



รายงานฉบับที่ วว. 11 กองวิเคราะห์และวิจัย

REPORT NO. MR 11

MATERIALS & RESEARCH DIVISION

แนวทางในการกำหนดค่าบำรุงปกติ

โดย

ดร. วิษณุ ภูพัฒน์

กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

DEPARTMENT OF HIGHWAYS , MINISTRY OF COMMUNICATIONS ,
BANGKOK 4 , THAILAND

สหกรณ์ในต่างประเทศกับต่างประเทศ

โดย

วิชาญ ภู่อัน วศ.บ., M.S., PH.D. (M.S.U.)

รายงานฉบับที่ ๖๖

กองวิเคราะห์และวิจัย

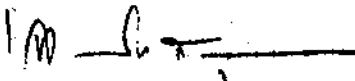
กรมทางหลวง

กันยายน ๒๕๖๖

คำนำ

การก่อสร้างถนนบนดินอ่อน เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในประเทศไทย ทั้งนี้ เพราะบริเวณภาคกลางของประเทศซึ่งเป็นย่านชุมชน เป็นบริเวณที่มีดินเค็มเป็นชั้นดินตะกอนที่เกิดขึ้นและยังอ่อนตัวอยู่มาก ปัญหาของงานก่อสร้างถนนบนดินอ่อน คือ ความเสียหายเนื่องจากการพังทลาย, การทรุดตัว, การทรุดตัวไม่เท่ากัน, การสูญเสียกำลังของถนนในอัตราที่รวดเร็ว และอื่น ๆ เหล่านี้ ทำให้อัตราค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง และซ่อมบำรุงสูงขึ้นมาก และจะสูงมากยิ่งขึ้นถ้าไม่ได้รับการสำรวจออกแบบก่อสร้าง และการซ่อมบำรุงใหญ่ลดหลักการคือ

กรมทางหลวงได้เห็นถึงความสำคัญของปัญหาทางด้านนี้ จึงได้สนับสนุนให้มีการค้นคว้าวิจัย อันจะเป็นผลให้สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้โดยที่ต่อไป.


(นายเจดีย์ วัชรพงศ์)
อธิบดี กรมทางหลวง

แนวทางในการกำหนดความน่าเชื่อถือ

(งานเก็บตัวเลข, วิเคราะห์และวิจัยสำหรับงานน่าเชื่อถือ)

โดยคณะ Working Group	หัวหน้า	นพรัตน์
	ลิขิต	ชาวเขี้ยว
	บุญธนา	ประคัมพวง
	อินทิรา	นพเจริญ
	วไล	ภูววรรณ
	เบญจา	ศิริवार
	วิชาญ	ภูพัฒน์ ผู้เขียน

บทความนี้เขียนถึงแนวทางในการวิเคราะห์และวิจัยในเชิงสถิติและคณิตศาสตร์ โดยทำต่อเนื่องจาก "แนวทางในการกำหนดความน่าเชื่อถือ" * (เอกสารวิชาการของกองบำรุง) ความมุ่งหมายและจุดประสงค์ใหญ่ ๆ ที่ระบุไว้ในเอกสารวิชาการเล่มนี้เรียบร้อยแล้ว เนื่องจากค่าตัวเลขต่าง ๆ ที่กำลังไขว่คว้าเป็นตัวเลขที่ยังไม่มีหลักฐานที่แน่นอนว่าเหมาะสมกับสภาพในปัจจุบันของทางหลวงในประเทศไทย จึงจำเป็นที่จะต้องมีการวิเคราะห์และวิจัยในเชิงสถิติและคณิตศาสตร์ โดยการรวบรวมค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริง ๆ ตาม Control Section ต่าง ๆ ทั่วประเทศ ภายในช่วงเวลาที่กำหนดเพื่อจะนำมาหาตัวเลขที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดความน่าเชื่อถือต่อไปในอนาคต ค่าตัวเลขที่ได้นี้เหมาะสมที่จะนำมาใช้เฉพาะช่วงเวลาหนึ่งในอนาคตแล้วควรมีการปรับปรุงตัวเลขใหม่โดยอาศัยสถิติความน่าเชื่อถือที่ได้เคยผ่านมาแล้ว การวิเคราะห์และวิจัยตัวเลขนี้จึงต้องกระทำเรื่อย ๆ ไป ในช่วงเวลาที่เหมาะสม

* เอกสารวิชาการหมายเลข ๐๐๒ กองบำรุง เขียนโดย นายมนัส กอวนิช

จุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์และวิจัย

เนื่องจากวิธีการในการดำเนินการเพื่อหาแนวทางในการกำหนดค่าบำรุงปกติที่ค่อนข้างจะกว้าง จึงขอระบุเกี่ยวกับงานทางด้านวิเคราะห์และวิจัย (นอกเหนือไปจากการเก็บตัวเลข) เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางในการบำรุงคงต่อไปนี้ คือ

๑. วิเคราะห์ตัวเลขเพื่อหาปริมาณและแนวโน้มของงานบำรุงทางแต่ละงาน
๒. วิจัยหาความสำคัญของงานบำรุงแต่ละงานและหาค่าใช้จ่ายมาตรฐาน
๓. วิจัยเพื่อหาวิธีบำรุงทางที่ให้อายุการใช้งานต่ำสุด ทั้งยังสามารถกำหนดความสามารถ, การใช้งานของสวนประกอบต่าง ๆ ของตัวถนนได้อีกด้วย

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรที่มีผลทำให้ค่าบำรุงเปลี่ยนแปลงไปที่ไรในงานวิเคราะห์และวิจัยมีอยู่ ๒ ประเภท คือ ตัวแปรไม่อิสระ (F) และตัวแปรอิสระ (x_1) (ในที่นี้จะยกตัวอย่างเฉพาะผิวทางประเภท asphalt surface)

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ -

๑. ลักษณะผิวทาง, x_1
๒. ลักษณะดินคันทาง, x_2
๓. ปริมาณจราจร, x_3
๔. อายุบริการ, x_4
๕. ความกว้างผิวทาง, x_5
๖. ความกว้างเขตทาง, x_6
๗. ความกว้างไหล่ทาง, x_7
๘. ปริมาณงานจราจรส่งเคราะห์, x_8
๙. ปริมาณงานระบายน้ำ, x_9
๑๐. ปริมาณงานสะพาน, x_{10}

การวิเคราะห์และวิจัย

เมื่อได้ตัวเลขค่าใช้จ่ายในการบำรุงทางจาก Control Section ที่กำหนด
ต่าง ๆ แล้ว การวิเคราะห์และวิจัยก็ดำเนินการ เป็นลำดับตามจุดมุ่งหมายดังนี้.-

๑. วิเคราะห์ตัวเลขเพื่อหาปริมาณงานและแนวโน้มของงานบำรุงทางแต่ละงาน
กระทำโดยรวมค่าใช้จ่ายแต่ละเดือนของแต่ละงานตามที่กำหนดไว้ใน "บันทึกการ
ปฏิบัติงานและผลงานบำรุงทาง" กองบำรุง ในค่าใช้จ่ายแต่ละงานนี้จะแยกออกเป็นค่า วัสดุ,
ค่าแรงงาน, ค่าเครื่องมือ, ค่าบริหาร จากนั้นก็หา percent ของค่าใช้จ่าย หา mean,
standard deviation, increasing rate ของแต่ละงานในรอบปี จากนั้นก็คาดคะเนผล
ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต, การวิเคราะห์ตัวเลขนี้จะ เป็นแนวทางตรวจสอบการใช้จ่ายเงินของแต่ละ
control section ว่าเป็นไปอย่างสมเหตุผลหรือไม่ เพื่อเป็นการคัดเลือกข้อมูลที่จะนำไปใช้
วิจัยต่อไป

๒. วิจัยหาความสำคัญของงานบำรุงแต่ละงานและค่าใช้จ่ายมาตรฐาน
วิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการบำรุงทั้งหมดกับค่าใช้จ่ายของแต่ละงาน

โดยทรง

วิธีนี้สมมุติความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการบำรุงทั้งหมด, F มีความสัมพันธ์
กับค่าใช้จ่ายของแต่ละงาน, x_1 ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ (mathematical model)

รูปต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น

$$F = K + \sum_{i=1}^m A_i x_i \dots\dots\dots (๑)$$

K = ค่าคงที่ใด ๆ , m = จำนวนตัวแปรหลัก

เมื่อ A_1 = ค่าคงที่ (เป็นตัวบ่งถึงความสัมพันธ์ระหว่าง F และ x_1)

เป็น Linear equation, หรือจะอยู่ในรูปของ nonlinear equation

$$\text{คือ } F = K + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n A_{ij} x_i^j \dots\dots\dots (๒)$$

n = ค่าใด ๆ ที่เป็นตัวยกกำลังของ x_1

เมื่อสมมุติสมการแล้วก็ทำการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง F และ x_1 และระหว่าง x_1 แต่ละตัว โดยวิธี regression analysis และอาศัยค่าใช้จ่ายของแต่ละงาน, x_1 จากข้อ ๑. จะสามารถหาค่า A_1 ซึ่งจะเป็นตัวบ่งถึงความสัมพันธ์ระหว่าง F และ x_1 จากนั้นก็วิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า x_1 ต่อไป

