

เครื่องจักรกลงานดิน

รศ. ดร. วรากร ไม้เรียง

ศูนย์วิจัยวิศวกรรมปฐพีและฐานราก

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



หัวข้อเรื่อง

- ลักษณะงานที่ต้องใช้เครื่องจักรกล
- ชนิดและประเภทของเครื่องจักรกลงานดิน
- รายละเอียดและองค์ประกอบของเครื่องจักรกล
- การคำนวณความสามารถในการทำงาน
- การเลือกใช้และจัดหาเครื่องจักรที่เหมาะสมกับงาน

คำนำ

ในโครงการก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับงานดิน เช่น เขื่อน ฝาย คลอง
ฐานราก เหมือง อุโมงค์ การขุดลอกและถมปรับระดับ เป็นต้น ต้อง
ทำงานด้วยเครื่องจักรงานดินที่เหมาะสม วางขั้นตอนการทำงานอย่าง
ถูกต้อง และรู้จักการคัดเลือกเครื่องจักรให้สอดคล้องกับงาน มีการประเมิน
ประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง

มีการประเมินไว้ว่าค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโครงการใหญ่ๆ กว่า 25
% ของราคางานจะเป็นค่าเครื่องจักร และส่วนบำรุงรักษาของเครื่องจักรที่ใช้
ในการก่อสร้างในโครงการนั้น ประเทศไทยยังต้องนำเข้าเครื่องจักรกล
เหล่านี้มาจากต่างประเทศ ดังนั้นถ้ามีการใช้ประโยชน์ได้เต็มประสิทธิภาพ
นอกจากจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายของเจ้าของเองแล้วยังลดการเสียดุลการค้า
กับต่างประเทศได้อีกทางหนึ่งด้วย

ลักษณะงานที่ต้องใช้เครื่องจักรกล

- งานขุด
- งานขนย้าย
- งานบดอัด
- งานอุโมงค์และระเบิด
- งานผลิตหินและวัสดุก่อสร้าง
- งานติดตั้งเข็มและเข็มพืด
- งานปรับปรุงคุณภาพดิน

ชนิดและประเภทของเครื่องจักรกลงานดิน

■ เครื่องจักรงานขุด

◆ [Bulldozer](#)

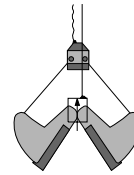
◆ [Backhoe](#)

◆ [Shovel](#)

◆ [Dragline](#)

◆ [Clamshell](#)

◆ [Dredger](#)

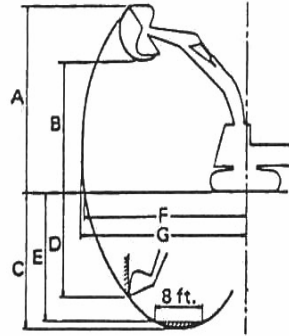


Bulldozer



[Back](#)

Backhoe



Shovel



Dragline



[Back](#)

Clamshell



[Back](#)

Dredger



[Back](#)

ชนิดและประเภทของเครื่องจักรกลงานดิน

- เครื่องจักรงานขนย้าย
 - ◆ [Bulldozer](#)
 - ◆ [Motor Scraper](#)
 - ◆ [Off-highway Truck](#)
 - ◆ [Belt Conveyer](#)
 - ◆ [Barge](#)

Bulldozer



[Back](#)

Motor Scraper



[Back](#)

Off-highway Truck



[Back](#)

Belt Conveyer



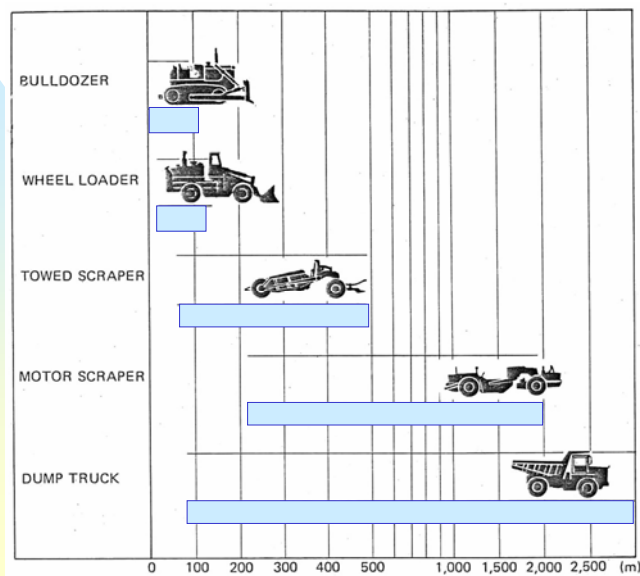
[Back](#)

Barge



Back

ความเหมาะสมของเครื่องจักรในการขนย้ายวัสดุ



ชนิดและประเภทของเครื่องจักรกลงานดิน

■ งานบดอัด

◆ Sheep foot roller



◆ Temping foot roller



◆ Smooth wheel roller



◆ Vibrating roller



◆ Rubber tired roller



◆ Grid compactor



◆ Trash compactor



◆ Hand compactor



ชนิดและประเภทของเครื่องจักรกลงานดิน

■ งานอุโมงค์และระเบิดหิน

◆ Rotary drilling machine

◆ Precaution drilling

◆ Pipe jacking machine

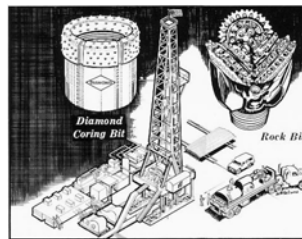
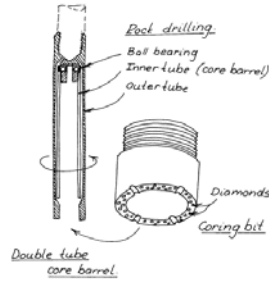
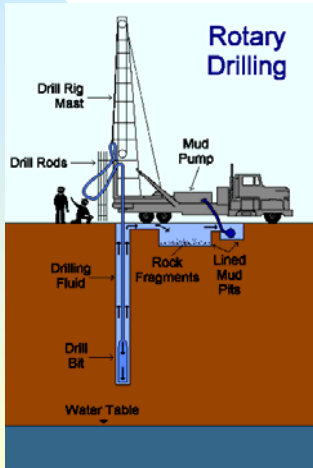
◆ Shield tunneling machine

◆ Rock bolting

◆ Concrete liner



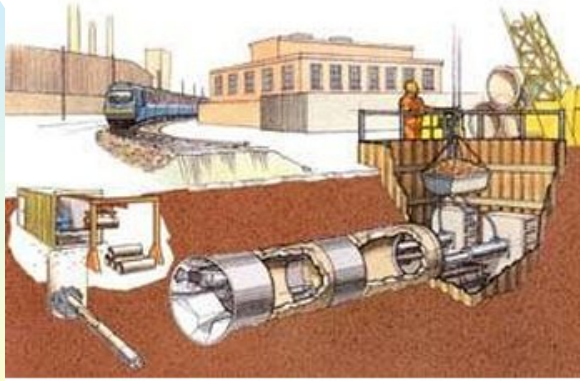
Rotary drilling machine



Precaution drilling



Pipe jacking machine



[Back](#)

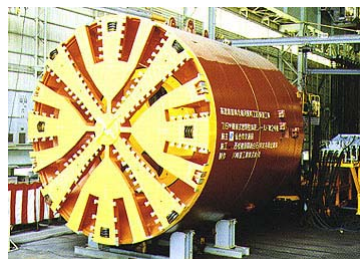
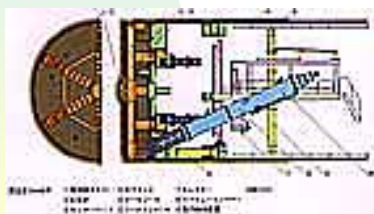
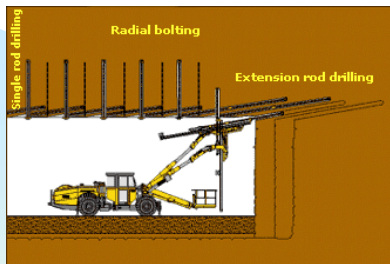
Shield tunneling machine



[Back](#)



