

คู่มือผู้บริหารเครื่องจักรกล

เรื่อง

การจัดชุดเครื่องจักรก่อสร้างทาง

ตอนที่ 2 : การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงและการจัดชุดเครื่องจักร

1 พฤษภาคม 2527

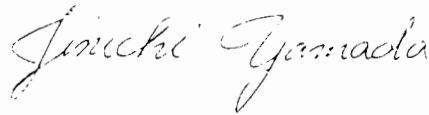
ศูนย์เครื่องมือกลกาญจนบุรี

กรมทางหลวง

## คำนำ

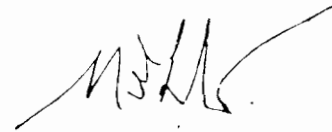
จากการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่างผู้ที่มีประสบการณ์จากเบื้องหลังกิจการช่างฝีมือและช่างต่าง  
ฝ่ายโดยที่ศูนย์เครื่องมือกลการช่างไม้เป็นเวลาไม่ต่ำกว่าสามปี ได้มีความเห็นร่วมกันว่าควรจะมี  
การเตรียมเรื่องคู่มือสำหรับผู้ริ่การเครื่องจักรกลขึ้นไว้เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารงานให้มี  
ประสิทธิภาพ

คู่มือวิชาการเครื่องจักรกลเล่มนี้เป็นหนึ่งในจำนวนหนังสือที่ศูนย์เครื่องมือกลการช่างไม้  
จัดทำขึ้นโดยความร่วมมือกับสถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรม  
INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (ICA) โดยตั้งเป้าเป็นประโยชน์ต่อการบริการ  
เครื่องจักรกลของศูนย์และหน่วยงานต่างๆในสังกัดกรมทางหลวงหลายแห่ง



(นายจिरุคิ ยามาด้า)

ผู้เชี่ยวชาญญี่ปุ่น



(นายวิรสักดิ์ เวชชการัตน์)

หัวหน้าโรงงาน



(นายวิชา สรรพนุเคราะห์)

ผู้อำนวยการศูนย์เครื่องมือกลการช่างไม้

กิตติย. ทอ/คต.

16 ๓๑ ๖8

# คำนำในการเรียบเรียง

หนังสือคู่มือบริหารเครื่องจักรกล เครื่องจักรจัดชุด เครื่องจักรก่อสร้างทางสี่แยก -

ออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 : คุณสมบัติของดินและแนวทางการเลือกใช้เครื่องจักรกล

ตอนที่ 2 : การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงและการจัดชุดเครื่องจักร

สำหรับตอนที่ 2 นี้แปลเรียบเรียงเรื่องการค้าขายปริมาณงานต่อชั่วโมงจากหนังสือ MANAGEMENT OF CONSTRUCTION EQUIPMENT, KOMASTU LTD, JAPAN และ CONSTRUCTION PLANT MANAGEMENT, MAIN ROADS DEPARTMENT, AUSTRALIA ส่วนการจัดชุดเครื่องจักรได้จากเอกสารซึ่ง MR. JINICHI YAMADA ได้จัดทำไว้ที่ศูนย์เครื่องมือกลกาญจนบุรี

ถ้าเอกสารเรียบเรียงจากร่างแปลแปลของให้ดูนี้จึงเป็นแนวทางเพื่อให้เกิดความนิยมที่ยอมรับการใช้เครื่องจักรกลว่ามีประสิทธิภาพและใช้การง่าย ๆ ในทางปฏิบัติเกี่ยวกับยกถ่ายวัสดุเครื่องจักรกลในประเทศไทยโดยทั่วไปเป็นเครื่องที่รวมเอาข้อมูลและวิเคราะห์ค่าตัวชี้การและตัวเลขต่าง ๆ เกี่ยวกับค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นของเรานเอง ซึ่งข้อมูลและตัวเลขต่างๆในหนังสือนี้พออยู่โดยทั่วไปจึงคิดว่าเราจะมิมีข้อผิดพลาด

สิ่งที่สมารถกล่าวช่วยเหลือของผู้ใช้วิชาชุดนี้ในประเทศไทยศูนย์เครื่องมือกลกาญจนบุรี และ JICA แล้วต้องขอขอบคุณคุณมาก ปาลศิลป์ผู้พิมพ์ต้นฉบับทั้งหมด



(นายพีระพล หันธุ์รัมย์)

ศูนย์เครื่องมือกลกาญจนบุรี

1 พฤษภาคม 2527

## สารบัญ

### การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของเครื่องจักร

- ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณงานที่เครื่องจักรสามารถทำได้
- วิธีคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของเครื่องจักร
- การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถแทรกเตอร์ไถและขำม
- การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถตัดหญ้าและรถตัดถั่วฝักยาว
- การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถเกี่ยว
- การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถเกี่ยวฝัก
- การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถเกี่ยว

### การวัดชุดเครื่องจักร

- เมื่แสดงการลำเลียงวัสดุ
- แผนงานก่อสร้างและแผนการใช้เครื่องจักร
- COORDINATE TYPE PROGRESS SCHEDULE (CTPS)

## การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของเครื่องจักร

ในงานก่อสร้างหรือบำรุงรักษาทางย่อมต้องมีการวางแผนการทำงานและแผนการใช้เครื่องจักรกล เพื่อให้มีการใช้เครื่องจักรอย่างมีประสิทธิภาพ ก่อนที่จะวางแผนการใช้เครื่องจักรกลได้นั้นจำเป็นต้องรู้ว่าเครื่องจักรแต่ละคันสามารถทำงานได้ปริมาณงานมากน้อยเพียงไร เช่น สมมุติว่ามีเวลา 10 สัปดาห์สำหรับทำงานดิน 120,000 ม<sup>3</sup> (แน่น) โดยวางแผนทำงานสัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 8 ชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{ขนาดของรถบรรทุก} &= 10 \times 5 = 50 \text{ คัน} \\ \text{งานต่อชั่วโมงทำงาน} &= 50 \times 8 = 400 \text{ ชั่วโมง} \\ \therefore \text{จะต้งทำงานชั่วโมงละ} &= \frac{120000}{400} = 300 \text{ ม}^3 \text{ (แน่น)} \end{aligned}$$

การจะสรุปว่าแผนการทำงานนี้จะ เป็นไปได้หรือไม่ก็ต้องรู้ว่าเครื่องจักรที่เราถืออยู่สามารถทำงานได้ปริมาณงานรวมกันชั่วโมงละเท่าไร หรือต้องรู้ปริมาณงานต่อชั่วโมงของเครื่องจักรแต่ละคันนั่นเอง

### 1. ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณงานที่เครื่องจักรสามารถทำได้

เมื่อเราพิจารณาการทำงานจะ เห็นว่าเครื่องจักรมักทำงานเป็นวงรอบ คือ

- LOAD (บรรทุก)
- HAUL (ลำเลียง)
- DUMP (เท)
- RETURN (วิ่งกลับ)

และปริมาณงานต่อชั่วโมงของเครื่องจักรจะมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่

- CYCLE TIME (เวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละวงรอบ)
- MATERIAL (ชนิดของวัสดุที่ลำเลียง)
- JOB EFFICIENCY (ประสิทธิภาพของการทำงาน)

### 1.1 CYCLE TIME

คือ เวลาที่เครื่องจักรใช้ในการทำงานแต่ละวงจร เช่น CYCLE TIME ของรถขุดจะประกอบด้วยเวลาที่ใช้ในการ LOAD (บรรทุก), HAUL (ลำเลียง) DUMP (เท) และ RETURN (วิ่งกลับ) ของรถขุดแต่ละตัวก็ใช้เวลามากน้อยต่างกันเพื่อใช้ในการเดินทางไปข้างหน้าหยุด, ถอยหลังและหมุน หรือของเครื่องจะก็ได้แก่การตั้งแท่นเจาะ, เจาะ, จอดขึ้นและเคลื่อนไปทีี่ใหม่ เป็นต้น

CYCLE TIME ของเครื่องจักรประกอบด้วย FIXED TIME และ TRAVEL TIME

1.1.1 FIXED TIME (เวลาคงที่) คือ เวลาที่เครื่องใช้ในการ OPERATE เครื่องจักรเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและเป็นค่าคงที่

- เวลาในการนำเครื่องจักรเข้าในตำแหน่งที่จะขุด
  - เวลาในการบรรทุกหรือโหลดเครื่องจักร
  - เวลาในการกลับตัวของเครื่องจักร
  - เวลาในการเทหรือปล่อยวัสดุออกจากเครื่องจักร
  - เวลาในการถอยกลับของเครื่องจักร เช่น การเปลี่ยนเกียร์ ฯลฯ
- เวลาส่วนนี้จะคงที่ไม่ว่าระยะลำเลียงวัสดุหรือจุดวิ่งกลับ จะใกล้หรือไกลเพียงใด

1.1.2 TRAVEL TIME (เวลาวิ่ง) คือ เวลาที่ใช้ในการวิ่งลำเลียงวัสดุและวิ่งกลับซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างจุดที่ขุดกับจุดที่ปล่อยวัสดุออกจากเครื่องจักรและสภาพของเส้นทางลำเลียงนั้น

ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาวิ่ง ได้แก่

- ระยะทางลำเลียง วัสดุ (HAUL DISTANCE)
- น้ำหนักของเครื่องจักร
- ค่าต้านทานการหมุนของล้อเครื่องจักร (ROLLING RESISTANCE)

- แรงต้านหรือแรงเสริม จากความลาดเอียงของเส้นทางลาดเอียง (GRADE RESISTANCE OR ASSISTANCE)
- แรงด้านการลื่นของล้อ เครื่องจักร (TRACTION)
- แรงจูงลากของเครื่องจักร (USABLE PULL)
- อัตราความเร็วของเครื่องจักร (SPEED)

การแบ่ง CYCLE TIME ออกเป็นสองส่วนนี้ทำให้การคำนวณหา CYCLE TIME หาได้สะดวกขึ้น โดยการกำหนดผู้ผลิตเครื่องจักรส่วนมากจะมีค่า FIXED TIME (เวลาคงที่) ซึ่งได้จากการศึกษาการทำงานในสนามไว้ให้

CYCLE TIME จะบ่งให้ทราบว่า เครื่องจักรทำงานได้จำนวนที่รวมในแต่ละชั่วโมง และ ค่าเบื้องต้นสามารถได้จำนวนรวมการทำงานนี้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อพยายามลด CYCLE TIME ได้น้อยที่สุด การปฏิบัติต่อไปนี้ช่วยลด CYCLE TIME ได้

#### เมื่อต้องการลด CYCLE TIME (เวลาคงที่)

- มอเตอร์ควรอยู่ในตำแหน่งที่สามารถไหลเครื่องจักรในลักษณะวิ่งลาดลงหากสามารถทำได้
- จัดเวลาหยุดรอในงานดักโดยการจำกัดอัตราส่วนจำนวนสแครปเปอร์และแทรกเตอร์ที่ใช้ดินให้ถูกต้อง
- ปรับเวลาที่ใช้ในการไหลให้เหมาะสม เมื่อระยะทางลำเลียงหรือสภาพของงานเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
- แทรกเตอร์ที่ใช้ดินสแครปเปอร์คาร์ดิทรีปเปอร์และในบางกรณีจะต้องใช้รีปเปอร์ชุดก่อนใช้สแครปเปอร์

#### เมื่อต้องการลด TRAVEL TIME (เวลาวิ่ง)

- วางแผนและกำหนด เส้นทางลำเลียงวัสดุอย่างรัดกุม การวางจุดทำงานเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง แม้ระยะทางสั้นสุดระหว่างจุดสองจุดจะเป็นทางตรงบางทีเราก็กู้ทางอ้อมเพื่อหลีกเลี่ยงทางชันหรือทางขรุขระ
- ใช้รถเกี่ยปรับสภาพทางวิ่งให้ดีอยู่เสมอ

ใบเครื่องของ CYCLE TIME นี้จะเข้าใจดีขึ้นเมื่อพิจารณาความแตกต่างกับปริมาณงานต่อชั่วโมงของเครื่องจักร

### 1.2 MATERIAL (วัสดุ)

ปริมาณงานที่เครื่องจักรจะทำได้มากหรือน้อยขึ้นกับการใช้เครื่องจักรให้ถูกกับชนิดและคุณสมบัติของวัสดุ คุณสมบัติบางอย่างของวัสดุ ได้แก่ การพองตัว (SWELL), การหดตัว (SHRINKAGE), ความหนาแน่น (ANGL. OF REPOSE) ฯลฯ จะมีผลกับปริมาณงานต่อชั่วโมงของเครื่องจักรด้วย เช่น ความหนาแน่นของวัสดุจะมีผลต่อน้ำหนักบรรทุก เป็นต้น เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุและการเลือกใช้เครื่องจักรให้ถูกกับชนิดของวัสดุนั้นมียุ่ในคู่มือผู้บริหารเครื่องจักรกลเรื่องการจัดชุดเครื่องจักร ตอนที่ 1