ค่า F ที่ได้จากสมการ (๒) ภายหลังจากแทนค่า A ต่าง ๆ แล้วจะเป็นค่าใช้จ่ายมาตรฐานสำหรับการบำรุงทางต่อไป

๑. วิจัยเพื่อหาวิธีบำรุงทางที่ให้ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

งานวิจัยช่วงนี้เป็นการจัดค่าใช้จ่ายของแต่ละงานให้เหมาะสม งานใดมีค่าใช้จ่ายมากเกินไปสมควรที่จะพิจารณาบำรุงพิเศษหรือบูรณะเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อไป

ทางก้านคณิตศาสตร์นี้ต้องรอผลจากผลการคำนวณในข้อ ๒. เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจสำหรับการดำเนินการต่อไป

รายงานผลการวิเคราะห์และวิจัย

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงปกติ, เขตการทางฉะเชิงเทรา

(พ.ศ. ๒๕๑๔-๒๕๑๕)

เขตการทางฉะเชิงเทรามีถนนอยู่ในความดูแลทั้งหมด ๑,๗๑๘.๒๐๘ ก.ม. (คังแสดงในรูปที่ ๑) แบ่งออกเป็นถนนชนิดลาดยางแล้ว ๑,๐๖๘.๕๑๘ ก.ม. ถนนผิวลูกรัง ๕๕๙.๖๙๐ ก.ม. และถนนที่ไม่มีลูกรัง ๑๘๙.๙๙๐ ก.ม. (สถิติไม่สมบูรณ์) ในการควบคุมดูแลถนนเหล่านี้ออกเป็นช่วงควบคุม (control section) ทั้งหมด ๓๓๑ ช่วง คังแสดงในรูปที่ ๒ ถึงรูปที่ ๖ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงปกติของเขตการทางนี้เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๑๔ เป็นเงินรวม ๑๒,๐๘๓,๕๙๕ บาท ปี พ.ศ. ๒๕๑๕ เป็นเงินรวม ๑๐,๓๘๑,๐๘๕ บาท

* ค่าใช้จ่ายในที่นี้ไม่รวมค่าใช้จ่ายงานบริหารอำนวยการและอาคารสถานที่

Results and Discussions

จากผลการวิเคราะห์และวิจัยปรากฏว่า

๑. เงินค่าใช้จ่ายต่อ ก.ม. ของแต่ละชนิดผิวทางเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว (ในรูปที่ ๗) ผิวถนนชนิด high type มีค่าซ่อมแซมสูงที่สุด และถนนที่เป็นชนิด intermediate type และผิวลูกรังมีค่าซ่อมแซมใกล้เคียงกัน โดยปกติแล้วในระหว่างปีที่เก็บสถิติค่าใช้จ่ายนั้น ถนนประเภท high type ซึ่งมีการซ่อมแซมสูงนี้ได้รับการออกแบบตามมาตรฐานต่างประเทศ และการควบคุมการก่อสร้างก็เป็นไปตามมาตรฐานนั้นด้วย ควรจะเป็นถนนที่มีประสิทธิภาพดีกว่าและการซ่อมแซมควรจะน้อยกว่าสาเหตุที่ค่าซ่อมแซมสูงนี้อาจเป็น เพราะถนนเหล่านี้ต้องรับน้ำหนักบรรทุกสูงมาก, ค่าวัสดุในการซ่อมแซมสูงกว่าหรืออาจเป็นเพราะถนนเหล่านี้มีชั้น Subgrade เหนียวมาก เหนียวในบริเวณดินอ่อนของประเทศไทย (ในเขตนี้มีอยู่หลายสาย) และไม่ได้รับการซ่อมแซมเพื่อเสริมกำลังให้เหมาะสมทำให้ประสิทธิภาพลดลงอย่างรวดเร็ว

๒. ในรูปที่ ๘ และ ๙ แสดงให้เห็นถึงปริมาณของค่าใช้จ่ายในแคะงานโดยรูปที่ ๘ เป็นค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด และรูปที่ ๙ เป็นค่าใช้จ่ายต่อ ก.ม. ของแต่ละชนิดผิวทาง ทั้งหมดนี้ไหลออกมาคล้ายคลึงกันโดยจะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะเป็นผิวทางชนิดใดก็ตาม ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ใช้ไปในงานซ่อมผิวทาง (ประมาณ ๖๔ % โดยเฉลี่ย) ค่าใช้จ่ายที่รองลงมาเป็นของงานไหล่ทางและเขตทาง (ประมาณ ๒๕ %) ส่วนที่เหลือประมาณ ๑๐ % เป็นค่าใช้จ่ายของงานระบายน้ำ, งานจราจร, ชงเคราะห์และงานสะพาน จึงจะเห็นได้ว่าในการพิจารณาการเกี่ยวกับมาตรฐานในการบำรุงปกตินี้ต่อไปอาจไม่ควรมุ่งนำแฟกเตอร์เกี่ยวกับงานระบายน้ำ, งานจราจร, ชงเคราะห์และงานสะพาน มาคิดก็จะทำให้ขาดหลักฐานสนับสนุนไปเพียงประมาณ ๑๐ % เท่านั้น ฉะนั้น มาตรฐานงานเหล่านี้จะมีพหุพจน์มากขึ้น เมื่อถนนอยู่ในบริเวณตัวเมือง ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก สำหรับถนนในความดูแลของกรมทางหลวง

๓. จากการตรวจสอบ frequency ของค่าซ่อมบำรุงตามชนิดของทาง
คังแสดงไว้ในรูปที่ ๑๐ ปรากฏว่า ถนนทั้ง ๓ ชนิดมีค่าใช้จ่ายต่อ กม. ส่วนใหญ่เกาะกลุ่มอยู่
ในช่วง ๐ - ๕,๐๐๐ บาท/กม./ปี เป็นการแจกแจงให้เห็นว่า ถึงแม้ค่าเฉลี่ยตามข้างในข้อ
จะแสดงว่าถนนประเภท high type จะมีค่าใช้จ่ายต่อ กม. สูงกว่าทางชนิดอื่นก็ตาม
ค่าใช้จ่าย (ต่อ กม.) ส่วนใหญ่ก็ยังคงไม่แตกต่างไปจากถนนชนิดอื่น เพียงแค่มียางช่วงที่มีค่า
ใช้จ่ายสูงกว่าปกติอื่นอาจจะเป็นสาเหตุมาจากสิ่งเหล่านี้ คือ.-

- ก. ถนนอยู่ในบริเวณของดิน subgrade ที่เวิวมมากเป็นพิเศษ เช่นถนนดินอ่อน
- ข. ถนนในช่วงเหล่านั้นอายุมากทยอยประสิทธิภาพจนกระทั่งถึงขอบเขตที่ควร
rehabilitate แต่มีโครงการทำจึงทำให้ค่าซ่อมแซมสูงกว่าปกติ
- ค. มีการ over load ของรถบรรทุกห่าถนนที่ได้รับการออกแบบจาก
น้ำหนักมาตรฐานไม่สามารถรับน้ำหนักได้

เมื่อพิจารณาต่อไปใน mass diagram เห็นได้ว่ามีบางช่วงของทางที่อัตรา
ค่าใช้จ่าย (ต่อ กม.) มีค่าสูงถึง ๑๒๕,๐๐๐ บาท/กม./ปี แมแต่ในทางชนิดผิวลูกรัง อาจมี
สาเหตุมาจาก

- ก. control section มีระยะทางสั้นมากเกินไป
- ข. ถนนอยู่ในตัวเมือง
- ค. การใช้จ่ายอย่างไม่มีเหตุผล

๔. Distribution ของค่าใช้จ่ายงานผิวทางต่อ กม. ในรอบปี (๒๕๑๕-๒๕๑๖)
แสดงไว้ในรูปที่ ๑๑ เป็นค่าใช้จ่ายของ control section ต่าง ๆ ภายในแขวงฉะเชิงเทรา
จากค่า mean ของค่าใช้จ่ายของทางทั้ง ๓ ประเภท แสดงให้เห็นว่าในรอบปีจะมีค่าใช้จ่าย สูง
อยู่ ๒ ครั้ง คือระยะตอนปลายปีต่อกับต้นปีใหม่ กับอีกระยะคือประมาณตอนต้นฤดูฝน จากรูปที่ ๑๑
นี้เช่นกัน สังเกตได้ว่าค่าใช้จ่ายของแต่ละ control section แตกต่างกันมาก การนำค่า
mean ของค่าใช้จ่ายมาเป็นตัวแทนของค่าใช้จ่ายทั้งหมดอาจเป็นข้อมูลที่มิชอบอีกหลายอย่างก็ได้
(โดยคำนวณค่า standard deviation แล้วปรากฏว่ามีค่าสูงมาก) รายละเอียดของอัตรา