งานอุโมงค์และดันท่อใต้ดิน



ชนิดและประเภทของเครื่องจักรกลงานดิน

- งานผลิตหินและวัสดุก่อสร้าง
 - ◆ [Rock Crusher](#)
 - ◆ [Screener](#)
- งานติดตั้งเข็มและเข็มพืด
 - ◆ [Drop hammer](#)
 - ◆ [Stream hammer](#)
 - ◆ [Diesel hammer](#)
 - ◆ [Hydraulic hammer](#)
 - ◆ [Vibrating hammer](#)
 - ◆ [Auger-bucket](#)
 - ◆ [Continuous flight auger](#)

Rock Crusher



[Back](#)

Screenener



[Back](#)

Diesel hammer



[Back](#)

Hydraulic hammer



[Back](#)

Vibrating hammer



[Back](#)

Continuous flight auger

Continuous Flight Auger (CFA) Piles
Higgins Plant Substation
Oldsmar, Florida

Client: Hennessey Construction Services, St. Petersburg, Florida
Owner: Florida Power Corp.
Construction Period: December, 1993

Scope of Work: This is one of the first substations in Florida to use Continuous Flight Auger piles. This system allowed Coastal Caisson to install as many as 45 shafts in a single day. All of the 223 foundation piles were originally designed as standard drilled shafts. Through a value engineering proposal, Coastal Caisson installed 200 - 16" x 9' deep CFA piles in lieu of conventional drilled shafts using a specially equipped Bauer BG-7 drill rig. This resulted in a significant savings in both cost and time.



Higgins Plant Substation (above)

Bauer BG-7 Drill rig equipped for CFA Pile installation (left)



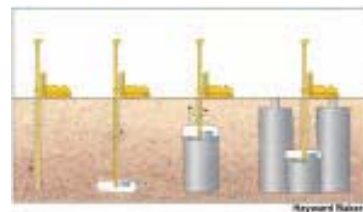
ชนิดและประเภทของเครื่องจักรกลงานดิน

- งานปรับปรุงคุณภาพดิน
 - ◆ [Soil stabilizer](#)
 - ◆ [Jet grouting equipments](#)
 - ◆ [Deep cement mixing machine](#)
 - ◆ [PVD installer](#)
 - ◆ [Vibrofloatation probe](#)
 - ◆ [Dynamic compaction rammer](#)

Soil stabilizer



Jet grouting equipments



Deep cement mixing machine



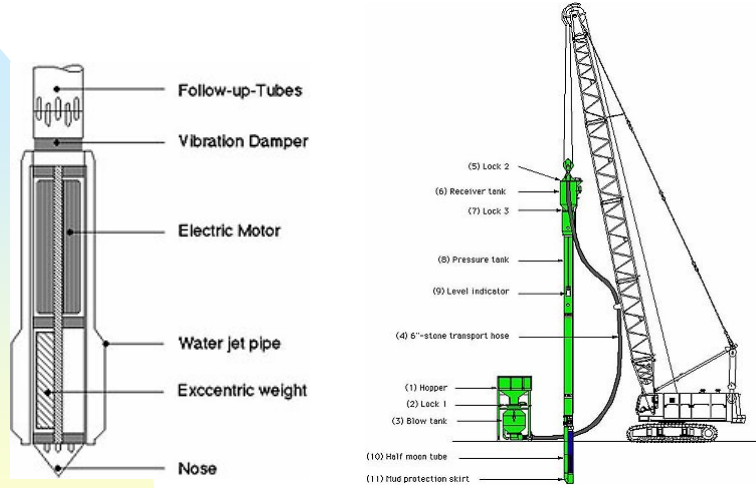
[Back](#)

PVD installer



[Back](#)

Vibrofloatation Equipments



Vibrofloatation probe



Probe at rest

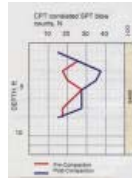
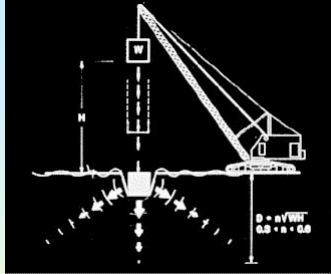


Probe in action

Backfilling



Dynamic compaction rammer



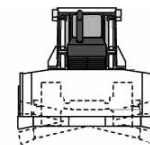
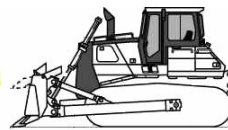
Back



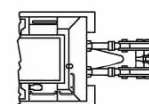
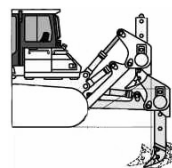
Bulldozer

เครื่องจักรที่ทำงานได้หลายลักษณะ เช่น

- ถางป่าเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง โคนต้นไม้ ขุดตอ
- กรุยทางล้าลอง
- ดันขนย้ายดินในระยะทางไม่เกิน 200 เมตร
- ดันท้ายรถตักดิน Scraper
- ขุดเปิดหน้าดินในงานฐานรากหรือบ่อเข็ม
- เกี่ยยชั้นดินบดอัด รวมกองวัสดุ



ใบมีดด้านหน้าปรับระดับได้



ประกอบRipper ขุดดินและหินผุ

ชนิดและขนาดของ Bulldozer



ขนาดมีตั้งแต่ น้ำหนัก 3.6 ตัน กำลัง 39 แรงม้า (Komatsu D20A)

ถึง น้ำหนัก 84.7 ตัน กำลัง 770 แรงม้า (Caterpillar D11N)

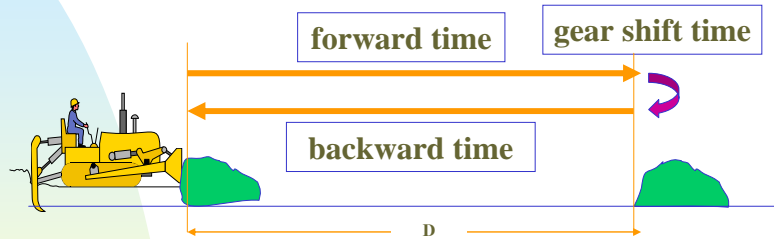
ส่วนใหญ่เป็นแบบ Crawling tractor แต่ก็มีแบบ Wheel tractor
เฉพาะงานที่ต้องการความคล่องตัวสูง



มีอุปกรณ์ประกอบด้านหน้าและด้านหลังเพื่อให้เหมาะกับการทำงาน
เฉพาะด้านได้หลายแบบ

หลักการทำงานของ Bulldozer

1. เวลาครบรอบ (cycle time)



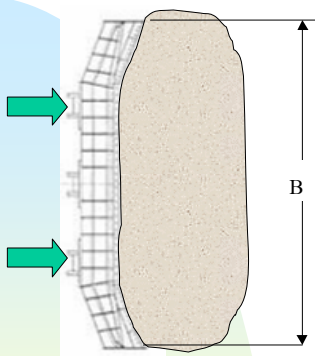
$$C_m = D/F + D/R + Z \dots\dots\dots(1)$$

F = Forward speed , (ม./นาทึ) โดยปกติประมาณ 3-5 กม./ ชม.

R = Reverse speed , (ม./นาทึ) โดยปกติประมาณ 5-7 กม./ ชม.