### 1.3 JOB EFFICIENCY (ประสิทธิภาพในการทำงาน)

ในการคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงที่เครื่องจักรทำได้จะคิดจากปริมาณงานมาตรฐานภายใต้สภาวะอุดมคติ (STANDARD PRODUCTIVITY UNDER IDEAL CONDITION) บวกคูณด้วยตัวประกอบ (FACTOR) ด้วหนึ่งเพื่อให้ได้ค่าที่เป็นจริงในทางปฏิบัติ ตัวประกอบนี้เรียกว่า "JOB EFFICIENCY"

JOB EFFICIENCY ขึ้นกับปัจจัยต่างๆอย่าง เช่น สภาพภูมิประเทศ, ความชำนาญของพนักงานขับ, ความเหมาะสมในการเลือกและจัดเครื่องจักรและขาดการบำรุงรักษา เป็นต้น โดยเหตุที่ JOB EFFICIENCY ขึ้นกับปัจจัยต่างๆอย่าง การใช้ท่าที่ถูกต้องแน่นอนจึงต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญอย่างมาก ค่าตามตารางที่ 1 ข้างล่างนี้เป็นแนวทางหมายามๆสำหรับใช้ในการคำนวณ



ตารางที่ 1

JOB EFFICIENCY

สภาพและลักษณะการทำงาน OPERATING CONDITION	การบำรุงรักษาเครื่องจักร (MAINTENANCE OF MACHINE)				
	ดีมาก EXCELLENT	ดี GOOD	ธรรมดา NORMAL	ค่อนข้างเลว RATHER POOR	เลว POOR
ดีมาก EXCELLENT	0.83	0.81	0.76	0.70	0.63
ดี GOOD	0.78	0.75	0.71	0.65	0.60
ธรรมดา NORMAL	0.72	0.69	0.65	0.60	0.54
ค่อนข้างเลว RATHER POOR	0.63	0.61	0.57	0.51	0.45
เลว POOR	0.52	0.50	0.47	0.42	0.32

จากเงื่อนไขของระดับ OPERATING CONDITIONS (สภาพการทำงาน) นี้จะได้ผล  
เพียงใดจะพิจารณาโดยวิธีต่อไปนี้ (ต้องพิจารณาทั้งหมดด้วยกันแล้วตัดสินใจว่าจะใช้ค่าระดับใด)

- ก. ความเหมาะสมของเครื่องจักรกับสภาพภูมิประเทศ
- ข. การบำรุงรักษาเครื่องจักร
- ค. สภาพสิ่งแวดล้อมในการทำงาน เช่น ขนาดพื้นที่, ภูมิอากาศ, แสงสว่าง
- ง. วิธีที่ใช้ในการทำงานและการเตรียมการต่างๆ
- จ. ความชำนาญหรือประสิทธิภาพของพนักงานขับและผู้ควบคุมงานในวิธีการ  
ทำงานที่ใช้

ส่วนระดับ MAINTENANCE OF MACHINE (การบำรุงรักษาเครื่องจักร) จะ  
พิจารณาเลือกใช้โดยคำนึงถึง

- ก. ความสม่ำเสมอและถูกต้องในการเปลี่ยนถ่ายและบริการหล่อลื่น
- ข. สภาพของใบมีดเครื่องจักร
- ค. การตั้งเครื่องจักรให้ใช้ให้เหมาะสม

2. วิธีคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของเครื่องจักร

ในการคำนวณเพื่อวางแผนการทางานโดยปกติ เราจะใช้ค่าปริมาณงานที่เครื่องจักรทำได้ต่อชั่วโมง (CAPACITY PRODUCTION) ซึ่งอาจจะเป็น  $m^3/ชม.$  ( $m^3/h$ ) หรือ  $yd^3/ชม.$  ( $yd^3/h$ ) โดยคิดจากปริมาณงานที่เครื่องจักรทำได้คือ 1 วงรอบการทางานและจำนวนวงรอบที่เครื่องจักรทำได้ใน 1 ชั่วโมง สูตรการคำนวณจะเป็นดังนี้

$$Q = q \times N \times E = q \times \frac{60}{C_m} \times E$$

เมื่อ Q = ปริมาณงานต่อชั่วโมง (CAPACITY PRODUCTION) เป็น  $m^3/ชม.$

q = ปริมาณงานต่อ 1 วงรอบการทางาน (PRODUCTION PER CYCLE)

เป็น  $m^3$  (หรือ  $yd^3$ ) โดยได้จากขนาดความจุของเครื่องจักร

N = จำนวนวงรอบต่อชั่วโมง (NUMBER OF CYCLES PER HOUR) =  $\frac{60}{C_m}$

E = ประสิทธิภาพในการทางาน (JOB EFFICIENCY)

$C_m$  = เวลาที่ใช้ในการทางาน 1 วงรอบ เป็นนาที (CYCLE TIME IN MINUTES)

3. การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถแทรกเตอร์ตีนตะขาบ

คำนวณจากสูตร

$$Q = q \times \frac{60}{C_m} \times E$$

โดยใช้ค่าต่างๆในสูตรดังนี้

3.1 ปริมาณงานต่อ 1 วงรอบการทางาน (q)

สำหรับการเดินดินจะหึงปริมาณจาก

$$q = L \times W \times D$$

เมื่อ L = ความยาวของขดไถ (m) หรือ (ft) W = ความกว้างของขดไถ (m) หรือ (ft) D = ความลึกของขดไถ (m) หรือ (ft)

H = ความสูงของไอน้ำ (BLADE HEIGHT)

a = ตัวประกอบเพื่อปรับค่า (BLADE FACTOR)

การคำนวณปริมาณลมที่แทรกแซงได้จริงได้จะวงรอบการทำงานจะคิดจากความกว้างของไอน้ำ คูณ (ความสูงของไอน้ำ)<sup>2</sup> แต่การคำนวณจริงเกี่ยวกับปริมาณดังกล่าวจะแตกต่างกันเมื่อต้นวัสดุข้างหนึ่งกัน

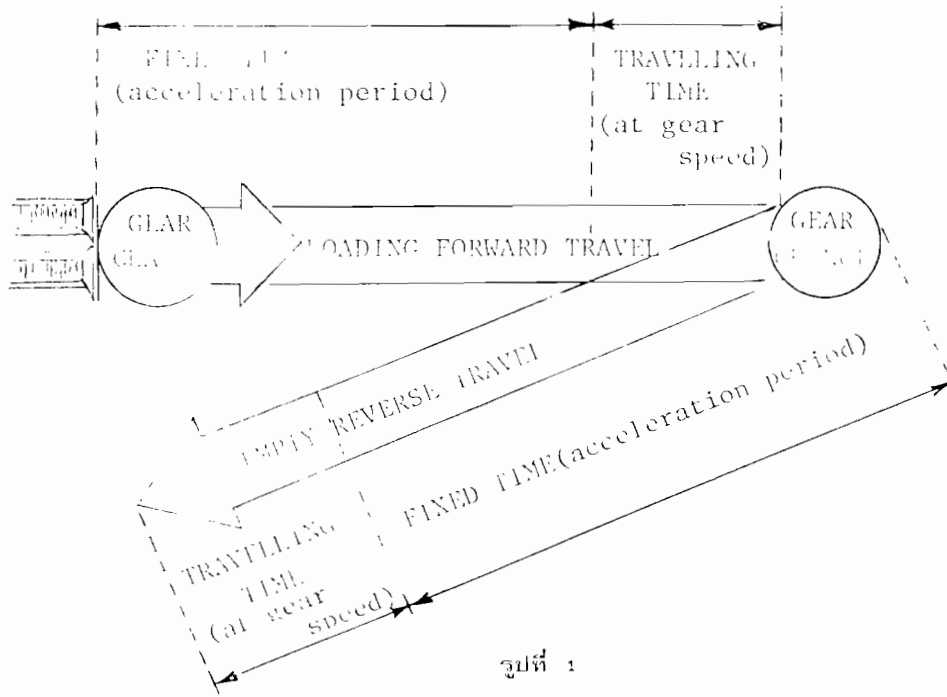
ค่า BLADE FACTOR(a) เป็นตัวประกอบเพื่อปรับค่าให้ถูกต้องใกล้เคียงโดยใช้ค่าดังนี้

ตารางที่ ๒

BLADE FACTOR ของวงรอบแทรกแซงไอน้ำ ความ

	ระดับความเสียหายของงาน	BLADE FACTOR(a)
การต้นง่าย ๆ	- ลายการต้นไม้ได้เต็มไอน้ำ เนื่องจากเป็นต้นกลมโดยตลอด - ต้นทรายที่ไม่ได้มัดอัด, ต้นต่างๆไปและวัดทุกองศาตัดที่มีปริมาณความชื้นน้อย	1.1 ~ 0.9
การต้นระดับปานกลาง	- ต้นกลมแต่ไม่สามารถต้นไม้ได้เต็มไอน้ำ - ต้นปนกรวด, ทราย, ดินละเอียด	0.9 ~ 0.7
การต้นค่อนข้างมาก	- ต้นเหนียวที่มีปริมาณความชื้นมากและเหนียวตัด, ทรายปนหิน, ดินเหนียวหรือดินธรรมชาติที่แห้งแข็ง	0.7 ~ 0.6
การต้นยากๆ	- หินจากการระเบิดหรือหินก้อนใหญ่ๆ	0.6 ~ 0.4

3.2 CYCLE TIME ( $C_m$ )



CYCLE TIME ของแทรกเตอร์ดินตะขวยได้แก่เวลาที่ใช้ในการเดิน, การถอยหลังและการเปลี่ยนเกียร์ ซึ่งกำหนดดังนี้

$$C_m = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z$$

เมื่อ D = HAUL DISTANCE (ระยะต้นวัสดุ) เป็นเมตร

F = FORWARD SPEED (ความเร็วเดินหน้า) เป็นเมตร/นาที

R = REVERSE SPEED (ความเร็วถอยหลัง) เป็นเมตร/นาที

Z = เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนเกียร์เป็นนาที

ความเร็วเดินหน้าจะใช้ 3-5 กม./ชั่วโมง และถอยหลัง 5-7 กม./ชั่วโมง

ถ้าเป็นแทรกเตอร์แบบ POWER SHIFT จะใช้ความเร็วเดินหน้าและถอยหลังเป็น 0.75 และ 0.85 ของความเร็วสูงสุดของเกียร์ที่ใช้ทำงานตามลำดับ

หมายเหตุ : เวลาในการเปลี่ยนเกียร์ ได้กำหนดไว้โดยกรมการช่าง

ตารางที่ 3

เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนเกียร์ของรถแทรกเตอร์ดินตะขำ

CRUISE-DRIVE MACHINE	
แมมสันเกียร์อื่นเดี่ยว	0.10 นาที
แมมสันเกียร์ 2 อัน	0.20 นาที
POWER-SHIFT MACHINE	0.05 นาที

3.3 JOB EFFICIENCY

ใช้ค่าต่างตารางที่ 1

4. การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถตัดดินตะขำและรถตัดกล้วย

คำนวณจากสูตร

$$Q = q \times \frac{60}{C_m} \times E$$

โดยใช้ค่าต่างๆในสูตรดังนี้

4.1 ปริมาณงานต่อ 1 รอบการทำงาน (q)

$$q = q_1 \times K$$

$q_1$  = ความจุของบั้งที่ (HEAPED CAPACITY)

K = ตัวประกอบเพื่อปรับค่า (BUCKET FACTOR)

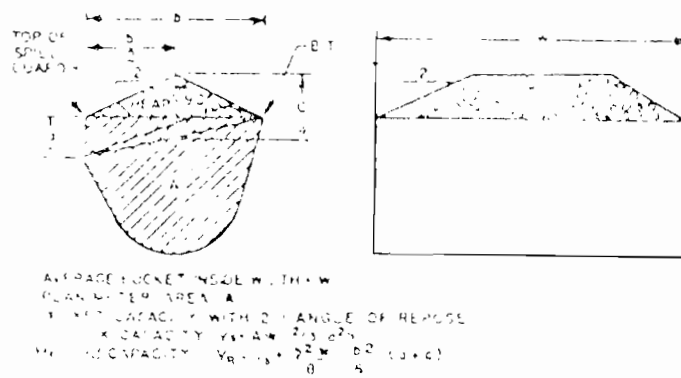
ปริมาณวัสดุที่ตักได้แต่ละบั้งที่จะมากหรือน้อย ตักจนพูนได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับชนิด

และคุณสมบัติของวัสดุจึงต้องมีค่า BUCKET FACTOR(K) เพื่อปรับค่าดังนี้

ตารางที่ 4  
BUCKET FACTOR สำหรับรถตัก

	ระดับความยากง่ายของงาน	Bucket factor
การตักง่าย ๆ	การตักวัสดุกองสต็อกหรือวัสดุซึ่งตักหรือขุดไว้แล้วและไม่ต้องการแรงขุดโดยสามารถตักได้สูง เช่น ทราย, ดินทราย สิ่งที่มีความชื้นปานกลาง	1.0-0.8
การตักระดับปานกลาง	ตักวัสดุกองสต็อกความสูงซึ่งตักค่อนข้างแต่ก็ทำได้เกือบจนเต็มที เช่น ทรายแห้ง, ดินทราย, ดินเหนียว เป็นต้น	0.8-0.6
การตักค่อนข้างยาก	วัสดุที่ละเอียด, ดินเหนียวแข็ง, ทรายปนขี้เถ้าหรือวัสดุอื่นๆที่ตักให้เต็มบุงก็ทำได้ยาก	0.6-0.5
การตักมาก ๆ	วัสดุที่มีความชื้นและรูปร่างต่างกันมากหรือหินที่มีช่องว่างแทรกอยู่มาก เช่น หินระเบิด, กว้างก้อนโต, ทรายปนกรวดก้อนโต เป็นต้น	0.5-0.4

สำหรับความจุของบุงที่จะดูได้จากคู่มือประจำเครื่องจักรนั้นหรือคำนวณดังนี้



$$\text{ความจุของบั้งที่} = V_s + \frac{b^2W}{8} - \frac{b^2(a+c)}{6}$$

$$\text{และ } V_s = AW - \frac{2}{3} a^2b$$

เมื่อ A = พื้นที่หน้าตัดที่กึ่งกลางบั้งที่

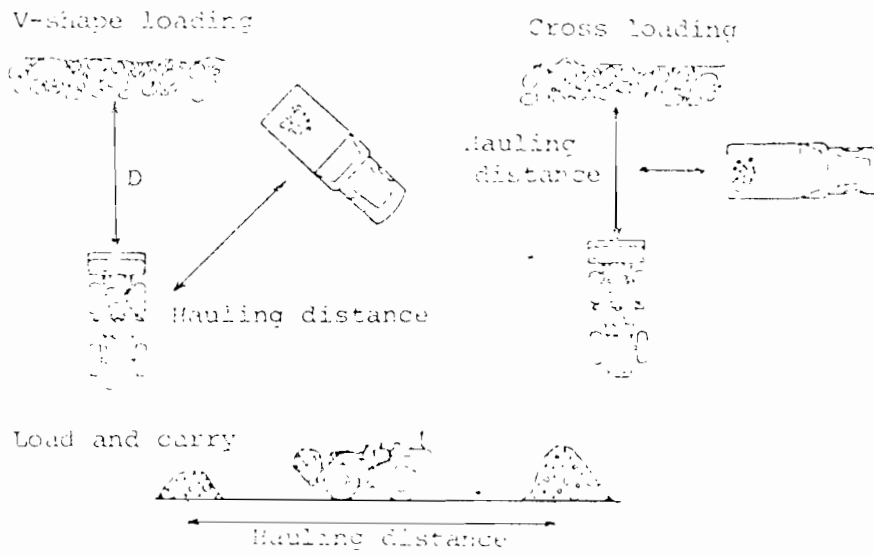
W = ความกว้างเฉลี่ยด้านในบั้งที่

a = ความสูงของแผ่นกันดินวัดที่กึ่งกลางบั้งที่

c = ความกว้างปากบั้งที่วัดที่กึ่งกลางบั้งที่

#### 4.2 CYCLE TIME (C<sub>m</sub>)

ลักษณะการดำเนินงานของรถตักจะเป็นแบบต่างๆตามรูปข้างล่าง



รูปที่ 3

ดังนั้นการคำนวณ CYCLE TIME จะคำนวณได้ดังนี้

ก. CROSS LOADING และ LOAD AND CARRY

$$C_{TL} = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z$$

ข. V-SHAPE LOADING

$$C_{TL} = \frac{D}{F} \times 2 + \frac{D}{R} \times 2 + Z$$

ค.  $C_{TL}$  = CYCLE TIME เป็นนาที

D = HAUL DISTANCE (ระยะทางรวม) เป็นเมตร

F = FORWARD SPEED (ความเร็วเดินหน้า) เป็นเมตร/นาที

R = REVERSE SPEED (ความเร็วถอยหลัง) เป็นเมตร/นาที

Z = FIXED TIME (เวลาคงที่) เป็นนาที

HAULING DISTANCE ได้จากรูป ส่วน FORWARD และ REVERSE

SPEED ใช้ดังนี้

(1) V-SHAPE OR CROSS LOADING

ปกติจะใช้เกียร์ 2 หรือ 3 ในการวิ่งไปข้างหน้าหรือถอยหลังโดยรถดักที่

ใช้ทอร์คคอนเวอเตอร์ จะใช้ความเร็วใน SPECIFICATIONS ของรถดักนั้นคูณด้วย 0.8

สำหรับการคำนวณ

(2) LOAD AND CARRY ใช้ค่าตามตารางนี้

ตารางที่ 5

ความเร็วเดินหน้าและถอยหลังใช้ในการคำนวณปริมาณแบบ LOAD AND CARRY ของรถดัก

	HAULING DISTANCE				
	40 m	60 m	80 m	100m	OVER 100 m
Forward speed	11-13	13-15	15-17	16-17	17-19
Reverse speed	11-15	15-17	17-18	18-19	18-20

หมายเหตุ : หน่วยเป็น กม./ชั่วโมง



สำหรับ FIXED TIME ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนเกียร์, ดัก, เลี้ยว, รถ  
รถดับ, เข้าที่และหนีสูญ โดยจะใช้ค่าจากตารางดังนี้

ตารางที่ 6

FIXED TIME สำหรับรถดักเป็นนาที

	V-SHAPE LOADING	CROSS LOADING	LOAD AND CARRY
Direct drive	0.25	0.35	-
Hydraulic shift drive	0.20	0.30	-
Torqueflow drive	0.20	0.30	-

#### 4.3 JOB EFFICIENCY

ใช้ค่าตามตารางที่ 1

### 5. การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถดั้ม

พิจารณาสິงต่างๆตามขั้นตอนดังนี้

#### 5.1 CYCLE TIME

แต่ละวงรอบการทำงานของรถดั้มจะประกอบด้วย

1. เวลาที่รถดั้มใช้ในการดักสิง
2. เวลาที่ใช้ในการลาเลียง
3. เวลาที่ใช้ในการเทรวมตั้งเวลารอบเท
4. เวลาวิ่งกลับ
5. เวลาจอดเข้าที่และรอรถกลับ

ดังนี้

Cycle Time (min)	Time to load (min)	Time to haul (min)	Time to dump (min)	Time to return (min)	Total cycle time (min)
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6

$$C_{ms} = C_{ms} + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2$$

$C_{ms}$  = cycle time ของรถดั้ม เป็นนาที

$D$  = ความยาวรอบที่รถตักต้องใช้ในการชักให้เต็มรถดั้ม

$C_{ms}$  = cycle time ของรถดั้ม เป็นนาที

$D$  = Hauling Distance (ระยะลำเลียงวัสดุ) ของรถดั้ม เป็นเมตร

$V_1$  = ความเร็วเฉลี่ยของรถดั้มขณะบรรทุกวัสดุ เป็นเมตร/นาที

$V_2$  = ความเร็วเฉลี่ยของรถดั้มขณะกลับเปล่าวิ่งกลับ เป็น เมตร/นาที

$t_1$  = เวลาที่ใช้ในการกลับของรถดั้ม เป็น นาที

$t_2$  = เวลาที่ใช้ในการงอเข้าที่ขณะรถกลับ เป็น นาที

เราจะพิจารณา เวลาต่างๆดังต่อไปนี้

ก.) เวลาที่รถตักใช้ในการชักใส่ (Loading time)

$$= \text{Cycle time ของรถตัก}(C_{ms}) \times \text{จำนวนรอบที่รถตักต้องใช้ในการชักใส่เต็มรถดั้ม}(n)$$

ซึ่ง  $n$  จะได้จาก

$$n = \frac{\text{ความจุของรถดั้ม}(m^3)}{\text{ความจุของรถตัก}(m^3) \times \text{bucket factor}(K)}$$

หรือถ้าเป็นวัสดุที่หนักจนไม่สามารถบรรจุเต็มรถดั้มจะคิดจากพิกัดน้ำหนักบรรทุก

ของรถดั้มดังนี้

$$n = \frac{\text{พิกัดบรรทุกของรถดั้ม}(ก.ก.)}{\text{ความจุของรถตัก} \times \text{bucket factor} \times \text{ความหนาแน่นของวัสดุ}(ก.ก./m^3)}$$

ข.) เวลาที่ใช้ในการลำเลียงวัสดุและเวลารั้งกลับ

จะมากหรือน้อยขึ้นกับความเร็วของรถดั้ม ซึ่งรถดั้มจะวิ่งได้เร็วหรือช้า

ก็ย่อมแล้วแต่สภาพเส้นทางลำเลียง ดังนั้นในการพิจารณาเราจะแบ่งพิจารณาเป็นช่วงๆตามสภาพ

เส้นทางลำเลียง ที่ถือคิดเวลาที่ใช้ในแต่ละช่วงของเส้นทางลำเลียงที่มีสภาพและความลาดเอียง

เป็นอย่างเดียวกันแล้วนำเวลาของแต่ละช่วงนั้นมารวมกัน

$$\text{จาก เวลา} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{ความเร็ว}}$$

เวลาของแต่ละช่วงจึงขึ้นอยู่กับความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในช่วงนั้นและความเร็วที่ใช้ที่ย่อแฉับแล้วรวมถึงค่าของการเคลื่อนที่อื่นได้แก่ Rolling Resistance (แรงต้านทานการหมุนของล้อ) และ Grade Resistance (แรงลดจากความลาดเอียง) ดังนั้นจึงต้องหาแรงต้านทานการเคลื่อนที่นี้ แล้วนำค่าที่ได้กับค่าน้ำหนักรวมของรถไปเทียบใน PERFORMANCE CURVE ประจำรถคันนั้น เพื่อหาความเร็วและความเร็วที่ต้องใช้ในช่วงนั้นๆจึงจะหาเวลาที่ได้ออกมาได้

ค่าของ Rolling Resistance และ Grade Resistance หาได้จากตารางดังนี้

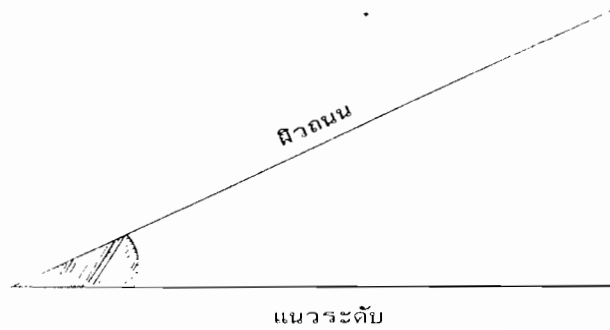
ตารางที่ 7  
ROLLING RESISTANCE ของรถดับ

สภาพเส้นทางลำเลียง	ROLLING RESISTANCE คิดเป็น % ของน้ำหนักรวมของรถ
ถนนลูกรักษาดี, ผิวเรียบ, ราคน้ำพอเหมาะและไม่ขุยเมื่อวิ่งผ่าน	2%
ถนนลูกรักษาดี, ผิวเรียบ, ราคน้ำพอเหมาะแต่ขุยตัวเล็กน้อยเมื่อวิ่งผ่าน	3.5%
ถนนลูกรักษาไม่ถี่นัก, ไม่ได้ราคน้ำ, และขุยตัวเมื่อวิ่งผ่าน	5.0%
ถนนลูกรักษาไม่ดี, พื้นถนนไม่แน่นหรือไม่มั่นคง, เป็นร่องได้ง่าย	8.0%
ถนนทรายหรือกรวดหลวมๆ	10.0%
ถนนที่ไม่มีการดูแลรักษา, อ่อน, เป็นโคลน, เป็นร่องลึก	15 ถึง 20%

ตารางที่ 8  
GRADE RESISTANCE ของรถดัมป์

ขนาดรถ (องศา)	Grade (องศา)	ขนาดรถ (องศา)	Grade Resistance %	ขนาดรถ (องศา)	Grade Resistance %
1	1.8	11	19.0	21	35.8
2	2.7	12	20.8	22	37.5
3	3.6	13	22.5	23	39.1
4	4.5	14	24.2	24	40.2
5	5.4	15	25.9	25	42.3
6	6.3	16	27.6	26	43.8
7	7.2	17	29.2	27	45.4
8	8.1	18	30.9	28	47.0
9	9.0	19	32.6	29	48.5
10	9.9	20	34.2	30	50.0

