.aa
    tb2.Text = "  PI Sta  " + "  " + Form3.h7 + "  " + "  ft/m. " + "  PI Elev  " + "  " + "  " +
Form3.h8 + "  " + "  m.  "
    tb3.Text = "  G1  " + "  " + Form3.h3 + "  " + " %" + "  G2  " + "  " + Form3.h4 + "  " + "
% "
    tb4.Text = "  PC Sta" + "  " + Form3.h7 + "  " + "  ft/m  " + "  " + "  PC Elev" + "  " +
Form3.h8 + "  " + " ft/m  "
    tb5.Text = "  PT Sta  " + "  " + Form3.h9 + "  " + "  ft/m. " + "  PT Elev  " + "  " +
Form3.h10 + "  " + "  ft/m."
    tb6.Text = "  Sta High/Low Point  " + Form3.h13 + "  ft/m. " + "  Elev high/Low  " +
Form3.h14 + "  ft/m."
```

```
        tb7.Text = "  L " + "   " + Form3.h5 + "   " + " m. " + "  L/2" + "   " + Form3.h11 + "   " + "
m."
        tb8.Text = "  X " + "   " + Form3.h6 + "   " + " m. " + "  Xm" + "   " + Form3.h12 + "   " + "
m."
        tb9.Text =
"*********************************************************************************
*************"


    End Sub
End Class
```

# ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายจีระพันธ์ นนทะกา
ภูมิลำเนา 93 หมู่9 ต.แม่นาเรือ อ.เมือง จ.พะเยา
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนฟากกว๊านวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: jom_jee@hotmail.com

ชื่อ นางสาวจุฬาลักษณ์ พริบไหว
ภูมิลำเนา 146 หมู่ 5 ต.ทุ่งโฮ้ง อ.เมือง จ.แพร่
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิริยาลัยจังหวัดแพร่
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: fang_gg_jl@hotmail.com

ชื่อ นางสาวสุวรรณา ปัญญาวงศ์
ภูมิลำเนา 300/4 หมู่2 ต.ตาลเดี่ยว อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนดิ้ววิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: entaneer_ce@hotmail.com