Z = Gear shift time, ประมาณ 0.1 นาที

2. ปริมาตรดินที่เคลื่อนย้ายต่อเที่ยว

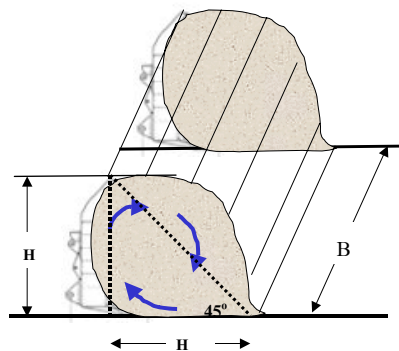


TOP VIEW

ปริมาตรดินที่เคลื่อนย้ายได้ต่อเที่ยว

$$q = B \cdot H^2 \cdot a \dots\dots\dots(2)$$

a = Blade Factor จากตารางที่ 1



SIDE VIEW

ปริมาตรดินที่เคลื่อนย้ายได้ต่อชั่วโมง

$$Q = 60 \cdot E \cdot q / C_m \dots\dots\dots(3)$$

E = Job Efficiency จากตารางที่ 2

ตารางที่ 1 Blade Factor for Bulldozer

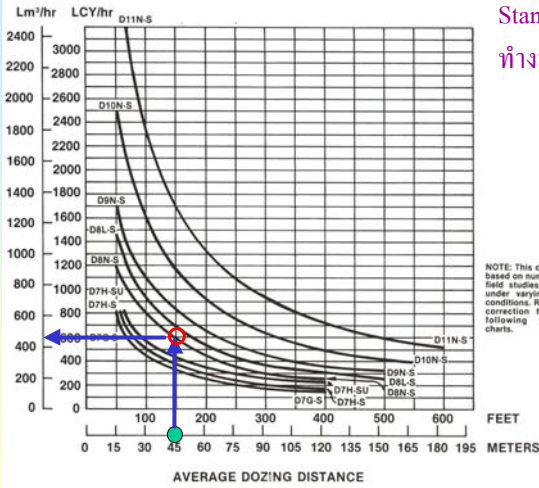
| | Level of dozing operation | Blade factor |
|-------------------------|--|--------------|
| Easy dozing | Full blade of soil can be dozed as completely loosened soil. Low water content, uncompacted sandy soil, general soil, stockpile material. | 1.1- -0.9 |
| Average dozing | Soil is loose, but impossible to doze full blade of soil. Soil with gravel, sand, fine crushed rock. | 0.9- -0.7 |
| Rather difficult dozing | High water content and sticky clay, sand with cobbles, hard dry clay and natural ground. | 0.7- -0.6 |
| Difficult dozing | Blasted rock, or large pieces of rock | 0.6- -0.4 |

ตารางที่ 2 Job Efficiency

| Operating conditions | Maintenance of machine | | | | |
|----------------------|------------------------|------|--------|-------------|------|
| | Excellent | Good | Normal | Rather poor | Poor |
| Excellent | 0.83 | 0.81 | 0.76 | 0.70 | 0.63 |
| Good | 0.78 | 0.75 | 0.71 | 0.65 | 0.60 |
| Normal | 0.72 | 0.69 | 0.65 | 0.60 | 0.54 |
| Rather poor | 0.63 | 0.61 | 0.57 | 0.52 | 0.45 |
| Poor | 0.52 | 0.50 | 0.47 | 0.42 | 0.32 |

Standard Production for Bulldozer

ESTIMATED DOZING PRODUCTION • Straight Blades • D7G through D11N



Standard Production ทำมาจากสภาพการทำงานในอุดมคติ (Ideal) ดังนั้นการใช้งานจริงจะต้องมีการปรับแก้ดังนี้

- ความแน่นของดิน
- Job Efficiency
- ความลาดชันในแนวการดัน
- วิธีการการดัน เพื่อป้องกันดินล้น

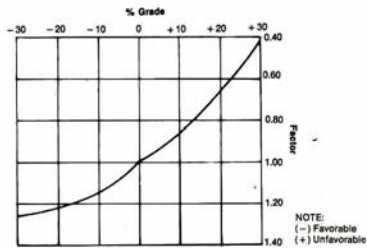
คำนวณจากความหนาแน่นของดิน = 1.37 ตัน/ลบ.ม.

JOB CONDITION CORRECTION FACTORS

| | TRACK-TYPE TRACTOR | WHEEL-TYPE TRACTOR |
|--|--------------------|--------------------|
| OPERATOR — | | |
| Excellent | 1.00 | 1.00 |
| Average | 0.75 | 0.60 |
| Poor | 0.60 | 0.50 |
| MATERIAL — | | |
| Loose stockpile | 1.20 | 1.20 |
| Hard to cut; frozen — | | |
| with tilt cylinder | 0.80 | 0.75 |
| without tilt cylinder | 0.70 | — |
| cable controlled blade | 0.60 | — |
| Hard to drift; "dead" (dry, non-cohesive material) or very sticky material | 0.80 | 0.80 |
| Rock, ripped or blasted | 0.60-0.80 | — |
| SLOT DOZING | 1.20 | 1.20 |
| SIDE BY SIDE DOZING | 1.15-1.25 | 1.15-1.25 |
| VISIBILITY — | | |
| Dust, rain, snow, fog or darkness | 0.80 | 0.70 |
| JOB EFFICIENCY — | | |
| 50 min/hr | 0.83 | 0.83 |
| 40 min/hr | 0.67 | 0.67 |
| DIRECT DRIVE TRANSMISSION (0.1 min. fixed time) | 0.80 | — |
| BULLDOZER* | | |
| Angling (A) blade | 0.50-0.75 | — |
| Cushioned (C) blade | 0.50-0.75 | 0.50-0.75 |
| D5 narrow gauge | 0.90 | — |
| Light material U-blade (coal) | 1.20 | 1.20 |
| GRADES — See following graph. | | |

* Note: Angling blades and cushion blades are not considered production dozing tools. Depending on job conditions, the A-blade and C-blade will average 50-75% of straight blade production.

% Grade vs. Dozing Factor



ESTIMATING DOZER PRODUCTION OFF-THE-JOB

Example problem:

Determine average hourly production of a D8N/S (with tilt cylinder) moving hard-packed clay an average distance of 150 feet (45 m) down a 15% grade, using a slot dozing technique.

Estimated material weight is 2650 lb/LCY (1600 kg/Lm³). Operator is average. Job efficiency is estimated at 50 min/hr.

Uncorrected Maximum Production — 600 LCY/hr (458 Lm³/h) (example only)

Applicable Correction Factors:

| | |
|--|-------|
| Hard-packed clay is "hard to cut" material | -0.80 |
| Grade correction (from graph) | -1.19 |
| Slot dozing | -1.20 |
| Average operator | -0.75 |
| Job efficiency (50 min/hr) | -0.83 |
| Weight correction (2800/2650) | -0.87 |

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณงาน

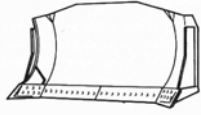
Job Condition Correction Factors

| | TRACK TYPE TRACTOR | WHEEL TYPE TRACTOR |
|--|--------------------------|--------------------------|
| OPERATOR - | | |
| Excellent | 1.00 | 1.00 |
| Average | 0.75 | 0.60 |
| Poor | 0.60 | 0.50 |
| MATERIAL - | | |
| Loose stockpile | 1.20 | 1.20 |
| Hard to cut; frozen - | | |
| With tilt cylinder | 0.80 | 0.75 |
| Without tilt cylinder | 0.70 | - |
| Cable controlled blade | 0.60 | - |
| Hard to drift: "dead" (dry, Non-cohesive material) or Very sticky material | 0.80 | 0.80 |
| Rock, ripped or blasted | 0.60-0.80 | - |
| SLOT DOZING | 1.20 | 1.20 |
| SIDE BY SIDE DOZING | 1.15-1.25 | 1.15-1.25 |

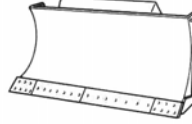
ต่อ

| | TRACK TYPE TRACTOR | WHEEL TYPE TRACTOR |
|---|--------------------------|--------------------------|
| VISIBILITY- | | |
| Dust, rain, snow, fog or darkness | 0.80 | 0.70 |
| JOB EFFICIENCY - | | |
| 50 min/hr | 0.83 | 0.83 |
| 40 min/hr | 0.67 | 0.67 |
| DIRECT DRIVE TRANSMISSION (0.1 min. fixed time) | 0.80 | - |
| BULLDOZER* | | |
| Angling (A) blade | 0.50-0.75 | - |
| Cushioned © blade | 0.50-0.75 | 0.50-0.75 |
| D5 narrow gauge | 0.90 | - |
| Light material U-blade (coal) | 1.20 | 1.20 |
| GRADES – See following graph. | | |

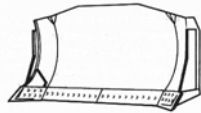
Bulldozer Blades



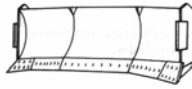
Straight blade (S)



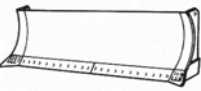
Angle blade



Universal blade (U)

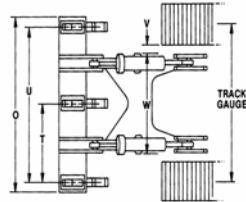
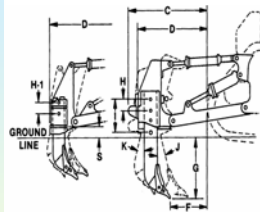