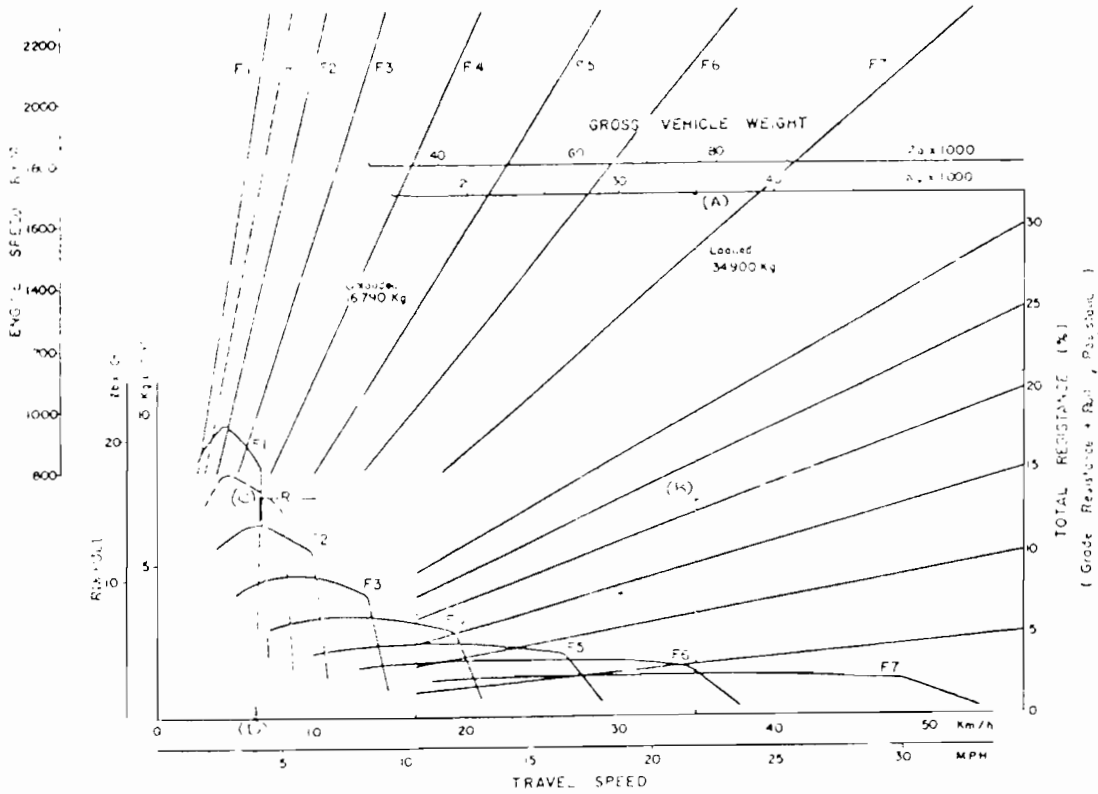
หมายเหตุ ตัวเลขเป็น % ของน้ำหนักรวมของรถดัมป์และถ้ำมูลลาด คือมุมตามรูป



เมื่อได้ค่า Rolling Resistance และ Grade Resistance แล้วนำมา  
รวมกัน จากนั้นจึงหาค่าเกียร์และความเร็วที่ใช้จาก PERFORMANCE CURVE ของรถคันนั้น เช่น  
ตัวอย่างสำหรับรถดั้ม KOMASTU HD 180-4 ในรูปที่ 4

รูปที่ 4 TRAVEL PERFORMANCE CURVE

KOMASTU HD180-4 DUMP TRUCK



จากรูปที่ 4 เมื่อทราบน้ำหนักทั้งหมด (A) ลากเส้นตามแนวตั้งมาพบเส้น  
Total Resistance ของเส้นทางลำเลียงช่วงนั้นที่ (B) จากนั้นลากเส้นตามแนวระดับจาก (B)  
ไปพบเส้นกราฟที่พล็อตระหว่างแรงขับกับความเร็วกี่เกียร์ต่างๆที่ (C) แล้วลากเส้นตั้งลงมาอ่านค่า  
ความเร็ว (D) ตัวอย่างเช่น Grade Resistance เป็น 22% และ Rolling Resistance  
4% หากบรรทุกความถ่วงอีกราว 34.9 ตัน จะต้องวิ่งด้วยความเร็ว 6 กม.ต่อชั่วโมงโดยใช้  
เกียร์ 1

ค่าความเร็วที่ได้นี้จะถือว่า เป็นความเร็วสูงสุดตามทฤษฎี การคำนวณเพื่อหาเวลาที่ใช้จะอิงใช้ค่าความเร็วเฉลี่ยซึ่งได้จากความเร็วสูงสุดตามทฤษฎีคูณด้วยตัวประกอบตัวหนึ่ง เรียกว่า "SPEED FACTOR" ตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑  
SPEED FACTOR ของรถลิ้ม

ระยะ ของช่วง กัดทางค่าเฉลี่ย ที่มีจำนวน (เมตร)	เบ็กริ่งในช่วงนั้นโดยเริ่มจากหยุดนิ่ง (เช่น เป็นช่วงแรกของเส้นทาง- ค่าเฉลี่ย)	เบ็กริ่งเป็นค่าเบี่ยงเบน ช่วงนั้น (เช่น เป็นช่วง กลางของเส้นทาง- ค่าเฉลี่ย)
0 - 100	0.25 - 0.50	0.50 - 0.70
100 - 250	0.35 - 0.60	0.60 - 0.75
250 - 500	0.50 - 0.65	0.70 - 0.80
500 - 700	0.60 - 0.70	0.75 - 0.80
750 - 1000	0.65 - 0.75	0.80 - 0.85
1000 -	0.70 - 0.85	0.80 - 0.90

จากตารางจะหาค่าความเร็วเฉลี่ยได้โดย

$$\text{ความเร็วเฉลี่ย} = \text{ความเร็วสูงสุดที่ได้จาก Performance Curve} \times \text{Speed Factor}$$

วิธีการเลือกค่า Speed Factor นั้นหากเป็นการวิ่งลงเนินเขาจะเปลี่ยนเกียร์จนถึงเกียร์ที่ต้องการได้ในเวลาสั้นสั้นจึงใช้ค่าก่อนไปทางมาก แต่ถ้าเป็นการวิ่งในทางราบหรือวิ่งขึ้นเนินจะใช้ค่าก่อนมาทางค่าน้อยของช่วง Speed Factor นั้น

ค่าความเร็วเฉลี่ยที่หาได้นี้ใช้สำหรับสภาพการมีอุปสรรคทั่วไป ถ้าหากมีสิ่งอื่นมาทำให้เสียเวลามากขึ้น จะต้องนำตัวประกอบเหล่านั้นมาคิดด้วยสิ่งที่จะทำให้เสียเวลามากขึ้นและต้องพยายามหลีกเลี่ยง ได้แก่

- รถแล่นสวนกันในทางแคบ
- มีโค้งอันตรายหรือมีโค้งหลวมๆโค้ง
- มีช่วงที่ขอบเส้นทางโค้งสูงชัน เช่น โค้งออก

- มีสะพานแคบหรือมีช่วงต่งกับทางรถไฟหรือมีสี่แยกหลายจุด
- คนขับไม่มีความชำนาญ เป็นต้น

เมื่อได้ความเร็วเฉลี่ยแล้วก็จะหาเวลาที่ใช้ในช่วงเส้นทางลำเลียงได้จาก

$$\text{เวลา} = \frac{\text{ระยะทางของช่วงนั้น}}{\text{ความเร็วเฉลี่ย}}$$

จากนั้นนำเวลาของทุกช่วงมารวมกัน จะได้เวลาในการลำเลียงหรือวิ่งกลับ

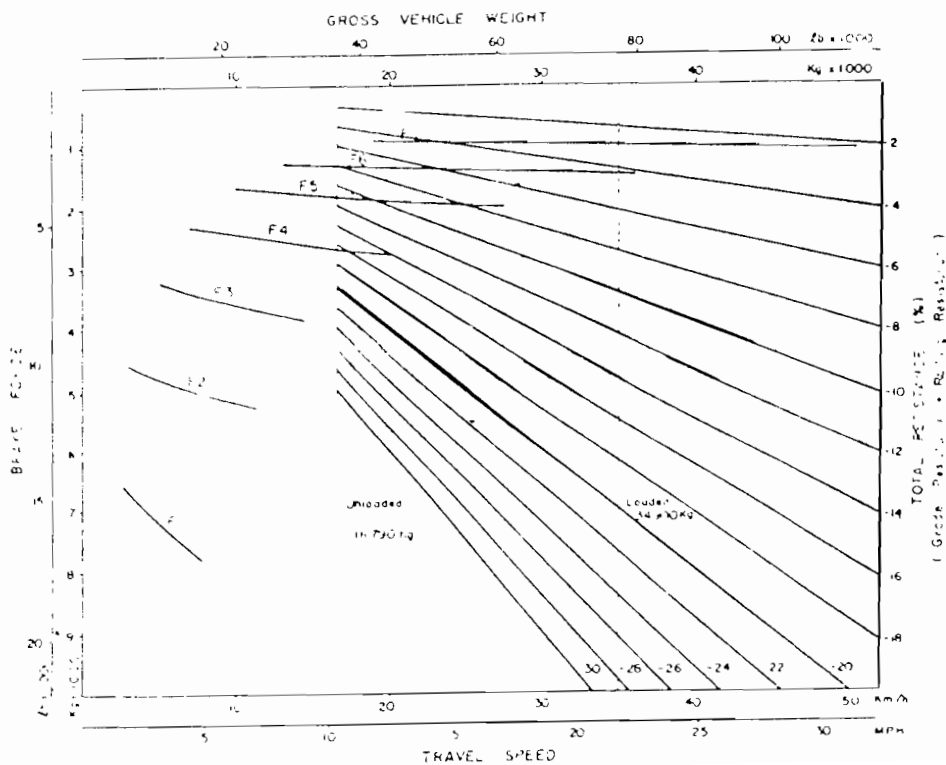
สำหรับการวิ่งลงเนินจะหาเกียร์และความเร็วที่ใช้ได้จาก Retarder

Performance Curve โดยวิธีเดียวกัน รูปที่ 5 เป็นตัวอย่างสำหรับรถตม KOMATSU HD180-4

รูปที่ 5

RETARDER PERFORMANCE CURVE

KOMATSU HD180-4 DUMP TRUCK



ก.) เวลาที่ใช้ในการเทวัสดุ(DUMPING TIME)

ก่อนช่วงเวลาดังแต่วิ่งเข้าสู่บริเวณเทวัสดุจนกระทั่งวิ่งกลับหลังจากเทวัสดุเสร็จ เวลาที่ใช้เทวัสดุขึ้นอยู่กับค่าแต่สภาพการเท อย่างไรก็ตามก็อาจใช้ตัวเลขในตารางที่ 10 เป็นแนวทาง

ตารางที่ 10  
เวลาที่ใช้ในการเทวัสดุของรถตีม

สภาพและลักษณะการทำงาน	เวลาที่ใช้(นาที)
เทในบ่อขุด	0.5 - 0.7
พลิกหรือร่อนดิน	1.0 - 1.3
ไม่เอื้ออำนวย	1.5 - 2.0

ง.) เวลาที่ใช้ในการจอดเข้าที่และรอรอดัก

ขึ้นอยู่กับสภาพการทำงานโดยใช้ค่าตามตารางที่ 11 เป็นแนวทาง

ตารางที่ 11  
เวลาที่รถตีมใช้ในการจอดเข้าที่และรอรอดัก

สภาพและลักษณะการทำงาน	เวลาที่ใช้(นาที)
เอื้ออำนวย	0.1 - 0.2
พลิกหรือร่อนดิน	0.25 - 0.35
ไม่เอื้ออำนวย	0.4 - 0.5

จากเวลาทั้งหมดตั้งแต่ ก.) ถึง ง.) ก็จะหาค่า Cycle Time ของรถตีมได้

5.2 วิธีคำนวณปริมาณงาน

เมื่อหา Cycle Time ได้แล้วปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถตีมจะหาได้จากสูตร

$$Q = q_f \times \frac{60}{C_{sum}} \times E_L$$

เมื่อ  $q_f$  = ปริมาณงานต่อ ชั่วโมงของรถตีม (ลบของรถตีม)



$C_{mt}$  = Cycle Time ของรถดีม

$E_t$  = Job Efficiency ของรถดีม (ดูตารางที่ 1)