ค่าใช้จ่ายในรอบปีของนคร control section แสดงไว้ในรูปที่ ๒ แสดงให้เห็นว่า บาง control section มีค่าใช้จ่ายสูงเป็นช่วง ๆ แต่บาง control section มีค่าใช้จ่ายต่ำเสมอตลอดปี

๕. ผลจากการทำ regression analysis เพื่อหาความสัมพันธ์ของงานบำรุง นครและค่าใช้จ่ายมาตรฐาน เนื่องจากข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้มีไม่มากพอจึงจัดทำ regression analysis เพื่อหาค่าใช้จ่ายรวมถัว (ชนิดถัวแอสฟัลท์) เท่านั้น ทั้งนี้เพราะค่าใช้จ่ายรวมถัวทางนี้เป็นประมาณ ๖๕ % ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ยืนยันโดยหลังจากอาศัยเครื่อง computer ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ โดย Program "Stepwise Multiple Regression" ได้ค่าดังนี้

$$F(1) = 43,845.34 - 3,758.16 (y_1) - 3,110.33(y_2) - 0.81 (y_3) - 409.88 (y_4) - 2,418.08(y_5) - 49.03 (y_6)$$

เมื่อ $F(1)$ = ค่าใช้จ่ายในงานรวมถัวทาง (หรือค่าใช้จ่ายมาตรฐาน)

- y_1 = ลักษณะถัวทาง
- y_2 = ลักษณะดินถนนทาง, (CBR.)
- y_3 = ปริมาณจราจร, (V pd)
- y_4 = อายุบริการ, (ปี)
- y_5 = ความกว้างถัวทาง, (ม.)
- y_6 = เปอร์เซ็นต์ bus & truck., (%)

จากผลการวิเคราะห์ซึ่งแยกได้ว่า coefficient ของ y_1, y_2, y_3, y_4

- ๕๕. y_5 มีค่าเป็นลบ ซึ่งสัมพันธ์กับกฎของธรรมชาติหลายประการ อาจมีสาเหตุมาจากสิ่งเหล่านี้คือ
 - ก. การซ่อมบำรุงทางเป็นไปอย่างไม่มีมาตรฐานที่เหมาะสม
 - ข. ยังมีถนนเป็นจำนวนมากต่ำกว่ามาตรฐาน
 - ค. ผู้ใช้ถนนไม่ระมัดระวังอยู่ในขอบเขตที่กำหนด เช่น บรรทุกน้ำหนักเกินอัตราที่กำหนด

ง. ในการวิจัยไม้ไผ่แยกถนนที่มีคนเดินเร็วมาก ๆ ออกจากถนนที่มีคนเดินช้า ๆ
จ. ประสิทธิภาพของบำรุงทางแต่ละสายไม้ไผ่พอ ทำการตัดสินใจเลือกคาทางๆ
ผิดพลาดได้

อย่างไรก็ตามถ้ายังถือว่าสมการที่ไคจะเป็น representative * ของค่าใช้จ่ายในการซ่อม
ผิวทางชนิดผิว asphalt ของเขตละแวกเมืองปี พ.ศ. ๒๕๑๔ และ พ.ศ. ๒๕๑๕ โดย
มีค่าที่ประกอบในการคำนวณจำนวน ๕๐ ค่า (จาก ๒๕ control section) แล้ว ก็จะมี
พิจารณาเห็นได้ว่า ค่า y_3 และ y_6 ซึ่งเป็นแฟคเตอร์ของปริมาณจราจรและเปอร์เซนต์ bus
and truck มีบทบาทสำคัญที่ทำให้ค่าใช้จ่าย $F(1)$ สูง ค่าที่มีบทบาทรองลงมาคือ y_4
หรืออายุบริการ ส่วน y_1 , y_2 และ y_5 นั้น ไคออกไปทางลบสูงมาก
สมการที่ไคยังไม่สมบูรณ์นัก เพราะยังไม่ไคเห็นค่าแรงของแฟคเตอร์, y .
ไคอยู่ในมาตราอันเดียวกัน จึงยังไม่สามารถจัดน้ำหนักของงานไค ค่าไคจะจัดไคในการ
วิเคราะห์ตัวเลขค่าใช้จ่ายทั่วประเทศ ซึ่งจะสามารถแสดงถึงถึงความสำคัญของแต่ละงาน และ
ความสัมพันธ์ระหว่างงานไค

สรุป

ทั้งหมดนี้เป็นเพียงตัวอย่างในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการบำรุงปกติเฉพาะของ
เขตการทางละแวกเมืองส่วนใหญ่ระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๑๔ - ๒๕๑๕ ทำให้ทราบผล

๑. ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของถนนแต่ละประเภท
๒. ประเภทงานที่มีค่าใช้จ่ายสูง
๓. frequency ของค่าใช้จ่าย
๔. Distribution ของค่าใช้จ่ายในรอบปี

จะเป็น representative ที่ไคค่า Correlation Coefficient ความมีค่าเข้าไค

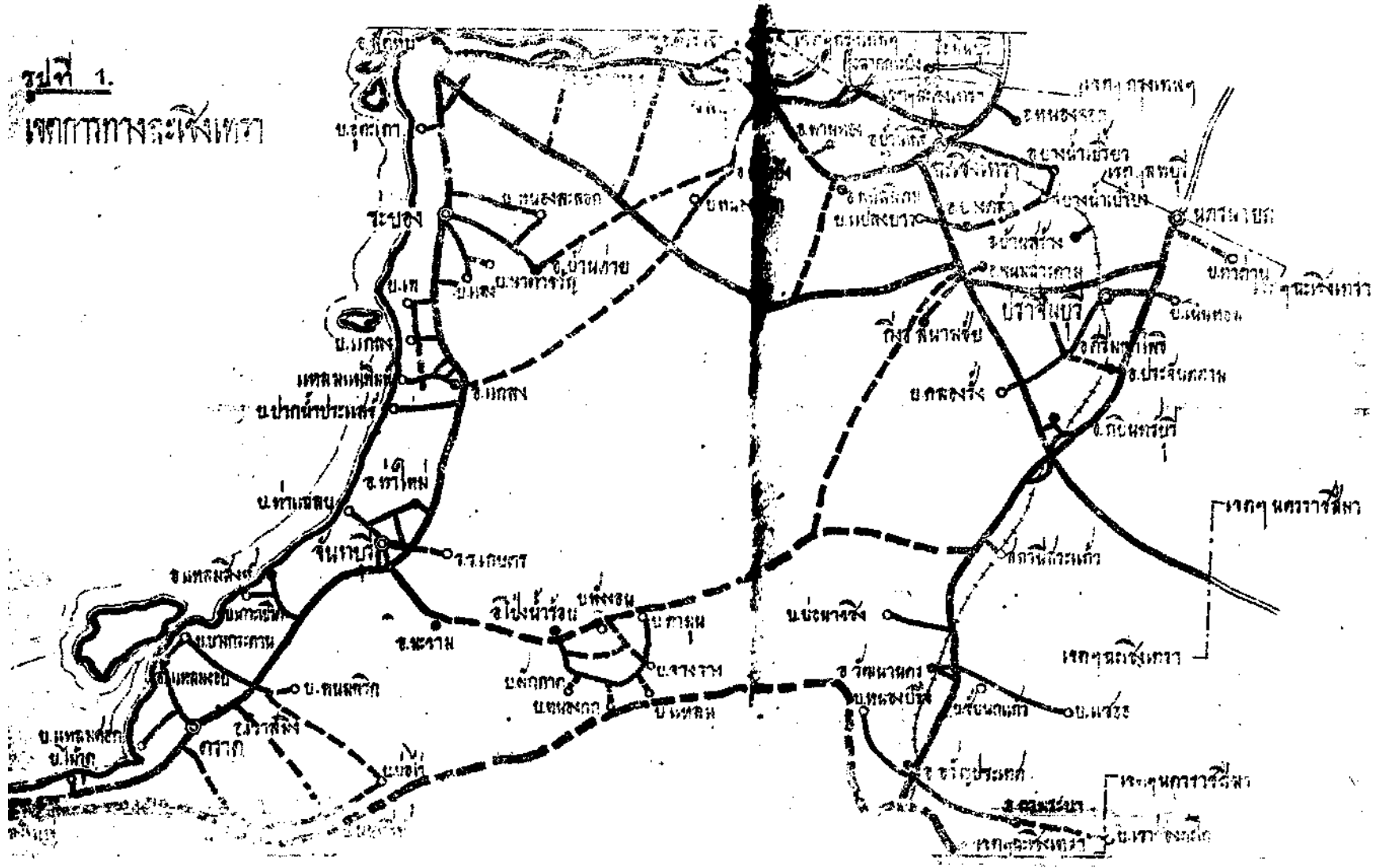
๑., จากการคำนวณปรากฏว่าสมการนี้ค่า Correlation Coefficient = 0.578