Rake

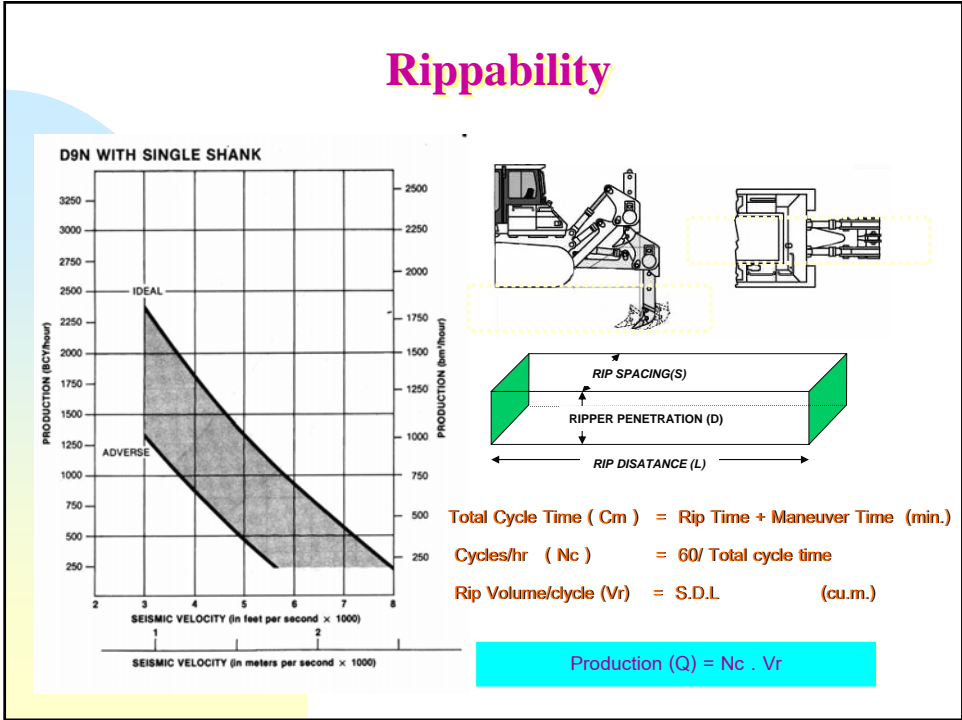
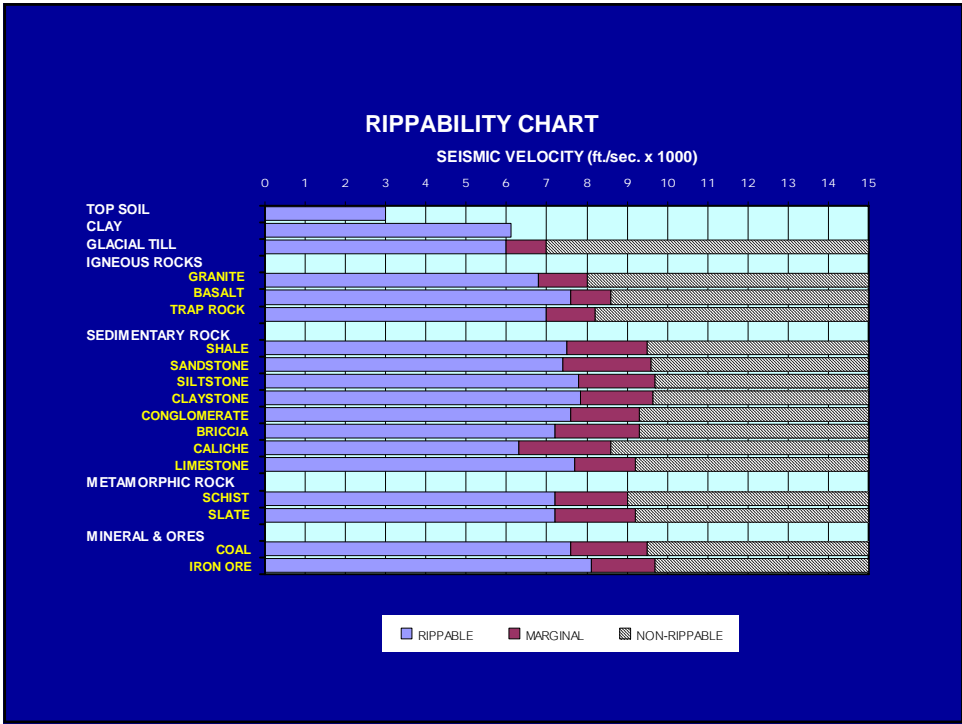


เครื่องมือประกอบท้าย Bulldozer

MULTI SHANK RIPPER



GIANT RIPPER



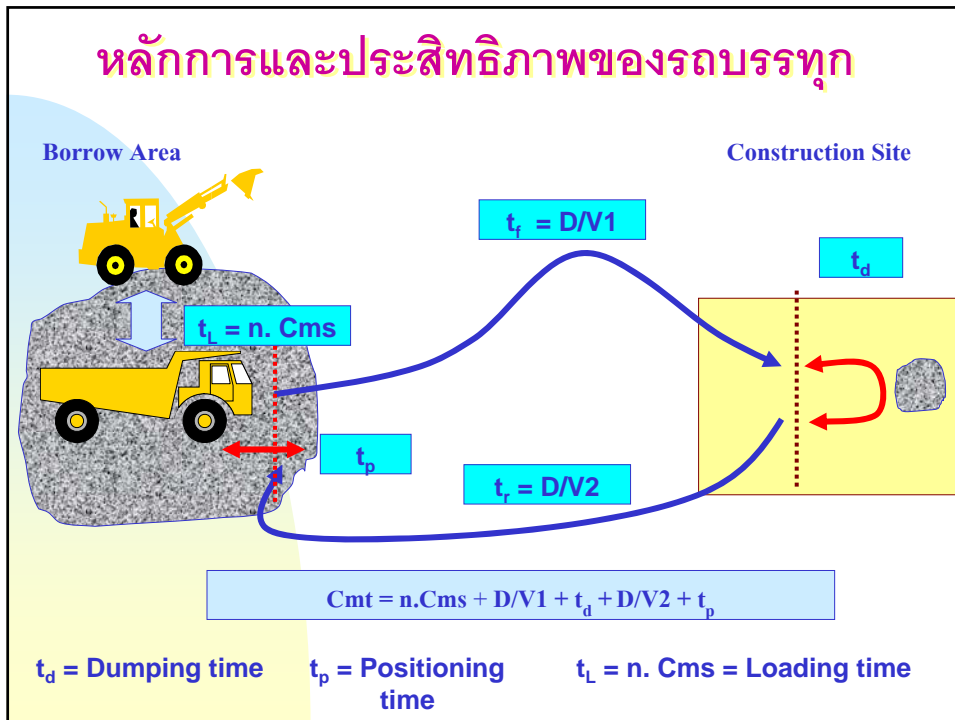
Off-highway truck



ชนิดและขนาดของรถบรรทุก

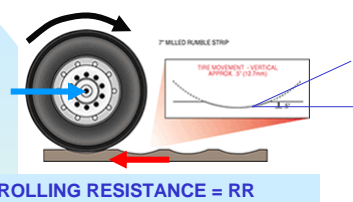


หลักการและประสิทธิภาพของรถบรรทุก



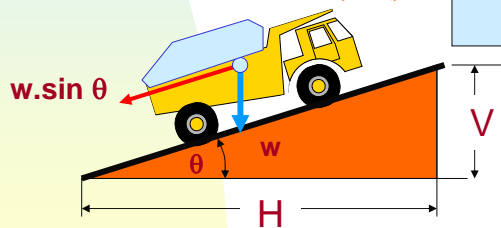
TRAVELING RESISTANCES

ROLLING RESISTANCES (RR)



$$RR = f(\text{Road Condition})$$

GRADE RESISTANCES (GR)