ในการใช้รถดีมหลายคัน เป็นชุดหาคากการคางานของแต่ละคัน เป็นแบบ เดียวกัน และสม่ำเสมอ ปริมาณงานต่อชั่วโมงของชุดรถดีมนี้จะเป็น

$$P = q_t \times \frac{60}{C_{mt}} \times E_t \times M$$

เมื่อ  $P$  = ปริมาณงานต่อชั่วโมงของชุดรถดีม

$M$  = จำนวนรถดีมที่ใช้

สำหรับจำนวนรถดีมที่ใช้คำนวณควมวิธีในข้อ 5.3

### 5.3 การกำหนดจำนวนของรถดีมที่ต้องใช้

จำนวนของรถดีมที่สอดคล้องกับรถดักซึ่งทำงานได้เต็มที่ตลอด เวลาหาได้จากสูตร

$$M = \frac{1}{n} \times \frac{C_{mt}}{C_{ms}} \times \frac{E_s}{E_t}$$

$M$  = จำนวนรถดีมที่ต้องใช้

$C_{mt}$  = Cycle Time ของรถดีม

$C_{ms}$  = Cycle Time ของรถดัก

$n$  = จำนวนรอบที่รถดักต้องใช้ในการดักคนเต็มรถดีม

$E_s$  = Job Efficiency ของรถดัก

$E_t$  = Job Efficiency ของรถดีม

สูตรนี้ได้จากการคิดให้ปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถดัก เท่ากับปริมาณงานต่อ-  
ชั่วโมงของชุดรถดีม คือ

$$q_t \times \frac{60}{C_{mt}} \times E_t \times M = q_s \times \frac{60}{C_{ms}} \times E_s$$
$$\therefore M = \frac{q_s}{q_t} \times \frac{C_{mt}}{C_{ms}} \times \frac{E_s}{E_t}$$

$$\text{แต่ } \frac{q_s}{q_t} = \frac{1}{n}$$

$$\text{จึงได้ } M = \frac{1}{n} \times \frac{C_{mt}}{C_{ms}} \times \frac{E_s}{E_t}$$

จำนวนรถดีเซลและรถดักที่ต้องสำรองไว้

หากต้องการให้งานดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเมื่อสมน้ำเสมอจะต้องสำรอง-  
เครื่องจักรไว้ทดแทนกันที่ สี่ระหว่างปฏิบัติงาน

ตารางที่ 12

จำนวนรถดีเซลและรถดักที่ควรสำรองไว้

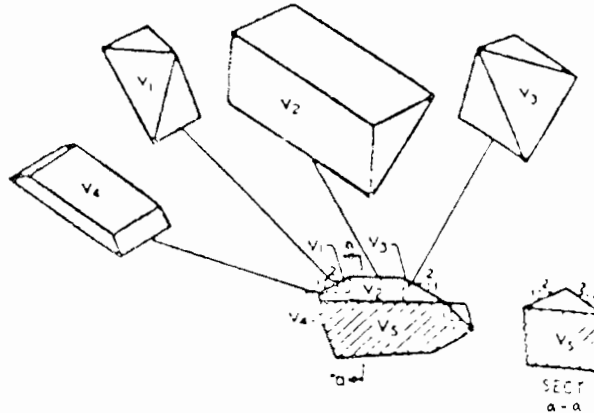
	จำนวนคันที่ใช้ซึ่งได้จากการคำนวณ	จำนวนที่ควรสำรองไว้
รถดีเซล	1 - 9	1
	10 - 19	2 - 3
รถดัก	1 - 3	1
	4 - 9	2

### 5.5 ความจุของรถดีเซล

ความจุของรถดีเซลดูได้จากคู่มือประจำรถดีเซลนั้น ส่วนใหญ่จะบอกความจุ SAE  
ซึ่งได้จากการคำนวณเฟรมมาตรฐานรูปที่ 6

รูปที่ 6 SAE DUMP TRUCK CAPACITY

SAE dump truck capacity



HEAPED CAPACITY  $V_H = V_S + (V_1 + V_2 + V_3 + V_4)$

STRUCK CAPACITY  $V_S$

6. การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถมอเตอร์สแครปเปอร์

คำนวณโดยใช้สูตร

$$Q = q \times \frac{60}{C_m} \times E$$

เมื่อ  $Q$  = Hourly Production (ปริมาณงานต่อชั่วโมง เป็น  $m^3/ชม.$ )

$q$  = Production Per Cycle (ปริมาณงานต่อ 1 รอบการทำงาน เป็น  $m^3$ )

$C_m$  = Cycle Time (เวลาที่ใช้ในการทำงาน 1 รอบ เป็นนาที)

$E$  = Job Efficiency (ประสิทธิภาพของการทำงาน)

ตัวประกอบต่างๆที่ใช้คำนวณในสูตรพิจารณาดังนี้

6.1 ปริมาณงานต่อ 1 รอบการทำงาน

ได้จาก  $q = q_1 \times K$

$q_1$  = ความจุของรถสแครปเปอร์ตูดได้จากคู่มือประจำเครื่องจักรซึ่งคิด  
 ปริมาตรตามรูปที่ 7

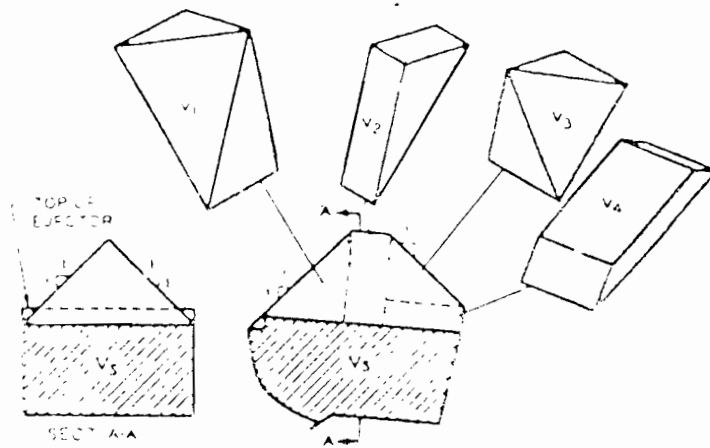
K Payload Factor เป็นตัวประกอบเพื่อปรับค่าเนื่องจากปริมาณ  
 ดินที่จะสามารถปาดและบรรจุได้ย่อมแล้วแต่ชนิดของดินการใช้ค่า  
 Payload Factor เป็นไปตามตารางที่ 13

ตารางที่ 13

PAYLOAD FACTOR ของมอเตอร์สแครปเปอร์

ชนิดของวัสดุ	ทราย	ดินเหนียวปนทราย	ดินเหนียว	ดินเหนียวปนโคลนหรือ ทรายปนกรวดก้อนโต
Payload Factor	0.90	0.80	0.70	0.65

รูปที่ 7 การคิดความจุของรถสแครปเปอร์



HEAPED CAPACITY  $V_H = V_s + (V_1 + V_2 + V_3 + V_4)$

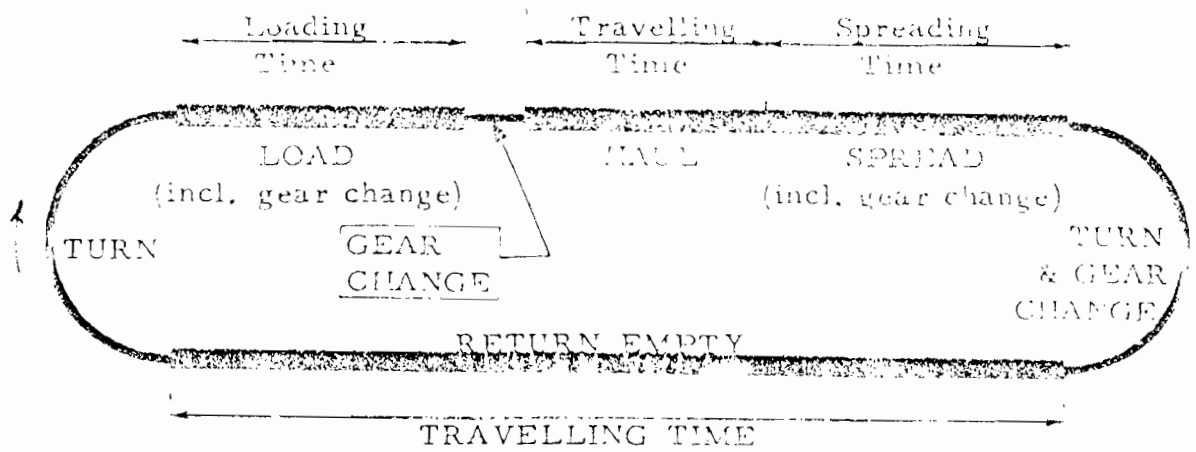
STRUCK CAPACITY  $V_s$

6.2 CYCLE TIME ( $C_m$ )

$$C_m = \text{Loading Time} + \text{Hauling Time} + \text{Spreading Time and Turning} \\ \text{(เวลาปาดบรรจุ)} \quad \text{(เวลาลำเลียง)} \quad \text{(เวลาทิ้งวัสดุและเลี้ยวกลับ)} \\ + \text{Return Time} + \text{Spot and Delay Time} \\ \text{(เวลารั้งกลับ)} \quad \text{(เวลาที่ใช้ในการเข้าที่เพื่อปาดดินจากบ่อดิน)}$$

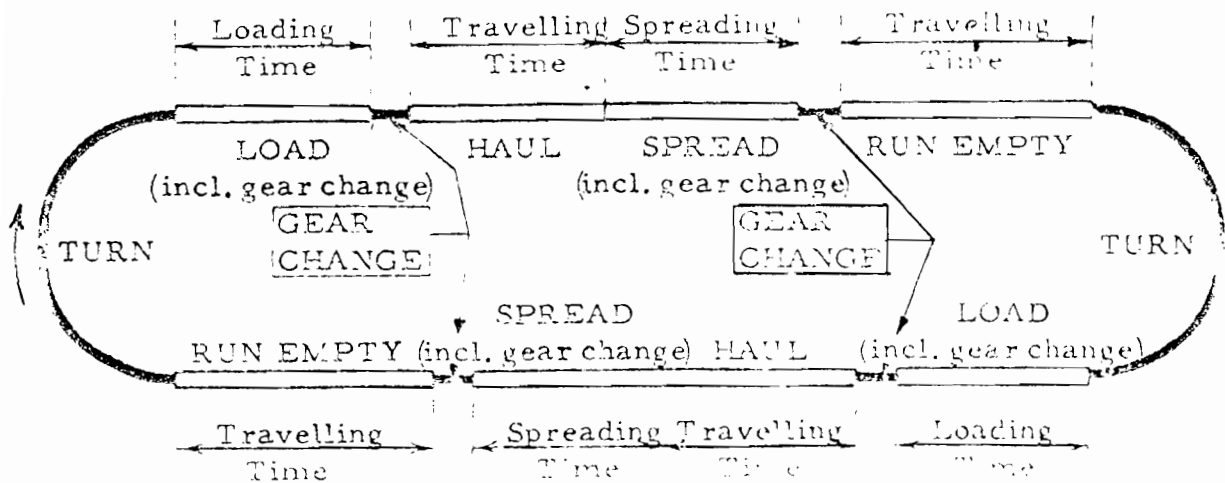
รูปที่ 8

วงรอบการทำงานของสแครปเปอร์แบบธรรมดา



รูปที่ 9

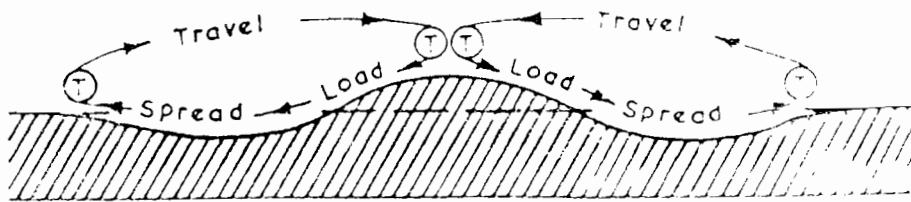
วงรอบการทำงานของสแครปเปอร์แบบมีประสิทธิภาพ