จึงไม่ผิดนัก

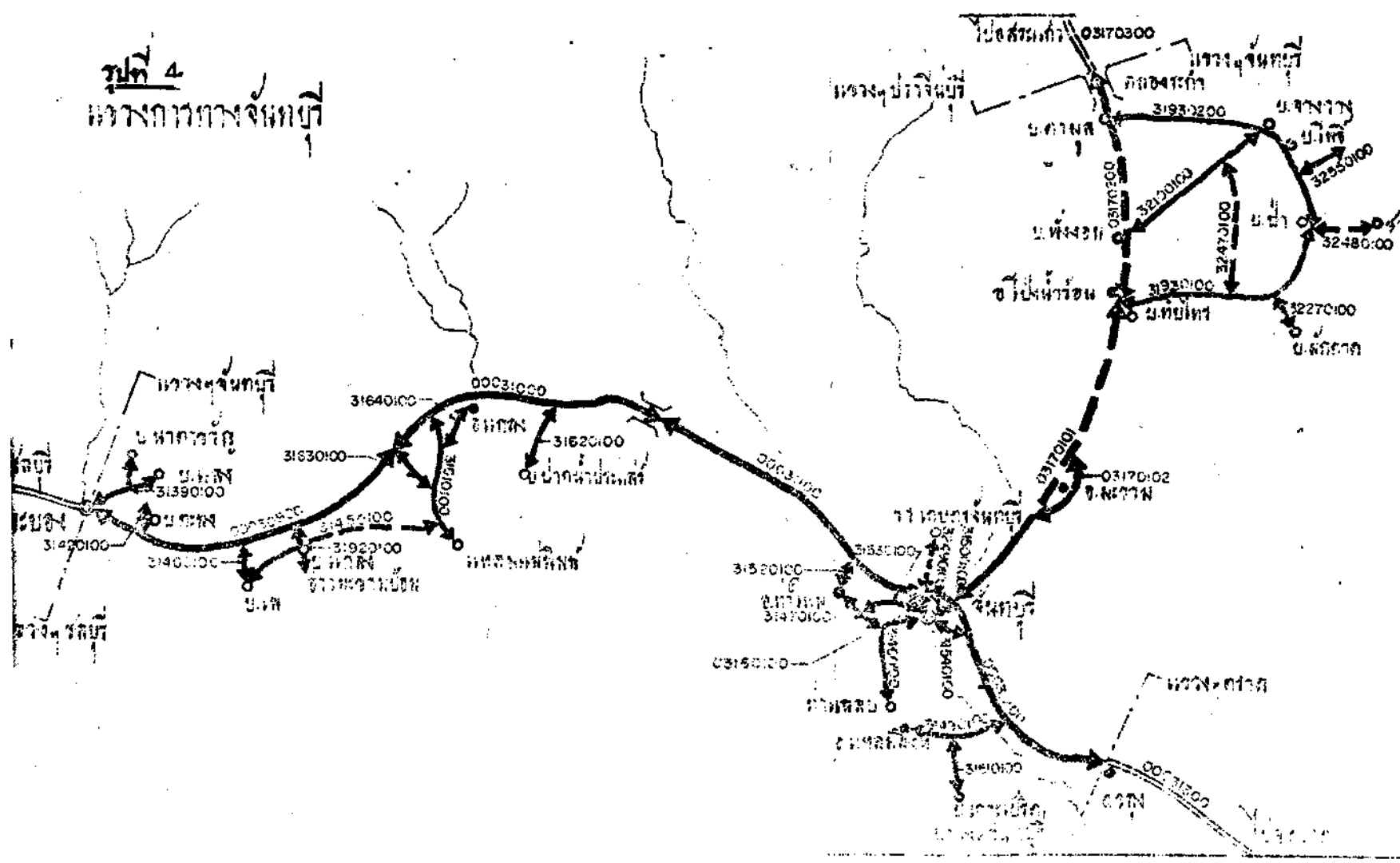
๕. สมการที่เป็น representative * ของค่าใช้จ่ายในการบำรุงปกติ (ในรายงานนี้ทำเฉพาะงานผิวทางของถนนชนิดผิว asphalt) ของทาง คอ ก.ม. คอมี ซึ่งอาจจะนำไปเป็นแนวทางในการแบ่งจ่ายค่าบำรุงปกติ ของถนนคอไปโค

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์และวิจัยนี้เป็นเพียงบางส่วนของถนนในความดูแลของ กรมทางหลวง งานวิจัยขั้นต่อไปควรกระทำในทำนองนี้ นครรวมผลตัวเลขค่าใช้จ่ายที่เก็บมาจากทั่วประเทศในช่วงระยะเวลา ๕ ปี เพื่อที่จะหาค่าใช้จ่ายในการบำรุงปกติที่เป็น representative ของทางแต่ละชนิดทั่วประเทศ ซึ่งสามารถนำไปใช้คาดคะเนหรือตั้งงบประมาณ ค่าใช้จ่าย, จัดอัตรากำลึงและอื่น ๆ ไปอีกช่วง ๕ ปี คอไปโค.

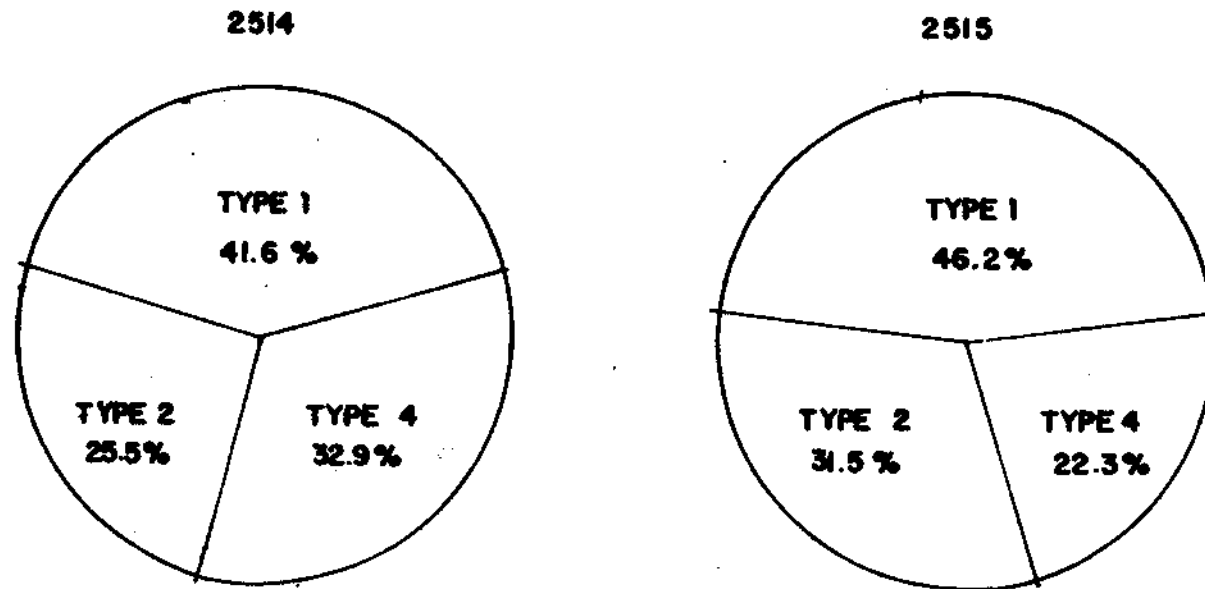
รูปที่ 1.
เขตการปกครองไทย



รูปที่ 4
 มาตรการการอพยพ



รูปที่ 7. แผนภูมิแสดงการใช้วัสดุพื้นผิวของ กท. ต่อหน่วย (กิโลเมตร)



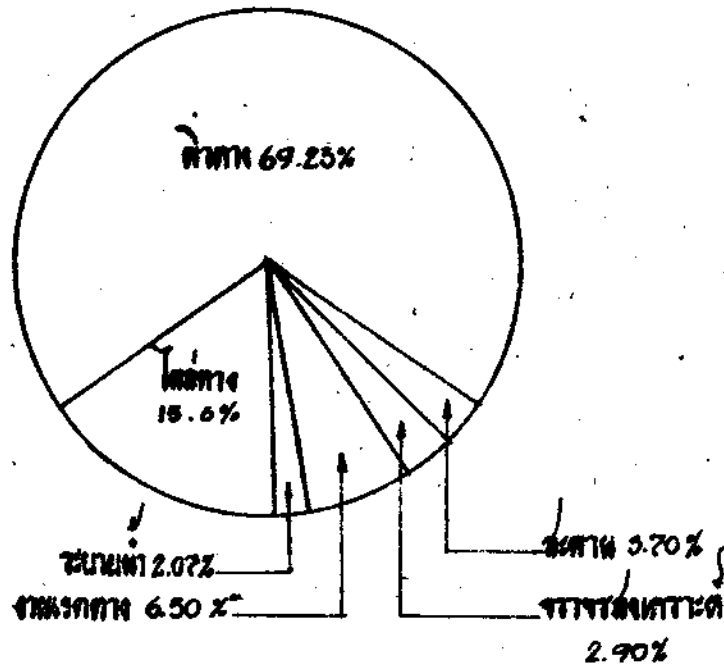
TYPE 1.- High type - Asphaltic Concrete or Pen. Mac + Crush Rk. base