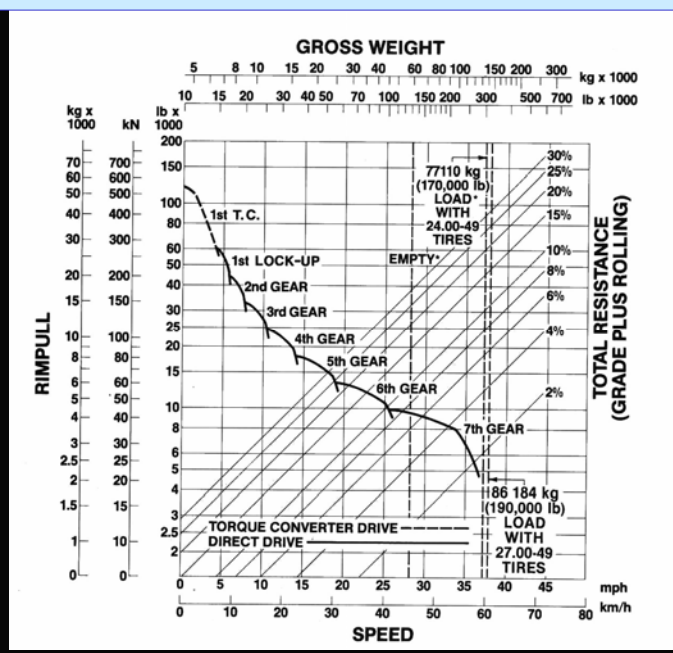
$$GR = f(\text{Road Slope})$$

$$\text{Total Resistance} = RR + GR$$

ตาราง Rolling Resistance

| Haul road conditions | Rolling resistance |
|--|--------------------|
| Well-maintained road, surface is flat and firm, properly wetted, and does not sink under weight of vehicle | 2% |
| Same road conditions as above, but surface sinks slightly under weight of vehicle | 3.5% |
| Poorly maintained, not wetted, sinks under weight of vehicle | 5.0% |
| Badly maintained, road base not compacted or stabilized, forms ruts easily | 8.0% |
| Loose sand or gravel road | 10.0% |
| Not maintained at all, soft, muddy, deeply rutted | 15 to 20% |

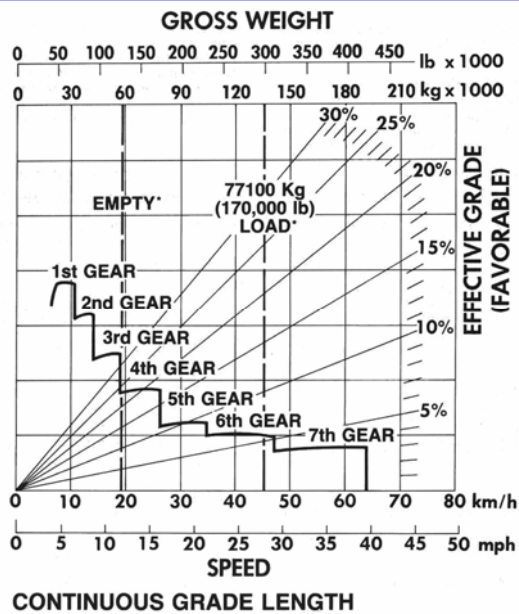
TRAVELING PERFORMANCE CURVE



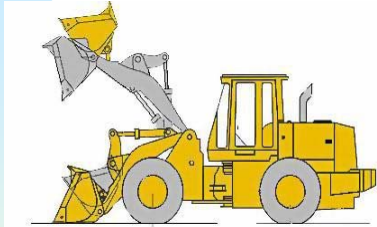
ตาราง Speed Factor

| Distance of each section of haul road, m | When making a standing start | When running into each section |
|--|------------------------------|--------------------------------|
| 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 - 750 | 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 |

BRAKE PERFORMANCE CURVE



Matching of Trucks and Loader



928G Wheel Loader

Loader

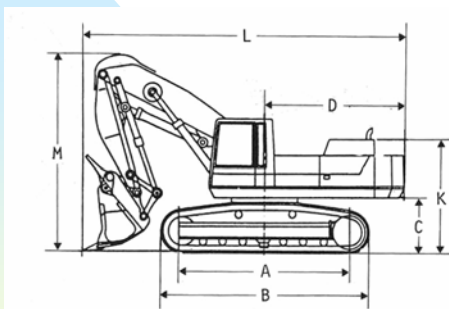
เพื่อให้ประสิทธิภาพของการขนย้ายดิน
ได้สูงสุดจะต้องจัดจำนวนรถบรรทุกให้
พอเหมาะกับการตัก 1 คันเป็นหนึ่งชุด
โดยไม่ต้องเกิดการรอคอย

ถ้า M เป็นจำนวนรถบรรทุกในหนึ่งชุด

$$(C \cdot 60 \cdot E / C_{mt}) \cdot M = P_L$$

P_L = ปริมาณดินที่รถตักทำได้ใน 1 ชม.

Power Shovel

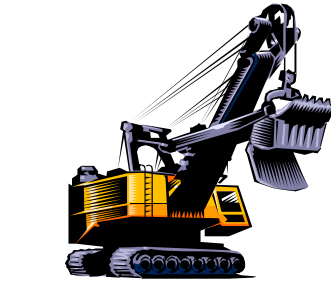


มีปริมาตรบั้งใช้ในการตักดิน
ตั้งแต่ 0.3 - 14 ลบ.ม.

ชนิดและขนาดของรถตักเสย (Shovel)



135 TONS
PAYLOAD

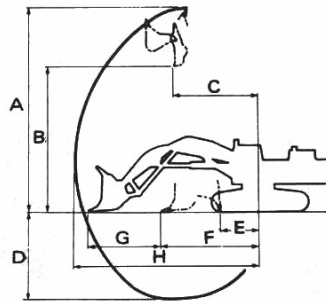


รถขุดตักขนาดใหญ่ มีส่วนที่ลึกหรือ
และต้องการบำรุงรักษาน้อยกว่าชนิด
ไฮดรอลิกส่วนมากใช้ในงานเหมือง

มีปริมาตรบุงกีในการตักดิน
ตั้งแต่ 3.0 - 88 ลบ.ม.

ลักษณะการทำงานของ Shovel

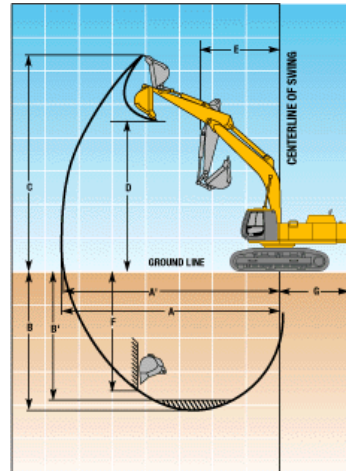
Working Ranges
Digging Force



Back hoe

ทำงานได้หลายลักษณะเช่น













1. ขุดในระดับที่ต่ำกว่าผิวดินสะดวกกว่าเหนือพื้นดิน
2. ตกแต่งลาดดิน คันถนน หรือเขื่อนตามที่กำหนด
3. ตัดเขา (Back Slope) เหนือถนน
4. ขุดและตักวัสดุในบ่อขี้มดิน
5. ประกอบอุปกรณ์ได้หลายชนิดเพื่อการทำงานอื่นๆ



ชนิดและขนาดของ Backhoe

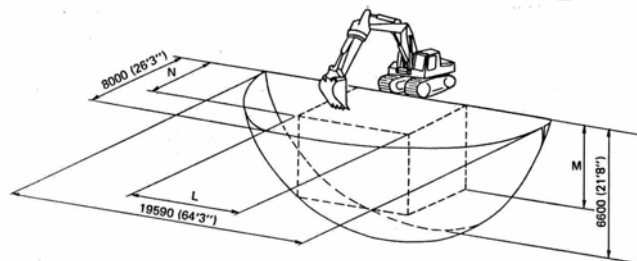


อุปกรณ์ประกอบ Backhoe

| LOAD | HEAVY DUTY | | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|
| | Power splitter | Hydraulic breaker | Single shank ripper | Three shank ripper | Ripper bucket | Rock bucket |
| |  |  |  |  |  |  |
| |  |  |  |  |  |  |
| Applicable job | Breaking hard rock | Breaking rock and concrete | Digging and crushing rocks or concrete | Asphalt removal, crushing and up-rooting | Ripping hard ground, Removing pavement | Digging and loading |
| Applicable soil | Hard rock | Rock and concrete | Hard material | Hard material | Hard material | Blasted rocks and gravel |