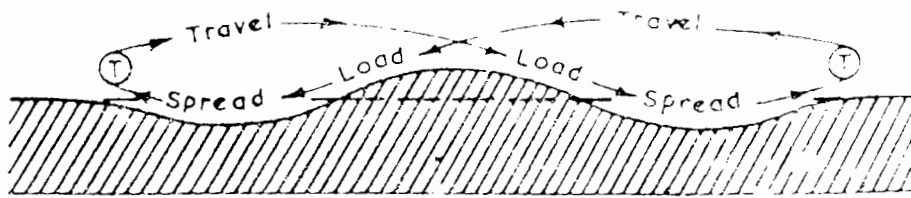
รูปที่ 10

เปรียบเทียบวิธีการทำงานของรถ เตอร์สแทรคเปอ์

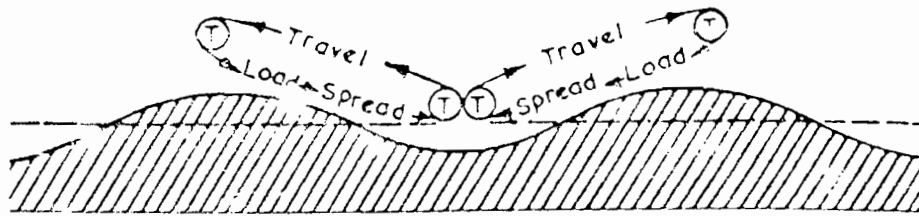
BAD 2 loads, 2 spreads, 4 turns



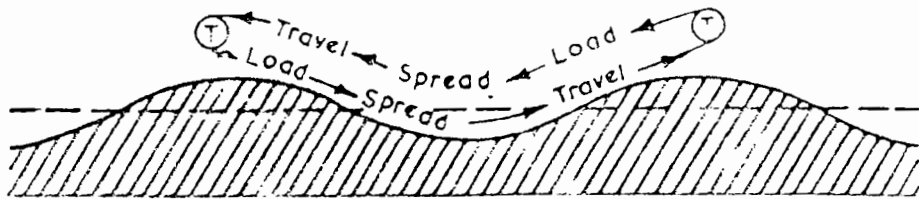
GOOD 2 loads, 2 spreads, 2 turns



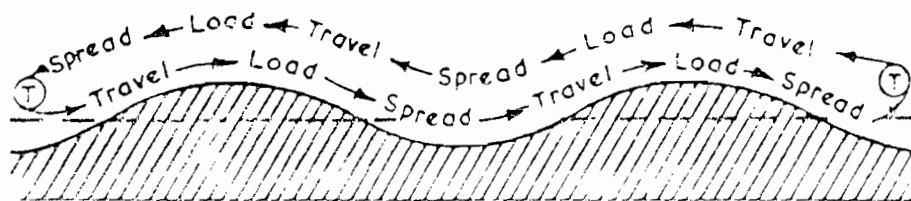
BAD 2 loads, 2 spreads, 4 turns



GOOD 2 loads, 2 spreads, 2 turns



BEST 4 loads, 4 spreads, 2 turns



เวลาต่างๆที่ใช้ในวงรอบการทำงาน เป็นดังนี้

ก.) LOADING TIME (เวลาปาดบรรจุ)

มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

- ชนิดและขนาดของรถสแครปเปอร์
- ชนิดของแทรกเตอร์ที่ใช้ดัน
- ชนิดของดินที่จะปาดบรรจุ
- สภาพของบ่อดิน
- ความชันของหน้างานขั้ม

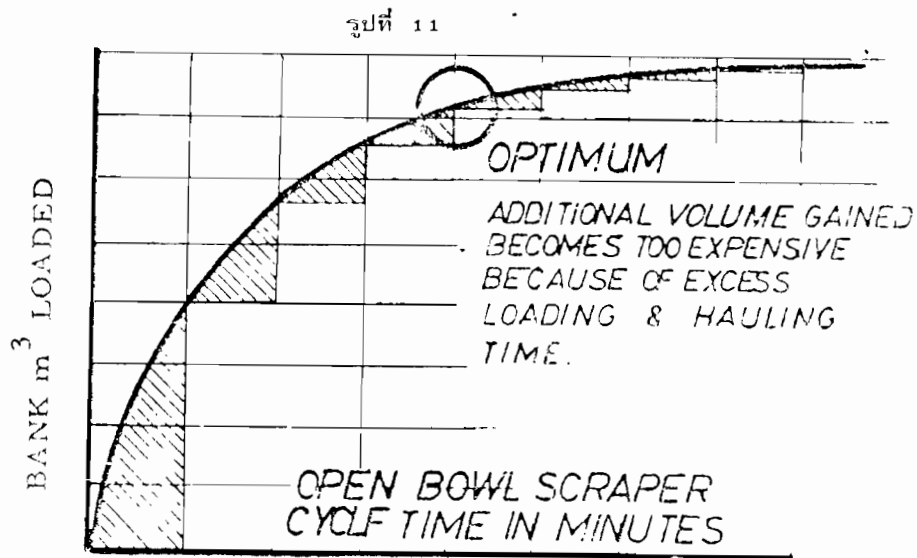
โดยปกติควรจะบรรจุจนเต็มภายในช่วงระยะเวลาดังนี้

30 เมตร หรือ 1 นาที สำหรับสแครปเปอร์ไม่เกิน 15 ม<sup>3</sup>

45 เมตร หรือ 1.5 นาที สำหรับสแครปเปอร์ตั้งแต่ 15 ม<sup>3</sup> ขึ้นไป

สำหรับดินบางชนิดจะไม่บรรจุจนพูนเต็มเพราะ 2-3 ม<sup>3</sup> สุดท้ายอาจจะใช้เวลา

มากจึงใช้วิธีบรรจุไม่เต็มแต่เพิ่มจำนวนเที่ยวดังกราฟในรูปที่ 11



ข.) HAULING TIME AND RETURNING TIME(เวลาลากและเวลาวิ่ง-กลับ)

เวลาที่ใช้ในการลากและเวลาวิ่งกลับนี้จะมากหรือน้อยย่อมแล้วแต่ความเร็วที่ใช้ซึ่งขึ้นกับสภาพเส้นทางลาก วิธีคำนวณจะใช้ PERFORMANCE CURVE และวิธีการเช่นเดียวกับรถตักซึ่งได้อธิบายไว้ในข้อ 5.1, ข.) โดยใช้ค่า SPEED FACTOR ตามตารางที่ 14

ตารางที่ 14  
SPEED FACTOR ของรถแทรกเตอร์

ระยะของช่วงเส้นทางลาก (เมตร)	เมื่อวิ่งในช่วงนั้นโดยเริ่มจากจุดนี้ (เช่น เป็นช่วงแรกของเส้นทางลาก)	เมื่อเป็นการวิ่งเข้าสู่ช่วงนั้น (เช่น เป็นช่วงกลางของเส้นทางลาก)
0 - 150	0.30 - 0.45	0.55 - 0.60
150 - 300	0.45 - 0.60	0.60 - 0.70
300 - 500	0.50 - 0.65	0.65 - 0.75
500 - 700	0.60 - 0.70	0.75 - 0.85
700 - 1000	0.65 - 0.75	0.80 - 0.90
1000 -	0.70 - 0.85	0.85 - 0.95

ค.) SPREAD AND TURN TIME(เวลาทิ้งวัสดุและเลี้ยวกลับ)

คือช่วงเวลาดังแต่เริ่มเข้าสู่บริเวณทิ้งวัสดุ, เลี้ยวกลับจนกระทั่งเริ่มเข้าสู่เส้นทางวิ่งกลับโดยอาจเลือกค่าจากตารางที่ 15 ดังนี้

ตารางที่ 15  
เวลาทิ้งวัสดุและเลี้ยวกลับ

สภาพการทิ้งวัสดุ	เวลาที่ใช้(นาที)
ดีมาก	0.4
ปกติธรรมดา	0.6
ไม่ดี	1.1



ง ) SPOT AND DELAY TIME(เวลาที่ใช้ในการเข้าที่เพื่อปาดดินจากบ่อดิน)

คือ เวลาที่ใช้กลับตัวในบ่อดิน, การเปลี่ยนเกียร์ในระหว่างนั้น หรือ เวลาออ-  
รถแทรกเตอร์มาดัน เป็นต้น ในการคำนวณจะเลือกใช้เวลาดังกล่าวจากตารางที่ 16 ดังนี้

ตารางที่ 16  
เวลาที่ใช้ในการเข้าที่เพื่อปาดดินจากบ่อดิน

สภาพการทำงาน	เวลาที่ใช้(นาที)
ดีมาก	0.3
ปกติธรรมดา	0.5
ไม่ดี	0.8

เมื่อได้เวลาดังแต่ข้อ ก.) ถึง ง.) แล้วนำมารวมกันก็จะได้ CYCLE  
TIME ของรถขุดเตอร์สมการต่อไป

6.3 JOB EFFICIENCY(E)

ดูจากตารางที่ 1

7. การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถเกลี่ยดิน

รถเกลี่ยสามารถใช้งานได้หลายแบบ เช่นการบำรุงรักษาถนน, การปาด เรียบ  
สำหรับงานดิน, การปาดร่องน้ำหรือการตัดสไลป์ การคำนวณปริมาณงานจึงต้องคำนวณตามลักษณะ  
งานนั้นๆ ในที่นี้จะเป็นการคำนวณพื้นที่รถเกลี่ยทำได้ต่อชั่วโมงซึ่งหาได้โดยใช้สูตรดังนี้

$$Q_A = V \times (L_c - L_o) \times 1000 \times E$$

เมื่อ  $Q_A$  = ปริมาณพื้นที่ทำงานที่รถเกลี่ยทำได้ใน 1 ชั่วโมง เป็น  $m^2/ชั่วโมง$

$V$  = อัตราความเร็วที่ใช้ในการทำงาน เป็น กม./ชั่วโมง

$L_c$  = Effective Blade Length คือความกว้างของช่วงทำงานแต่ละใบ  
มีด เป็น เมตร

$L_o$  = Width of Overlap คือความกว้างที่แนวเกลี่ยซ้อนทับกัน เป็น เมตร

$E$  = Job Efficiency คือประสิทธิภาพของการทำงาน

หมายเหตุ จำนวนการกลิ้งแต่ละถางงานเป็นช่วงยาวจึงไม่คิด เวลาที่ใช้ในการ เปลี่ยน เกียร์หรือ

เก็บเกี่ยว

ค่าตัวประกอบต่างๆในสูตรเป็นไปตามข้อ 7.1 ถึง 7.3

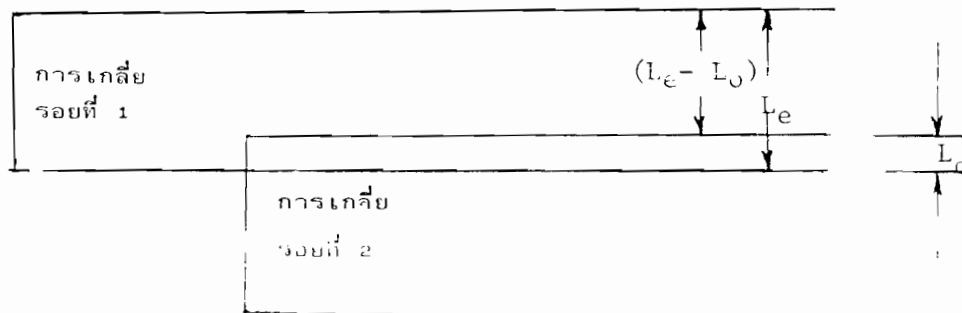
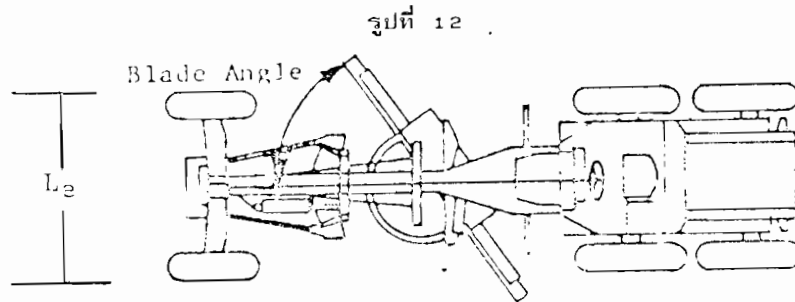
7.1 อัตราความเร็วที่ใช้ในการทำงาน (V)

ใช้อัตราดังนี้

งานข่มถนน	2 ถึง 6 กม / ชั่วโมง
งานตัดร่องระบายน้ำ	1.6 ถึง 4 กม / ชั่วโมง
งานตัดสไลป์	1.6 ถึง 2.6 กม / ชั่วโมง
งานเปลี่ยนสนาม	1.6 ถึง 4 กม. / ชั่วโมง
งานตัดระดับ	2 ถึง 8 กม. / ชั่วโมง

7.2 EFFECTIVE BLADE LENGTH ( $L_e$ ) และ WIDTH OF OVERLAP ( $L_o$ )

เนื่องจากขณะทำงานใบมีดจะทำมุมกับตัวรถตามรูปที่ 12 ค่า  $L_e$  จึงขึ้นอยู่กับมุมดังกล่าว ส่วนค่า  $L_o$  โดยปกติจะใช้ค่า 0.20 เมตร ตารางที่ 17 เป็นค่าตัวอย่าง ( $L_e - L_o$ ) สำหรับรถเกสีย KOMATSU



ตารางที่ 17

ค่า ( $L_e - L_o$ ) สำหรับรถเกี่ย KOMATSU รุ่นต่างๆ

		GD22AC	GD21AC	GD500R	GD600R	GD605R	GD650R	GD665R	GD40HT
ความยาว ใบมีด		2.20	3.10	3.71	3.71	3.71	4.01	4.01	4.01
$L_e - L_o$	Blade Angle 60°	1.60	2.30	2.91	2.91	2.91	3.17	3.17	3.17
	Blade Angle 45°	1.26	1.89	2.32	2.32	2.32	2.54	2.54	2.54

หมายเหตุ หน่วยเป็น เมตร

7.3 JOB EFFICIENCY (F)

ใช้ค่าความตารางที่ 1

7.4 การหาเวลาที่ต้องการใช้ในการทำงานพื้นที่ขนาดหนึ่งจนแล้วเสร็จ

ใช้สูตร 
$$T = \frac{N \times D}{V \times E}$$

เมื่อ T = เวลาที่ต้องการใช้ในการทำงานจนแล้วเสร็จ เป็น ชั่วโมง

N = จำนวนเที่ยวในการทำงาน

D = ระยะทางของการทำงานแต่ละเที่ยว เป็น กม.