TYPE 2.- Intermediate type - Asphaltic Concrete or Pen. Mac + Soil Stabilized base, or Surface Treatment + Crush Rk. base

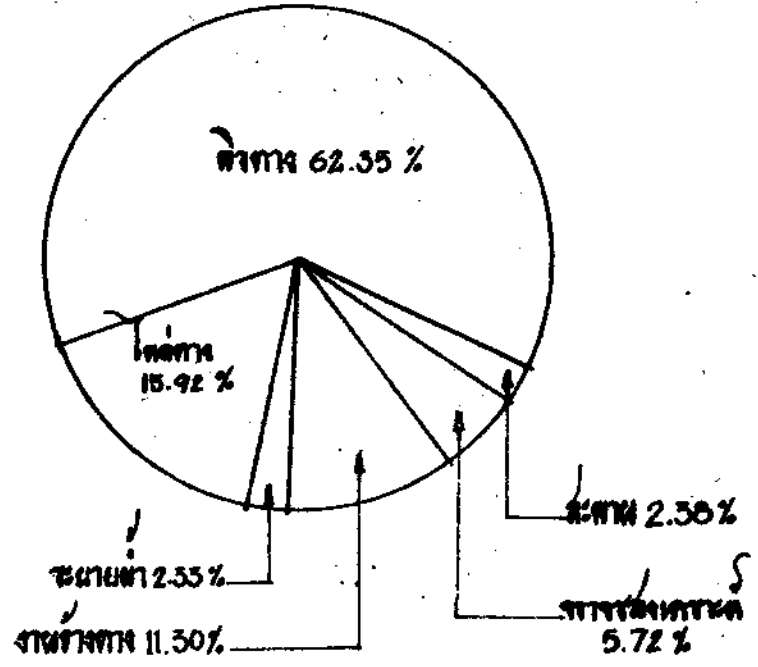
TYPE 3.- Low type - Surface Treatment + Soil Stabilized base

TYPE 4.- Laterite

ปี 2514

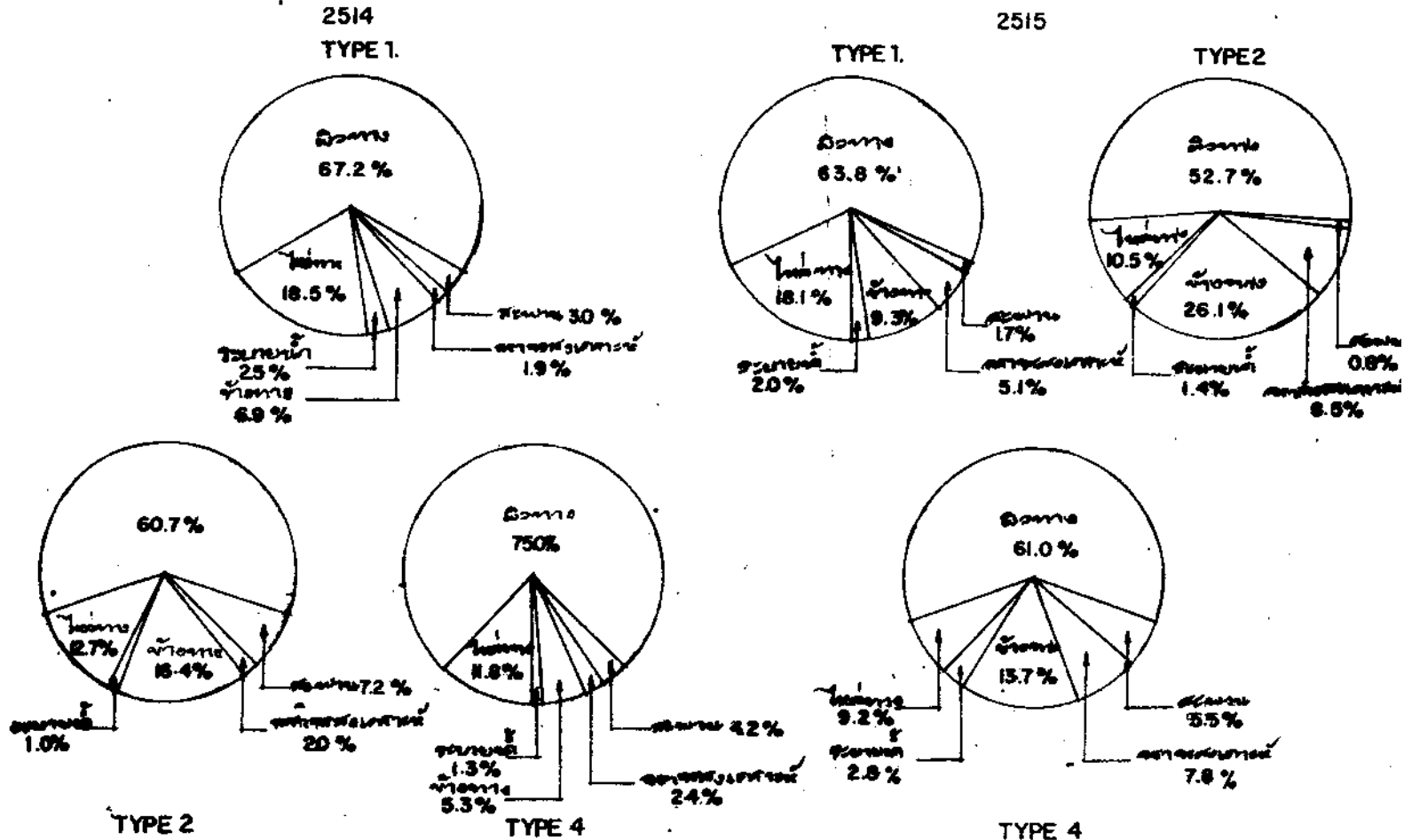


ปี 2515

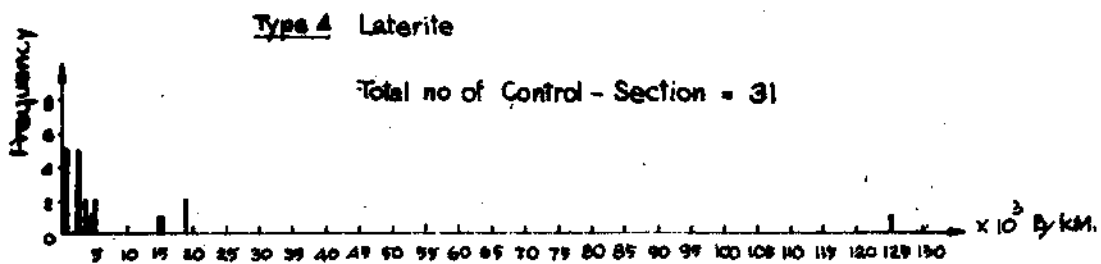
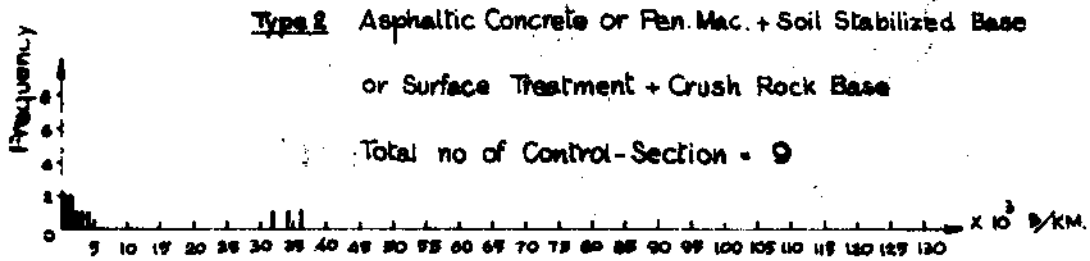
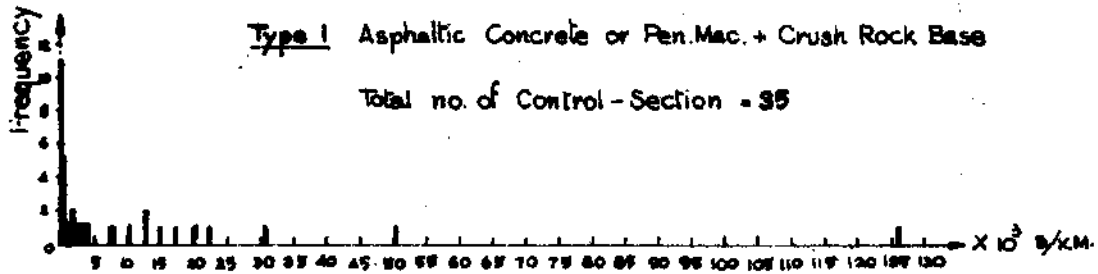