รัศมีการทำงาน

THE MAXIMUM DIGGING VOLUME OF THE RECTANGULAR PARALLELEPIPED



The volume of the rectangular parallelepiped taken out, when the depth (M) is changed:

① M = 2000 (6'7")

| | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|
| N | 1000 (3'3") | 2000 (6'7") | 4000 (13'1") | 6000 (19'8") | 7500 (24'7") |
| L | 17400 (57'1") | 16600 (54'6") | 14200 (46'7") | 10000 (32'10") | 1000 (3'3") |

① M = 5200 (17'1")

| | | | | |
|---|---------------|----------------|--------------|--------------|
| N | 1000 (3'3") | 2000 (6'7") | 4000 (13'1") | 4700 (15'5") |
| L | 11600 (38'1") | 10000 (32'10") | 6000 (19'8") | 1000 (3'3") |

② M = 4000 (13'1")

| | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| N | 1000 (3'3") | 2000 (6'7") | 4000 (13'1") | 6000 (19'8") | 6400 (21') |
| L | 15600 (51'2") | 14200 (46'7") | 11300 (37'1") | 4800 (15'9") | 1000 (3'3") |

② M = 6000 (19'8")

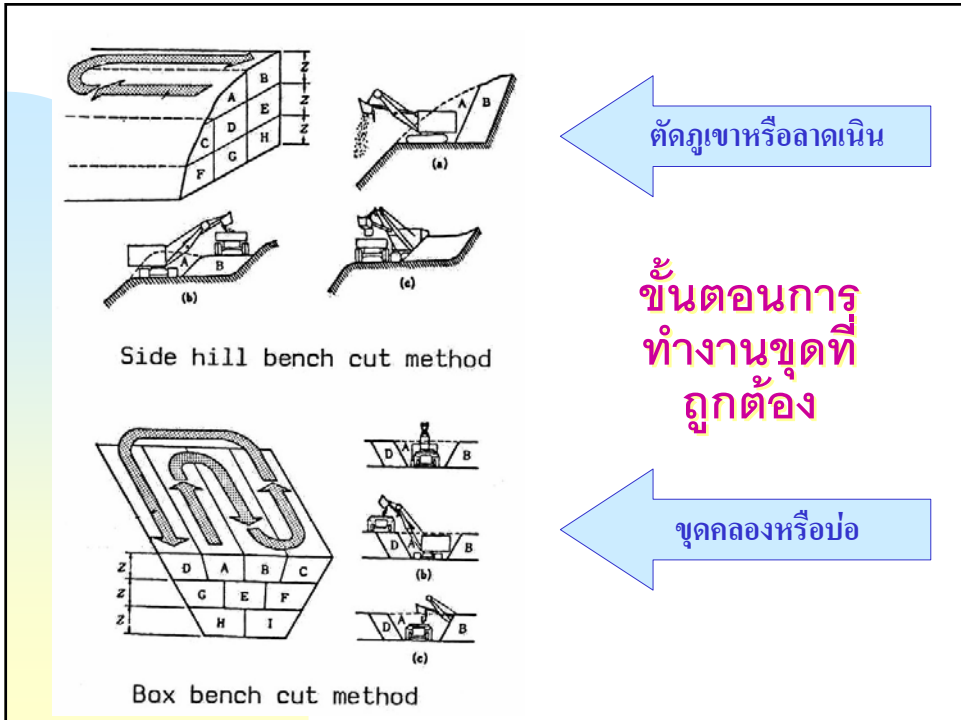
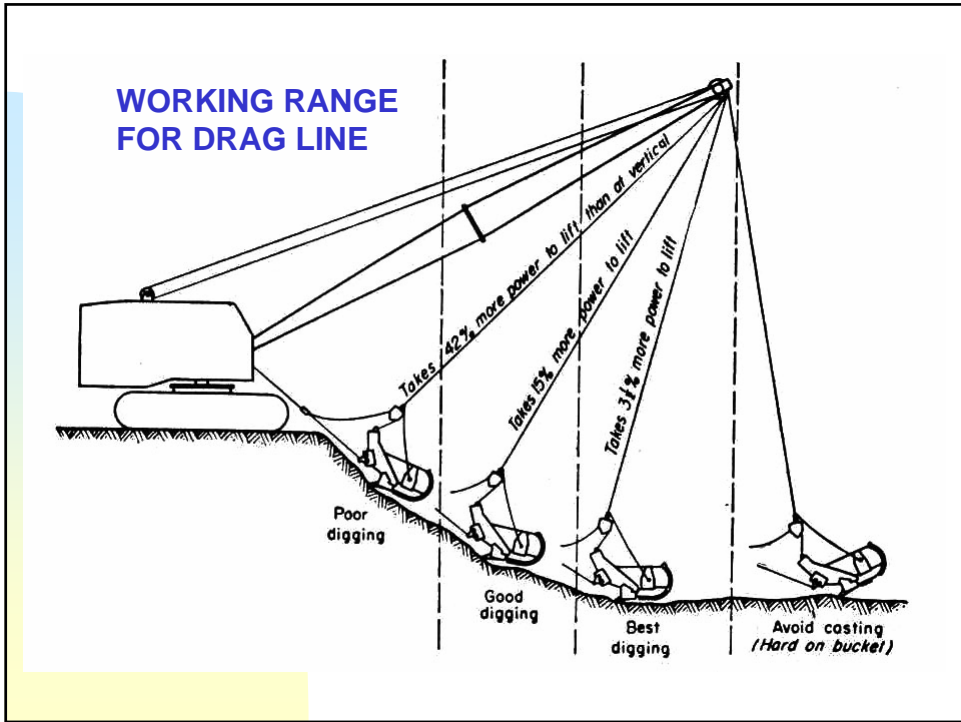
| | | | | |
|---|---------------|--------------|--------------|--------------|
| N | 1000 (3'3") | 2000 (6'7") | 4000 (13'1") | 4300 (14'1") |
| L | 10800 (35'5") | 9600 (31'6") | 4200 (13'9") | 1000 (3'3") |

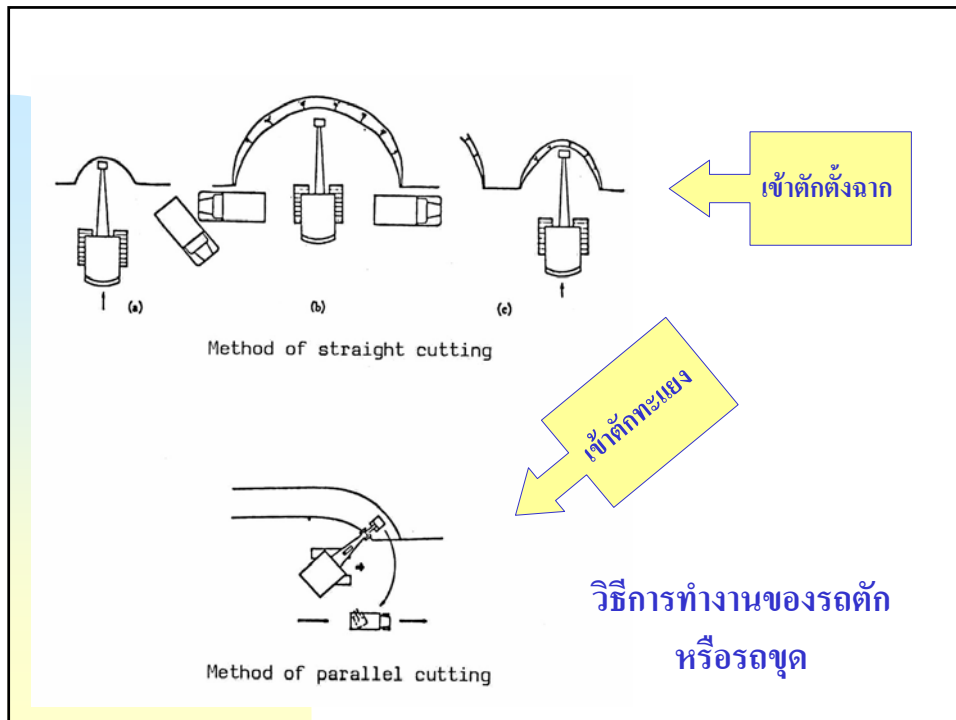
③ M = 6000 (19'8")

| | | | | |
|---|---------------|--------------|--------------|--------------|
| N | 1000 (3'3") | 2000 (6'7") | 4000 (13'1") | 4300 (14'1") |
| L | 10800 (35'5") | 9600 (31'6") | 4200 (13'9") | 1000 (3'3") |