V = ความเร็วในการทำงานแต่ละเที่ยว เป็น กม./ชั่วโมง

E = JOB EFFICIENCY

สำหรับ N จะได้จาก

$$N = \frac{W}{L_e - L_o} \times n$$

W = ความกว้างของพื้นที่ที่ทำงาน

n = จำนวนรอบที่ต้องใช้ในการเกี่ยจนได้ระดับที่ต้องการ

๘. การคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงของรถบด

การกักปริมาณงานของรถบดอาจจะคิดปริมาณวัสดุ เป็นลูกบาศก์ เมตรที่รถบดบดได้

หรือออกจะนิยมไปซื้อใหม่ก็ได้

ถ้าผลิตปริมาณวัสดุที่บีบได้จะใช้สูตร

$$Q = \frac{W \times V \times H \times 1000 \times E}{N}$$

และถ้าคิด เป็นพื้นที่ที่บีบได้จะใช้สูตร

$$Q_a = \frac{W \times V \times 1000 \times E}{N}$$

เมื่อ Q = HOURLY PRODUCTION คือปริมาณงานหรือปริมาณวัสดุที่รอกบด  
บนได้ใบ ๑ ชั่วโมง หน่วยเป็น  $m^3$ /ชั่วโมง

$Q_a$  = HOURLY OPERATING คือพื้นที่ที่รอกบดได้ใบ ๑ ชม. เป็น  $m^2$

V = OPERATING SPEED คือความเร็วที่ใช้ในการทำงาน เป็น  
กม./ชั่วโมง

W = EFFECTIVE COMPACTION WIDTH PER PASS คือช่วงกว้าง  
ของการบดแต่ละรอบ เป็น เมตร

H = COMPACTED THICKNESS FOR ONE LAYER คือความหนา  
ของดินที่บดอัดแล้วแต่ละชั้นของการบดอัดหน่วยเป็น เมตร

N = NUMBER OF COMPACTION คือจำนวนครั้งของการบดอัดซ้ำที่  
เดิม

E = JOB EFFICIENCY

โดยพิจารณาตัวประกอบต่างๆในสูตรดังนี้

### 8.1 OPERATING SPEED(V)

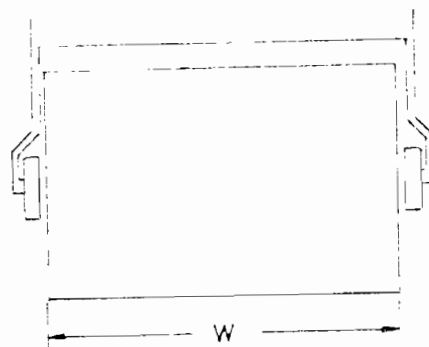
ใช้ค่าตามตารางที่ 18

OPERATING SPEED(V) ของรถกด

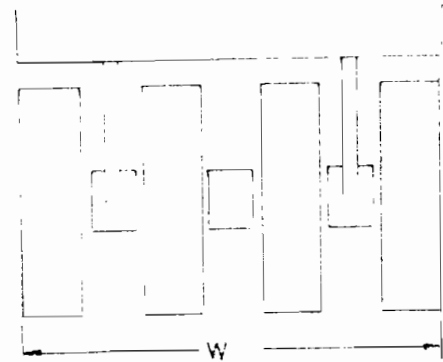
รถกดล้อเหล็ก	ประมาณ 2.0 กม./ชั่วโมง
รถกดล้อยาง	ประมาณ 2.5 กม./ชั่วโมง
รถกดสันสະเทือน	ประมาณ 1.5 กม./ชั่วโมง
รถกดดินเกาะ (Soil Compactor)	4-10 กม./ชั่วโมง

8.2 EFFECTIVE COMPACTION WIDTH(W)

รูปที่ 13



Steel Wheel Roller



Pneumatic Tyred Roller

ใช้ค่าตามตารางที่ 19

ตารางที่ 19

EFFICIENT COMPACTION WIDTH(W) ของรถบด

ชนิดของรถบด	W(เมตร)
รถบดล้อเหล็ก	(ความกว้างของล้อ) - 0.2
รถบดล้อยาง	(ช่วงห่างระหว่างล้อนอกสุด) - 0.2
รถบดสันสะเทือนขนาดใหญ่	(ความกว้างของลูกกลิ้ง) - 0.2
รถบดสันสะเทือนขนาดเล็ก	(ความกว้างของลูกกลิ้ง) - 0.1
รถบดดินแกละ(Soil Compactor)	(ความกว้างของล้อ × 2) - 0.2
รถแทรกเตอร์ตีนตะขาน	(ความกว้างของตีนตะขาน × 2) - 0.3

8.3 COMPACTED THICKNESS FOR ONE LAYER(H)

ได้จากรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการอัดในแบบก่อสร้างหรือจากผลการทดลอง โดยหน่วยวิเคราะห์และตรวจสอบ

8.4 NUMBER OF COMPACTION PASSES(N)

ได้จากรายละเอียดในแบบก่อสร้างหรือจากผลการทดลอง เช่นกันโดยทั่วไปอาจใช้ค่าจากตารางที่ 20

ตารางที่ 20

NUMBER OF COMPACTION PASSES(N) ของรถบด

รถบดล้อยาง	3 - 5
รถบดล้อเหล็ก	4 - 8
รถบดสันสะเทือน	4 - 8
รถบดดินแกละ	4 - 10

8.5 JOB EFFICIENCY

ใช้ค่าตามตารางที่ 1

## การจัดชุดเครื่องจักร

แต่ละขั้นตอนของการก่อสร้างทางจำเป็นต้องอาศัย เครื่องจักรกลชนิดและจำนวนต่างๆตามแต่ลักษณะและปริมาณงาน การวางแผนงานก่อสร้างจึงต้องพิจารณาจัดชุด เครื่องจักร สำหรับงานแต่ละชนิดในแต่ละช่วงเวลาให้เหมาะสม เพื่อให้โครงการดำเนินไปตามแผนโดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดและมีการใช้เครื่องจักรกลอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดชุดเครื่องจักรสำหรับงานก่อสร้างก็คือการพิจารณาหาว่าควรใช้เครื่องจักรชนิดใดบ้าง มีขนาดความจุเท่าใด ใช้จำนวนเท่าใด ในช่วงเวลาใด ซึ่งก็คือแผนการใช้เครื่องจักรนั่นเอง

การพิจารณาว่าจะใช้เครื่องจักรชนิดใดนั้น เป็นไปตามแนวทางการเลือกใช้เครื่องจักรในหนังสือเรื่อง "การจัดชุดเครื่องจักร ตอนที่ 1" ส่วนการจะกำหนดว่าใช้เครื่องจักรขนาดใด จำนวนเท่าใดต้องอาศัยจากการคำนวณปริมาณงานต่อชั่วโมงที่ เครื่องจักรสามารถทำได้ประกอบกับปริมาณงานที่ต้องทำ ดังตัวอย่างการคำนวณปริมาณดินและระยะทางลำเลียงจาก MASS-HAUL DIAGRAM หรือผังแสดงการลำเลียงวัสดุ เป็นต้น

### ผังแสดงการลำเลียงวัสดุ (MASS-HAUL DIAGRAM)

MASS-HAUL DIAGRAM เป็นแผนภาพรูปตัดตามความยาวของถนนแสดงให้เห็นระดับดินเดิมตามภูมิประเทศ ระดับผิวถนนที่จะก่อสร้างและการลำเลียงดินตัด ดินถมด้วยเครื่องจักรชนิดต่างๆ ตามรูปที่ 14

MASS-HAUL DIAGRAM ได้จากข้อมูลในการสำรวจนำมาพล็อตกราฟและคำนวณปริมาณดินตัดและดินถมตามตัวอย่างตารางการคำนวณในรูปที่ 15 สำหรับตอนใดจะใช้เครื่องจักรชนิดใดลำเลียงจากไหนไปไหนจะพิจารณาจากระยะลำเลียง (HAUL DISTANCE) เป็นสำคัญ

โครงการก่อสร้างจะต้องสำรวจและจัดทำ MASS-HAUL DIAGRAM ขึ้นก่อนจึงจะสามารถวางแผนการทำงานและแผนการใช้เครื่องจักรได้

รูปที่ 14 ผังแสดงการลำเลียงวัสดุ

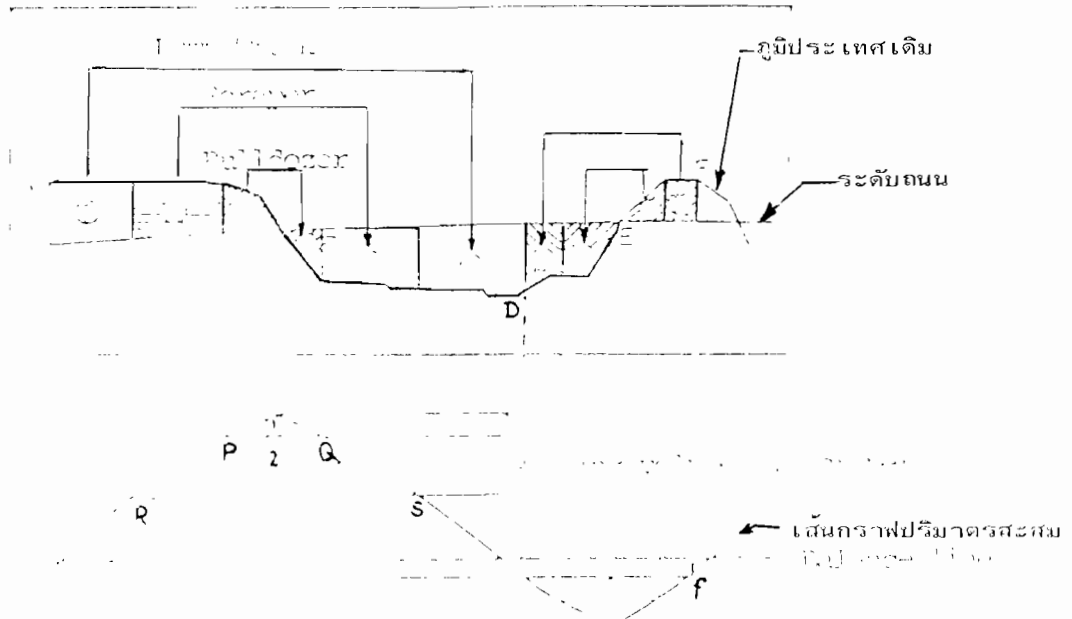


Figure 14 Material-Handling Diagram

PQ คือระยะลำเลียงสูงสุดของ Bulldozer และ RS คือระยะลำเลียงสูงสุดของ Scraper เมื่อนำมาทาบลงในแนวระดับถนนเส้นกราฟปริมาณสะสมแล้วลากเส้นแบ่งช่วงการลำเลียงโดยเครื่องจักรชนิดต่างๆก็ได้ DIAGRAM ตามรูป



รูปที่ 15 ตัวอย่างตารางการคำนวณปริมาณดินตัดและดินถม

Cross Section No. จุดสำรวจ	Distance (m) ระยะทาง	Cut (ดินตัด)		Fill (ดินถม)				Cumulative Total (m <sup>3</sup> ) [5] ปริมาณสะสมหลังหักลบกัน
		Section area(m <sup>2</sup> ) พื้นที่หน้าตัด	Volume (m <sup>3</sup> ) [1] ปริมาณ	Section area(m <sup>2</sup> ) พื้นที่หน้าตัด	Volume (m <sup>3</sup> ) [2] ปริมาณ	Converting factor C [3] ตัวประกอบปรับค่าดินหลวมและดินแน่น	Volume (m <sup>3</sup> ) [4] ปริมาณ	
1	20.0	(+)	(+)	(-)	(-)		(-)	530
2		23.0	530					
3	20.0	29.4	340					879
4	7.5	5.5			19	0.9	21	858
5	12.5			10.6	143	0.9	159	699
6	20.0			12.3	273	0.9	303	396
·				15.0				
·								
n		A <sub>n</sub>						
	L <sub>n</sub>		V <sub>n</sub>					
n+1		A <sub>n</sub> +1						

$$V_n = \frac{A_n + A_{n+1}}{2} * L_n$$

$$[4]=[2]/[3]$$

## แผนงานก่อสร้างและแผนการใช้เครื่องจักร

ก่อนที่จะทำการก่อสร้างทางไว้้นนั้นก่อนแล้วก็ตามการวางแผนขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆให้สัมพันธ์สอดคล้องกันเพื่อให้งานดำเนินไปอย่างราบรื่นแล้วเสร็จทันเวลา ในการนี้จะต้องพิจารณาจัดชุด เครื่องจักรสำหรับใช้ในในงานต่างๆและกำหนด เป็นแผนการใช้เครื่องจักรขึ้น งานชนิดต่างๆอาจต้องการเครื่องจักรเพิ่มหรือลดในบางช่วง การวางแผนจะพยายาม จัดทำงานการ งานของงานชนิดต่างๆเหล่านั้นให้มีการใช้เครื่องจักรอย่างสอดคล้องกัน ซึ่งจะทำให้สามารถเลือกใช้เครื่องจักรที่ มีอยู่ภายในแต่ละช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงนั้นๆลงๆลง แทนไป ขั้นตอนในการวางแผนโดยถึถึงถึงการใช้เครื่องจักรจะ เป็นดังนี้