รูปที่ 8. ปริมาณการผลิตของเกษตรกรทางจังหวัด

รูปที่ 9. แผนผังชนิดที่ใช้พบบ่อยในโครงการของกรมการคมนาคมจังหวัดขอนแก่น

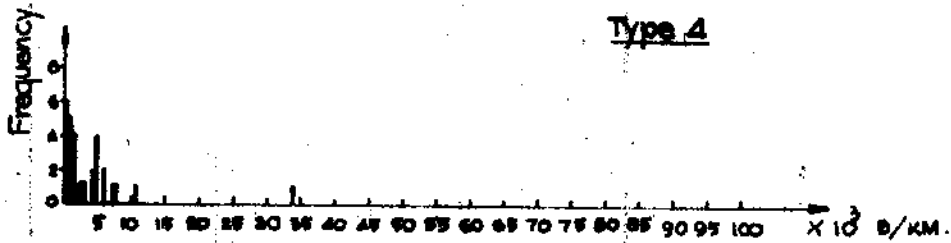
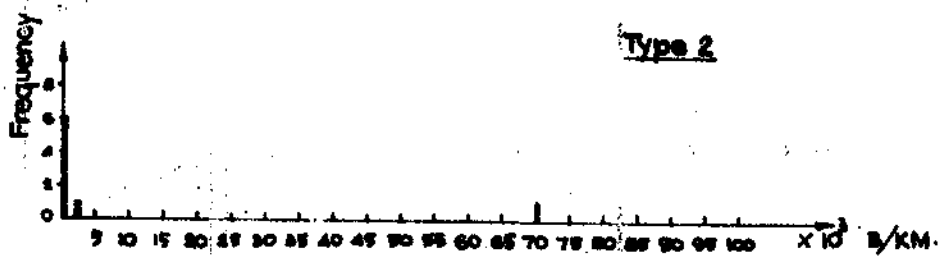
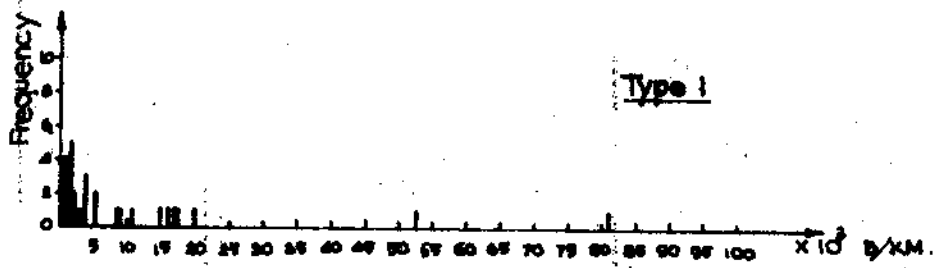


Note. TYPE 1 - Asphaltic Concrete or Pen. Mac. + Crush Rk. base
 TYPE 2 - Asphaltic Concrete or Pen. Mac. + Soil Stabilized base or Double Surface Treatment + Crush Rk. base.
 TYPE 3 - Surface Treatment + Soil Stabilized base
 TYPE 4 - Laterite



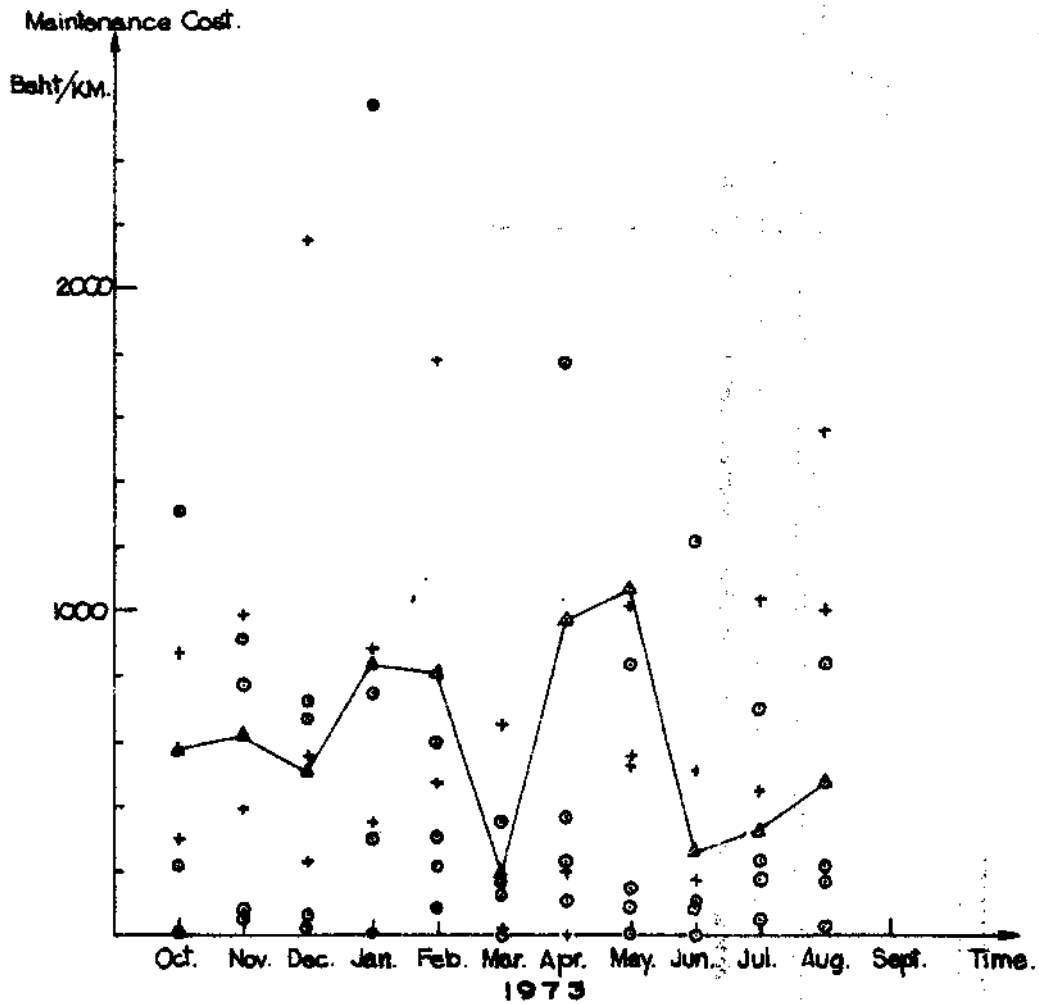
รูปที่ 10

Mass diagram (ค่าใช้หาตอน) ของค่าใช้หาตอน ก.น. ของพื้นที่เขตที่ใหม่ 2514



รูปที่ 10 (ต่อ)