③ M = 6400 (21')

| | | | | |
|---|---------------|--------------|--------------|--------------|
| N | 1000 (3'3") | 2000 (6'7") | 4000 (13'1") | 4300 (14'1") |
| L | 9400 (30'10") | 8000 (26'3") | 3000 (9'10") | 1000 (3'3") |





Bucket Factors

| | Loading conditions | Factor |
|-----------------|--|------------|
| Easy Loading | Loading of materials from stockpiles or of materials cut or broken by any other excavator, which do not require any digging power and can be heaped in the bucket. Sand, sandy soil or sticky colloidal soil with a moderate moisture content. | 1.0 to 0.8 |
| Average loading | Loading from loose stockpiles of soil which is more difficult to penetrate and scoop up, but which will make nearly a fully heaped bucket. Dry sand, sandy soil, clayey soil, clay, unscreened gravels, packed sand, etc. or digging and loading of soft gravels directly from a hill. | 0.8 – 0.6 |

| | Loading conditions | Factor |
|--------------------------|--|-----------|
| Rather difficult loading | Loading of finely crushed stones or rocks, hard clay gravelly sand, sand soil, sticky colloidal soil, clay, etc. with high moisture content, which are stockpiled by any other excavator. It is difficult to fill the bucket with these materials. | 0.6 – 0.5 |
| Difficult loading | Bulky, irregular-shaped or rugged rocks with spaces between themselves, blasted rocks, boulders, sand mized with boulders, sandy scil, clayey soil, clay, which cannot be scooped up into the bucket. | 0.5 – 0.4 |

Standard Cycle Time (sec.)

| Model | Swing angle | |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | 45 ⁰ -90 ⁰ | 90 ⁰ -180 ⁰ |
| PC10 | 11 - 13 | 13 - 15 |
| PC20 | 12 - 14 | 14 - 16 |
| PC40 | 12 - 14 | 14 - 16 |
| PC60 | 13 - 15 | 15 - 17 |
| PC100 | 13 - 15 | 15 - 17 |
| PC120 | 14 - 16 | 16 - 18 |
| PC200 | 16 - 18 | 18 - 21 |
| PC220 | 18 - 20 | 20 - 23 |
| PC300 | 20 - 22 | 22 - 25 |

Conversion Factors

| Digging Condition (Digging depth/specified max. digging depth) | Easy (Dump onto spoil pile) | Normal (Large dump target) | Rather difficult (Small dump target) | Difficult (Small dump target requiring maximum dumping reach) |
|--|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---|
| Below 40% | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 1.4 |
| 40 – 75% | 0.8 | 1 | 1.2 | 1.6 |
| Over 75% | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.8 |

ชนิดและขนาดของรถบด



← รถบดขยະ

รถบดล้อยาง



รถบดล้อเหล็ก



← รถบดล้อเหล็ก 3 ล้อ 2 เหล็ก

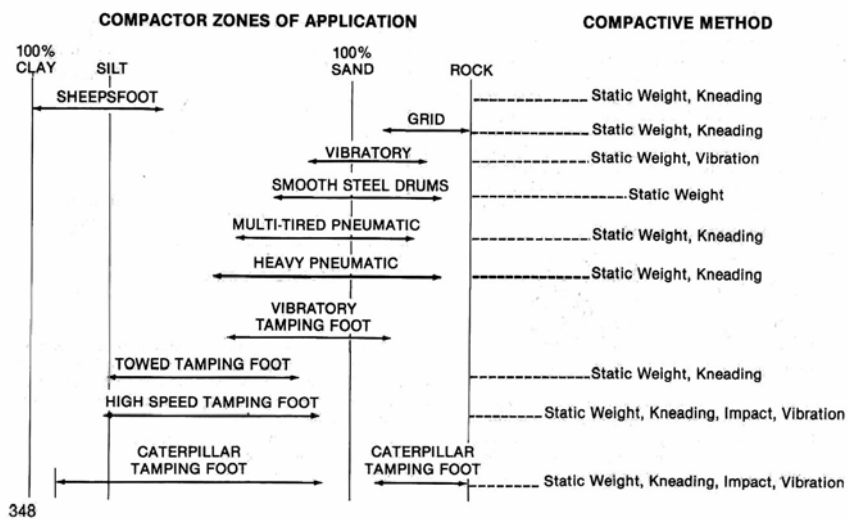


← รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ สั่นสะเทือน

รถบดล้อเหล็ก สั่นสะเทือน
ขับเคลื่อนด้วยล้อยาง



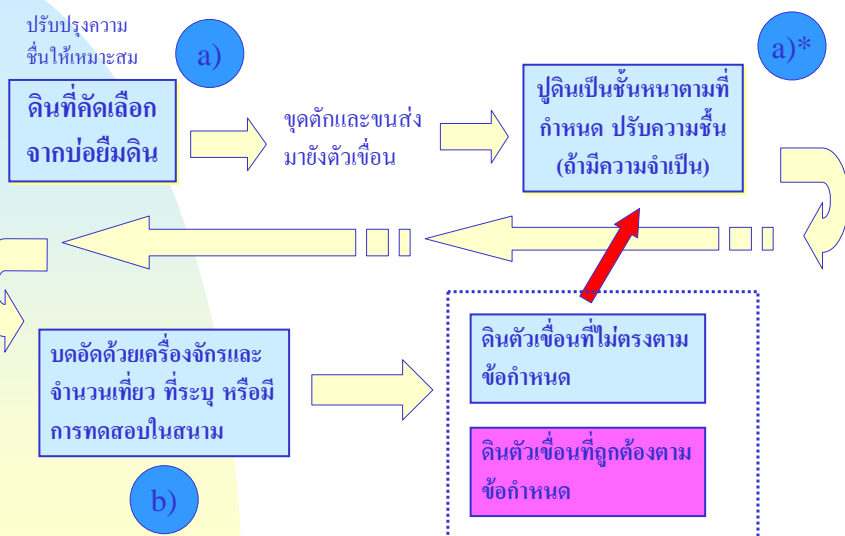
ชนิดของการบดอัด



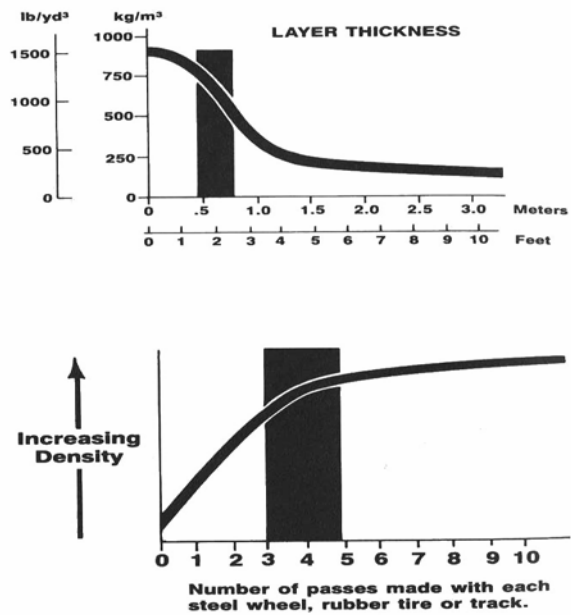
ปัจจัยที่มีผล ต่อการบดอัด

1. พลังงานที่ใช้บดอัดต่อปริมาตรของดิน
2. วิธีการในการบดอัด
3. ความชื้นที่เหมาะสม
4. ชนิดของดิน ความเหนียว และขนาดคละ
5. สารผสมเพิ่มในดินและการบ่ม