1. วางแผนกำหนดการทำงานสำหรับงานชนิดต่างๆดังตัวอย่างตามรูปที่ 16 โดยพิจารณาระยะเวลาสำหรับก่อสร้างและชนิด,ขนาด, จำนวนของ เครื่องจักรที่ ต้องใช้

2. แยกแยะกำหนดชนิด,ขนาดและจำนวน เครื่องจักรสำหรับงานต่างๆในแต่ละช่วงเวลาแล้วเขียน เป็นรายการจำนวน เครื่องจักรที่ต้องใช้ในงาน เหล่านั้นตามรูปที่ 17 ซึ่งจะรวมรวม เป็นความต้องการ เครื่องจักรแต่ละชนิดตามรูปที่ 18

3. ในการพิจารณาวางแผนงานแต่ละชนิดแต่ละขั้นตอนนั้นสามารถปรับช่วง เวลาดำเนินการให้มีการใช้เครื่องจักรอย่างประหยัด คือสามารถใช้เครื่องจักรร่วมกันได้และไม่ต้องใช้เครื่องจักรจำนวนมากดังตัวอย่างในรูปที่ 19 ทั้งนี้จะพิจารณาจากรูปที่ 17 ว่ามีเครื่องจักรชนิดใดที่ต้องการใช้ในในงานหลายชนิด ในที่นี้คือ TRACTOR SHOVEL 1.1 m<sup>3</sup> ดังนั้นเราจะวางแผนการทำงานแต่ละชนิดในช่วง เวลาต่างๆโดยคำนึงถึงการเฉลี่ยใช้ TRACTOR SHOVEL 1.1 m<sup>3</sup> แล้วจึงทำรายการเครื่องจักรชนิดอื่นภายหลัง ตามรูปที่ 19 ส่วนแผนงานของงานแต่ละชนิดคือช่วงที่ต้องใช้ TRACTOR SHOVEL 1 คัน จำนวนและกราฟแสดงจำนวนของ TRACTOR SHOVEL ที่ต้องใช้จะอยู่ด้านล่างจะเห็นว่าเราสามารถปรับช่วงเวลา เพื่อให้ใช้เครื่องจักรได้ TRACTOR SHOVEL 1 คัน เพียงตัวเดียวที่สุบค่าที่จะเกิดไปได้

ในการวางแผนการลงจำนวนเครื่องจักรตามรูปที่ 18 อาจต้องกำหนดจำนวน

เครื่องจักรที่ต้องสำรองและทำรายการเครื่องจักรสำรองควบคู่ไปด้วย การจะสำรองจำนวนเท่าใดนั้นแล้วแต่สภาวะของโครงการก่อสร้างนั้น

นอกจากแผนการก่อสร้างซึ่งคำนึงถึงการใช้เครื่องจักรแล้วก็ต้องกำหนดแผนงานต่างๆที่เกี่ยวข้องให้ละเอียดชัดเจน ได้แก่

1. แผนกำลังคน (เช่น พนักงานและผู้ช่วยฯ สำหรับขับเครื่องจักร)
2. แผนการจัดหาและสนับสนุนเครื่องจักร
3. แผนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่หน้างาน
4. แผนการจัดหาและสนับสนุนอะไหล่
5. แผนการเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น ฯลฯ เป็นต้น

#### COORDINATE TYPE PROGRESS SCHEDULE (CTPS)

ผังแสดงแผนการทำงานที่ใช้กันอยู่เป็นส่วนใหญ่ก็ได้แก่ BAR CHART, WORK PROGRESS CURVE, COORDINATE TYPE PROGRESS SCHEDULE และ NET WORK DIAGRAM เป็นต้น ผังแสดงแผนการทำงานควรต้องใช้ในการควบคุมดำเนินการโดยง่าย ผังที่ยุ่งยากซับซ้อนเกินไปส่วนมากจะเป็นไปในทางทฤษฎีเท่านั้นไม่อาจใช้ได้在实际ปฏิบัติจริง อย่างไรก็ตามหากเป็นผังที่ง่ายและหายากเกินไปย่อมไม่สามารถใช้ควบคุมดำเนินการได้อย่างมีระบบ ในที่นี้จะขอเสนอ COORDINATE TYPE PROGRESS SCHEDULE (CTPS) ซึ่งใช้ในการวางแผนและควบคุมงานก่อสร้าง

CTPS จะแสดงให้เห็นงานชนิดต่างๆในแต่ละจุดตามรูปที่ 20 ซึ่งทำให้เห็นความเกี่ยวพันของงานแต่ละส่วนได้ชัดเจน CTPS แสดงการใช้ชุดเครื่องจักรสำหรับงานต่างๆ ณ จุดต่างๆของโครงการ เมื่อพิจารณาให้ละเอียดจะเข้าใจชัดเจนว่า CTPS สามารถช่วยให้ค้นหาสาเหตุการล่าช้าได้ดี ควรจะเร่งงานจุดใดดีหรือควรจะเพิ่มเครื่องจักรในส่วนไหน เป็นต้น

CPTS แสดงการแบ่งงานสำหรับชุดปฏิบัติงานต่างๆ แสดงจำนวนวันที่ต้องใช้จ่าย ปริมาณงานที่ต้องรับผิดชอบ ณ จุดต่างๆและปริมาณงานที่ทำได้อันทำให้เห็นความเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมไปง่ายหรือยากกว่าที่จะหาปริมาณค่าใช้จ่ายและการผลิธิ์การก่อสร้างที่กล่าวไว้แล้วอีกด้วย

● ส่วนประกอบโดยทั่วไป (ดูรูป 20)

- (1) ต้องแสดงจุดประกอบและปริมาณดินที่ต้องเคลื่อนย้ายจะอยู่ในส่วนแบบ CTPS อยู่ติดกันโดยจุดปฏิบัติงานต่างๆอยู่ตรงกัน
- (2) แยกถังแสดงช่วงเดือนที่ใช้ทำงาน ส่วนแยกนอนแสดงจุดกิโลเมตรต่างๆของโครงการ
- (3) ด้านขวาจะมีกราฟปริมาณงานดินและรายการเครื่องจักรที่ต้องใช้ใน เดือนต่างๆซึ่งตรงกับ CTPS

● ชนิดของงานที่จะบรรจุไว้ใน CTPS

งานต่างๆที่บรรจุไว้ใน CTPS โดยแสดงจำนวนวันและจุดปฏิบัติงาน ได้แก่

- (1) งานเตรียมหน้าดิน : การเตรียมงานระบายน้ำ, งานสำรวจทางวิศวกรรม, การสำรวจหน้างานก่อนเริ่มก่อสร้าง
- (2) งานชั่วคราว : งานสร้างสำนักงานชั่วคราว, โรงพัสดุและบ้านพักพนักงาน ฯลฯ
- (3) ถนนใช้ในงานก่อสร้าง : เส้นทางเข้าสู่หน้างาน, สะพานชั่วคราว
- (4) งานถางป่าขาดคอ : สามารถคิดรวมไปกับงานดินตัดดินถม
- (5) งานดิน : แบ่งออกเป็นส่วนๆและคิดจำนวนวันทำงานของเครื่องจักรแต่ละชนิดที่จะต้องไ้จากปริมาณดินในส่วนนั้นๆ
- (6) งานสะพาน : งานฐานราก โครงสร้าง, ส่วนประกอบ
- (7) งานกำแพงกันดิน : กำแพงคอนกรีต, กำแพงอิฐบล็อก ฯลฯ
- (8) งานช่องระบายน้ำ : งานท่อเหลี่ยม, ท่อกลม
- (9) งานระบายน้ำ : เฉพาะงานระบายน้ำใหญ่ๆ งานย่อยๆไม่ต้องแสดง
- (10) งานทางเขียง : ทางเขียงหรือคลองเขียงน้ำ
- (11) งานอื่นๆ : บรรจุงานอื่นๆที่มีอิทธิพลต่องานต่างๆข้างต้นลงใน CTPS

ตัวอย่าง : การขุดดินวางแนวถนนหรือวิธีการระบายน้ำของถนน ช่วงเวลาขุดงาน ปริมาณดินที่ขุด : 40,000 ม<sup>3</sup>

ชั่วโมงทำงานต่อวัน : 6.5 ชั่วโมงต่อวัน

ปริมาณงานต่อชั่วโมงของ เครื่องจักร

รถดัก : 50 ม<sup>3</sup>/ชั่วโมง

รถตัก : 13 ม<sup>3</sup>/ชั่วโมง

$$\therefore \text{จำนวนวันทำงาน} = \frac{40,000}{50 \times 6.5} = 123 \text{ วัน}$$

$$\therefore \text{ระยะเวลาดำเนินการ} = 123 \times \frac{1}{0.7} = 176 \text{ วัน}$$

ถ้ามีเวลาดำเนินการเพียงประมาณ 90 วัน

$$\text{จะต้องใช้รถดัก} = \frac{176}{90} = 2 \text{ คัน}$$

$$\text{และจำนวนรถตักที่ต้องใช้} = \frac{50 \times 2}{3} = 8 \text{ คัน}$$

การเพิ่มจำนวน เครื่องจักรขึ้นนี้ต้องพิจารณาการจัดชุด เครื่องจักร เพื่อทำงาน  
ในหน้างานด้วย เช่นหากหน้างานไม่กว้างพอจะทำให้ใช้ เครื่องจักรหลายคันอาจใช้วิธี เปลี่ยนมาใช้-  
เครื่องจักรที่มีความจุเพิ่มขึ้น เป็นต้น

● คำอธิบายรูปที่ 20

1. แห่งตั้งในรูปแสดงแผนการก่อสร้างช่องระบายน้ำและสะพานลอย นั่นคือช่อง -  
ระบายน้ำที่ กม.2+400 จะทำการก่อสร้างตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึง เดือนกันยายน  
ของปีแรก
2. เส้นเอียงแสดงงานลาดสไลป์ เช่นงานลาดสไลป์ (15,000 ม<sup>3</sup>) ที่ประมาณกม.2  
จะต้องดำเนินการระหว่าง เดือนกุมภาพันธ์ถึง เดือนพฤษภาคมของปีที่สอง
3. เส้นวกไปรกลับมาแสดงแผนการทำงานดิน
4. ใน เส้นแสดงงานลาดสไลป์และงานดินจะมีตัวเลขแสดงปริมาณงานทั้งหมดที่ส่วนนั้น  
และแผนปริมาณงานต่อวันที่ต้องทำ
5. ที่เส้นแสดงงาน เหล่านั้นจะมีอักษรกำกับให้ทราบว่า เป็นงานอะไรมีตัวเลขใน     
ระบุ ชุดปฏิบัติงานที่ทำงานนั้น และมีชื่อกำหนด เครื่องจักรใน  เช่น 1ย-  
เดือนมิถุนายนของปีแรก ชุดที่ 1 ของงานดินจะ เริ่มทำงาน 20,000 ม<sup>3</sup>

ที่ กม. 3+400 และจุดที่ 4 ของงานดินระหว่างงานที่ไปขณะ กม. 1 ล้านชุดที่ 2 ,  
3 จะยังไม่เริ่มงานรอกจนกว่าท่อและสะพานจะแล้วเสร็จ

เอกสารอ้างอิง

1. MANAGEMENT OF CONSTRUCTION EQUIPMENT, KOMASTU LTD, JAPAN
2. ROAD CONSTRUCTION PLANT MANAGEMENT, MAIN ROADS DEPARTMENT,  
QUEENSLAND, AUSTRALIA
3. SCHEDULE DIAGRAM AND PLANING EQUIPMENT USE, MR. JINICHI  
YAMADA, KANCHANABURI EQUIPMENT TRAINING CENTER.