Mass Diagram ของสถานี/ก.น.ของแผนผังทิศทางใหม่ 2515

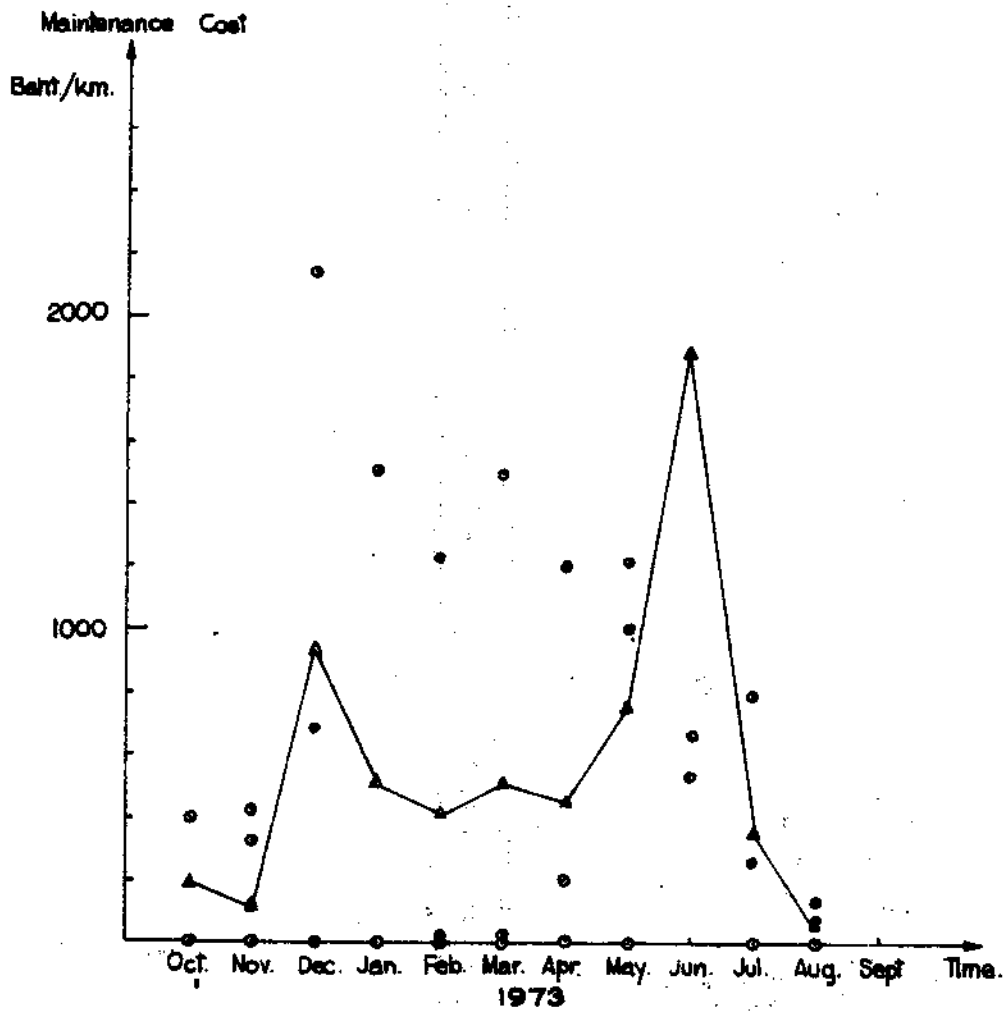


High Type

- Asphaltic Concrete & Crush Rock Base
- + Pen. Macadam & Crush Rock Base
- △ Mean.

รูปที่ 11

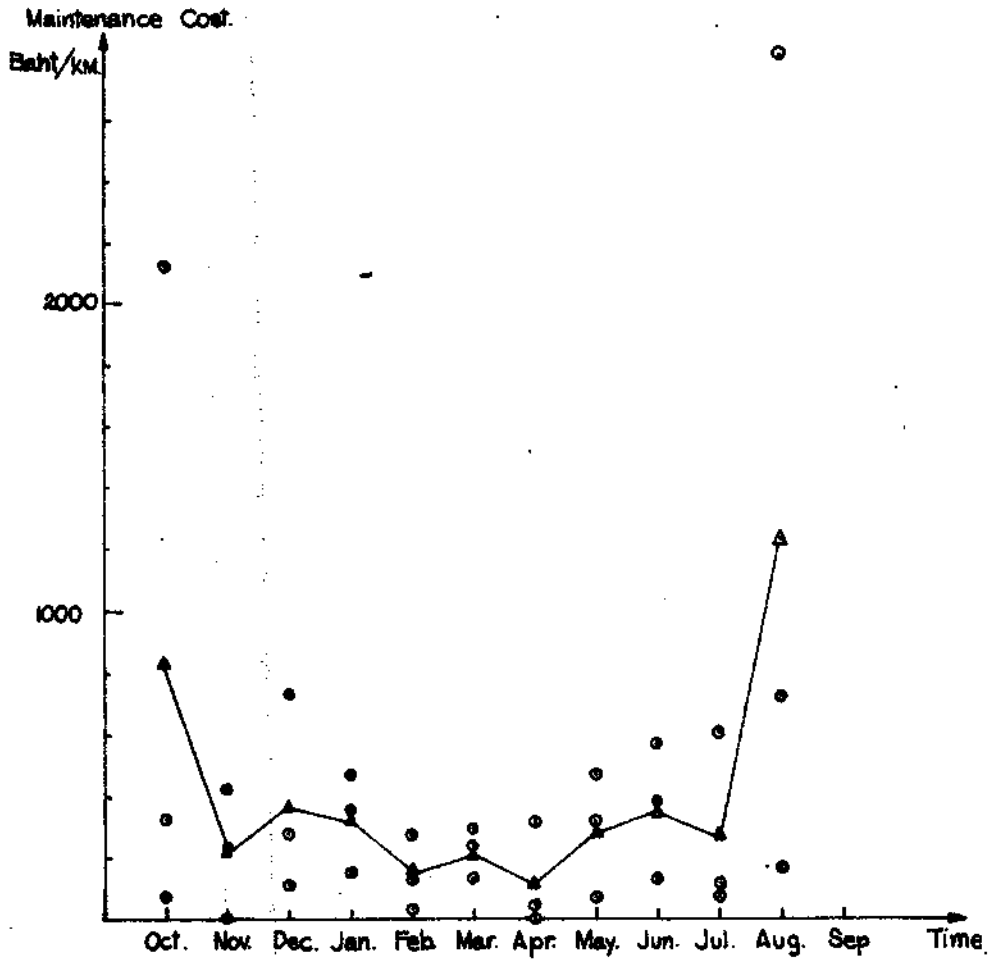
อัตราค่าใช้จ่ายค่าซ่อม/กม.โทรอนปี (เฉพาะทางหลวงพิเศษ)



Intermediate Type

รูปที่ 11 (ต่อ)

อัตราค่าใช้จ่ายหนวดกม./กม.โพชนปี (เดือนแรกและเพิ่มแล้ว)

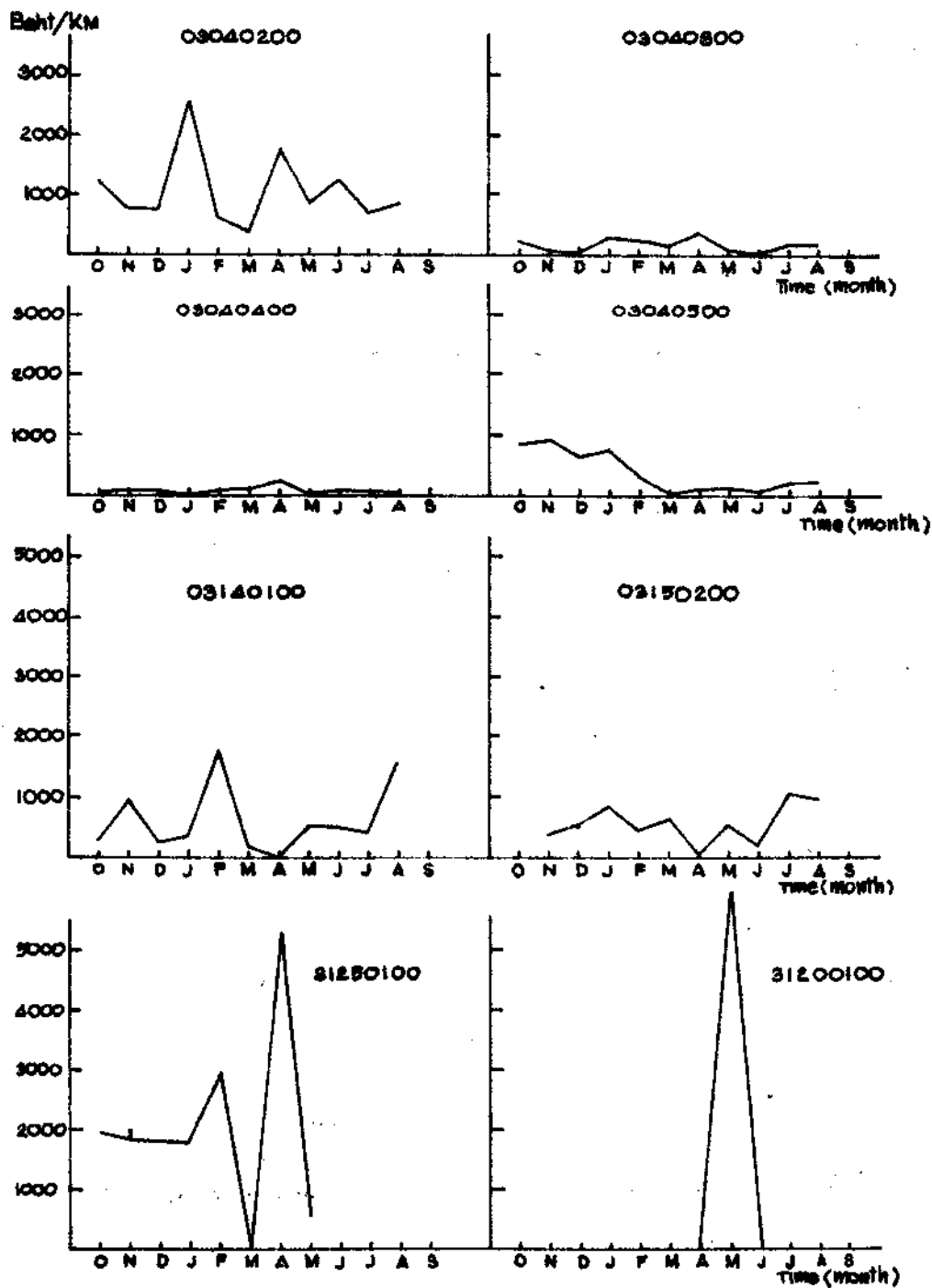


△ Mean.

Laterite

รูปที่ ๑ (ต่อ)

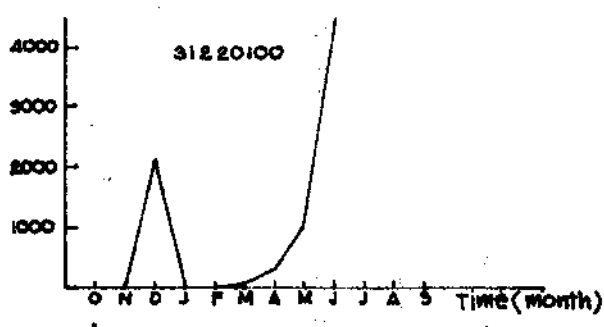
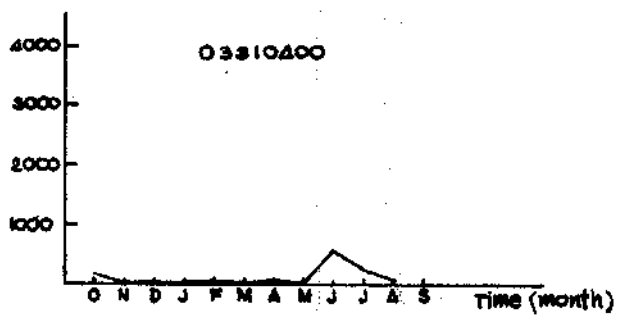
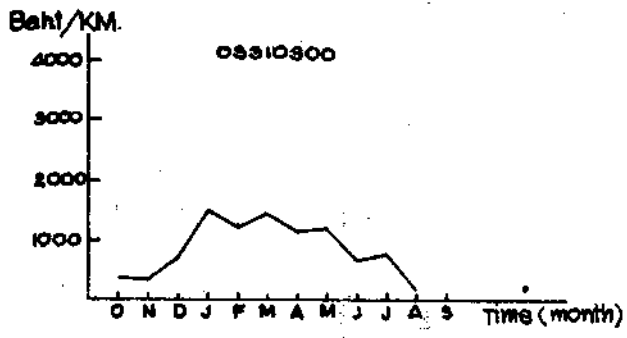
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา/ก.ม. ของแอมดะริงเทรทในปี 2516



Type I High Type - Asphaltic Concrete or Pen. Mac. + Crush Rock Base.

รูปที่ 12

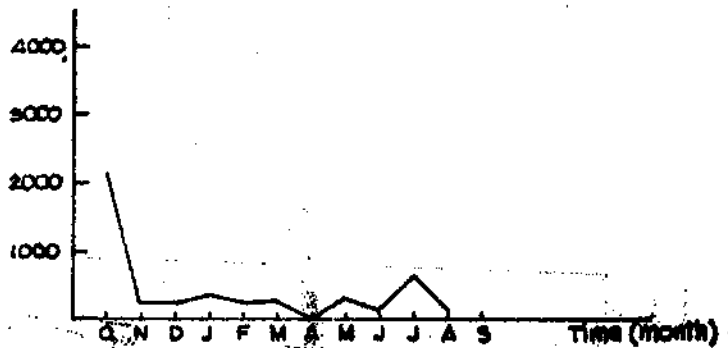
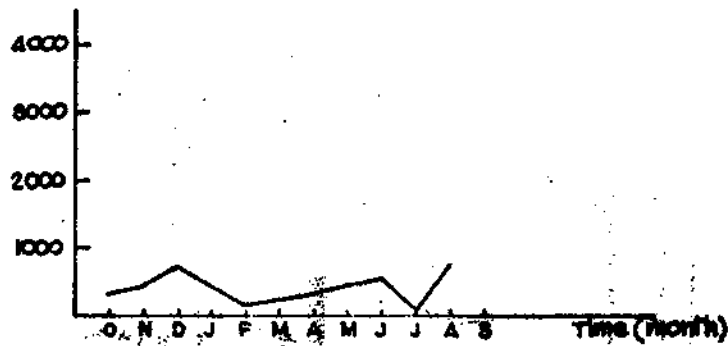
ค่าจ่ายโหลงบํารุงผิวทาง Type I / ก.ม. / เดือนของแวงละหนึ่งกิโลเมตร 2516



Type 2 Intermediate type - Asphaltic Concrete or Fen. Mac. + Stabilized Base
or Surface Treatment + Crush Rock Base

รูปที่ 12 (ต่อ)

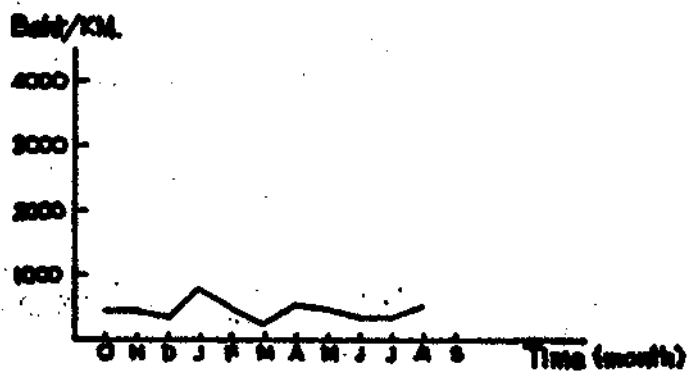
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาของ Type 2 / ก.ม. ต่อหน่วยแอมคิมที่เท่ากับ 2516



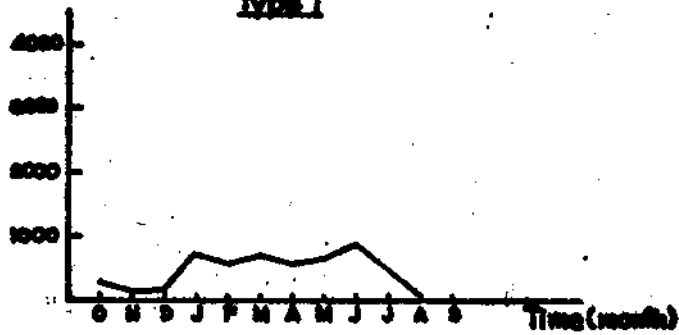
Type 4 Laterite

รูปที่ 12 (ต่อ)

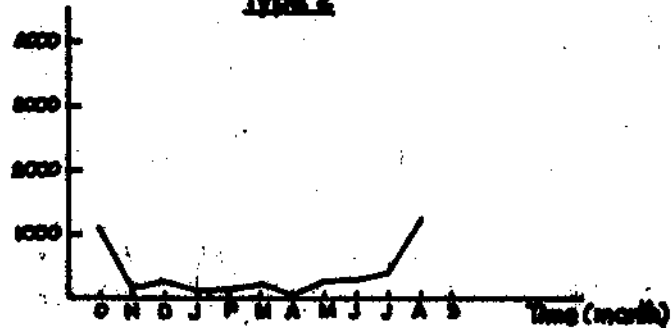
คำชี้แจงให้กรณีนับราคาทอง Type 4 / ก.น. / ต่อหน่วยน้ำหนักทองคำในปี 2518



Type 1



Type 2



Type 4

รูปที่ 12 (ต่อ)

ผลผลิตของค่าจ้าง ในการบำรุงรักษาทางรถยนต์แต่ละชนิดในปี 2516

คณะกรรมการงานวิจัย
กองวิศวกรรมและวิจัย

นายวิพนธ์ วัฒนันท์	วศ.บ., M.Sc.(Ohio State)	ประธานกรรมการ
นายสมาน จวนสาอังก	วศ.บ., M.Eng. (AIT)	กรรมการ
ดร.ธีระชาติ รัตนโกธฤกษ์	วศ.บ. เดิมบริติช, M.Eng.(AIT)	
	Ph.D. (Iowa State)	"
ดร. วิราญ ภูพันธ์	วศ.บ., M.S., Ph.D. (M.S.U.)	"
นายชวลิต สุชะวรวง	วศ.บ., Dip.H & T Eng.	
	(Newcastle Upon Tyne)	"
นายถาวร อโนทยานนท์	วศ.บ., M.S.C.E.	
	(West Virginia University)	"
นายศักดิ์ อนุพันธ์	วศ.บ. เดิมบริติช, M.Eng.(AIT)	"
นายชยุต อนุพันธ์	วศ.บ., M.Sci(Surrey)	"
นายสว่าง ศรีวรกุล	วศ.บ., M.S.C.E.(Purdue)	"
นายสุนทร กิ่งวานิช	วศ.บ.	"
นายประสิทธิ์ อักษรวงศ์	วศ.บ., M.Sc.(Birmingham)	"
นายบุญเสริม รุ่งเรืองธรรม	วศ.บ., M.S.C.E.(University of Akorn)	"
น.ส. ศิริพร วงศ์ชัย	วศ.บ., M.Math(Mississippi)	กรรมการและเลขานุการ