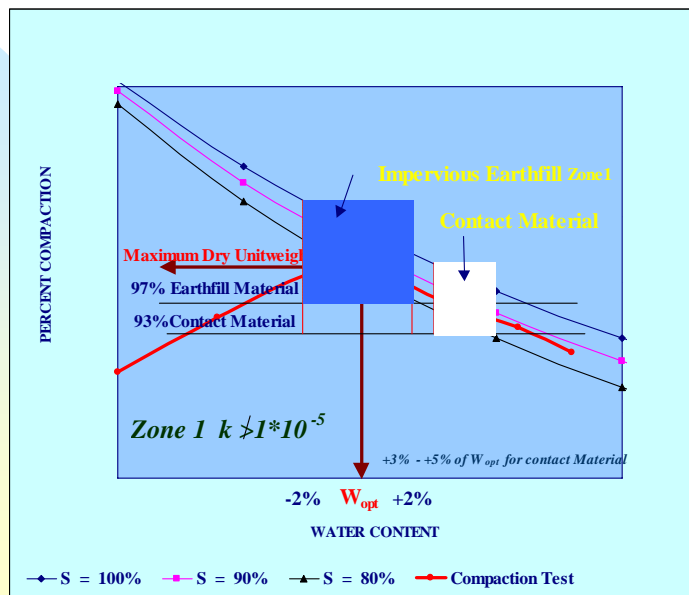
ขบวนการในการบดอัดตัวเชื่อม



ความหนาของ
ชั้นดินและ
จำนวนเที่ยว



ความแน่นที่เหมาะสม



ตารางการเปลี่ยนปริมาตรของดินบดอัด

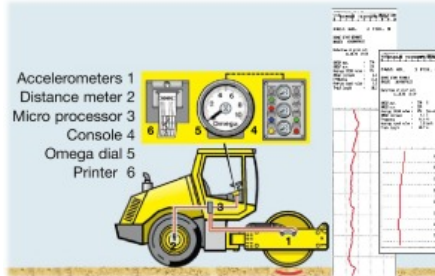
a) Bank weights of classified soils

| Symbol | Description | Dry, compacted weight, in lb per cu ft | Bank weight, in lb per cu ft | | Swell factor |
|--------|------------------------------|--|------------------------------|-----------|--------------|
| | | | Damp | wet Dense | |
| GW | Well-graded gravels | 125 | 120 | 133 | 1.05 |
| GC | Well-graded gravel-sand-clay | 130 | 124 | 135 | 1.10 |
| CP | Poorly graded gravel-sand | 115 | 110 | 120 | 1.05 |
| CF | Gravel with fines | 120 | 114 | 126 | 1.05-1.15 |
| SW | Well-graded sands | 120 | 110 | 130 | 1.05 |
| SC | Well-graded sands-clay | 125 | 115 | 135 | 1.10 |
| SP | Poorly graded sands | 100 | 90 | 110 | 1.05 |
| SF | Silty sands | 105 | 95 | 115 | 1.05-1.30 |
| ML | Silts and fine sands | 100 | 90 | 110 | 1.15-1.30 |
| CL | Sandy or silty clays | 100 | 85 | 115 | 1.30 |
| OL | Organic silts | 90 | 80 | 110 | 1.30-1.45 |
| MH | Micaceous soils | 100 | 85 | 115 | 1.45 |
| CH | Inorganic clays | 90 | 80 | 110 | 1.45 |
| OH | Organic clays | 100 | 85 | 115 | 1.45 |

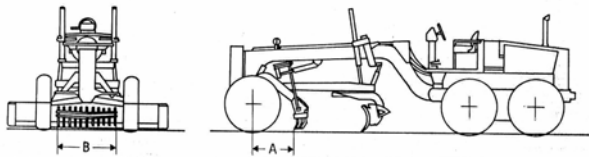
b) Load weight, in tons per cubic yard

| Swell factor | Bank weight, in pounds per cubic foot | | | | | | | | |
|--------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 |
| 1.05 | 1.15 | 1.22 | 1.28 | 1.34 | 1.42 | 1.47 | 1.54 | 1.60 | 1.67 |
| 1.10 | 1.09 | 1.15 | 1.22 | 1.27 | 1.35 | 1.40 | 1.46 | 1.52 | 1.58 |
| 1.15 | 1.03 | 1.09 | 1.15 | 1.20 | 1.27 | 1.32 | 1.38 | 1.44 | 1.49 |
| 1.20 | 0.97 | 1.02 | 1.08 | 1.13 | 1.20 | 1.24 | 1.30 | 1.35 | 1.41 |
| 1.25 | 0.91 | 0.96 | 1.01 | 1.06 | 1.12 | 1.16 | 1.22 | 1.27 | 1.32 |
| 1.30 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 0.99 | 1.05 | 1.09 | 1.13 | 1.18 | 1.23 |
| 1.35 | 0.79 | 0.83 | 0.88 | 0.92 | 0.96 | 1.01 | 1.05 | 1.10 | 1.14 |
| 1.40 | 0.73 | 0.77 | 0.81 | 0.85 | 0.89 | 0.93 | 0.96 | 1.02 | 1.05 |
| 1.45 | 0.68 | 0.70 | 0.74 | 0.78 | .82 | 0.85 | 0.89 | 0.93 | 0.96 |

การตรวจสอบความแน่นของดินบดอัด



Scarifier Specifications MOTOR GRADERS



| Item | Model | 300 SERIES | 400 SERIES |
|---|-----------|----------------------------|----------------------------|
| NO. OF TEETH | | 7 | 9 |
| ADDITIONAL WEIGHT: | | | |
| To operating weight | kg(lb) | + 475 (+ 1050) | + 483 (+ 1,060) |
| To front axle | | + 404 (+ 890) | + 410 (+ 900) |
| To rear axle | | - 71 (- 160) | + 73 (+ 160) |
| DIMENSIONS: | | | |
| A: Distance between teeth edge and center of front tire | mm(ft.in) | 820 (2'8") | 800 (2'7") |
| SCARIFIER LOAD*1 | kg(lb) | 2895 (6,380) | 3470 (7,650) |
| SCARIFIER RANGE: | | | |
| Digging angle | degree | 63-75 | 62-68 |
| Max. lift above ground | mm(ft.in) | 180 (7'1") | 200 (7'9") |
| Max. digging depth | mm(ft.in) | 240 (9'4") | 220 (8'7") |
| SCARIFIER EQUIPMENT: | | | |
| Type | | V-type, 2-stage adjustable | V-type, 2-stage adjustable |
| Weight | kg(lb) | 475 (1050) | 483 (1,060) |
| B: Digging width | mm(ft.in) | 1069 (3'6") | 1065 (3'6") |
| Tooth: | | | |
| As-installed | mm(in) | 275 x 77 x 25 | 275 x 77 x 25 |
| Height x width x Thickness | | (10.8 x 3.0 x 1.0) | (10.8 x 3.0 x 1.0) |
| APPLICABLE MODEL | | GD313A | GD461A |



MOTOR GRADER

การซื้อเครื่องจักรในการก่อสร้าง

ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างจะตัดสินใจเลือกซื้อหรือเช่าเครื่องจักรอาจต้องพิจารณาดังนี้

ข้อดีของการซื้อ

- ถ้าเป็นเครื่องจักรใหม่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและค่าใช้จ่ายถูกในระยะแรก
- ประหยัดกว่าถ้าหากมีการใช้เครื่องจักรต่อเนื่องสม่ำเสมอ
- มีให้ใช้ตลอดเวลาเมื่อต้องการ
- มีการบำรุงรักษาที่ดีเพราะเป็นของตัวเอง

ข้อจำกัดของการซื้อ

- อาจแพงกว่าถ้าหากใช้ในช่วงสั้น
- ต้องลงทุนครั้งแรกสูง
- ถูกจำกัดลักษณะการทำงานตามชนิดเครื่องจักรที่มีอยู่
- หากยังไม่มีทุนที่จะซื้อใหม่เจ้าของอาจต้องทนใช้เครื่องจักรเกินอายุทำให้ค่าใช้จ่ายสูง

ขั้นตอนในการเลือกใช้เครื่องจักรที่เหมาะสม

ในการที่จะดำเนินการจัดหาเครื่องจักรมาใช้ในงานก่อสร้างอาจแบ่งเป็น 6 ขั้นตอนคือ

- ระบุลักษณะงานที่ต้องการจะทำ (Task Identification)
- คัดเลือกเครื่องจักรเบื้องต้น (Preliminary Selection)
- ประเมินเปรียบเทียบปริมาณงานที่เครื่องจักรแต่ละตัวทำได้ในช่วงเวลาที่กำหนด (Production Estimation)
- ตรวจสอบความเหมาะสมและสอดคล้องกับเครื่องจักรอื่นที่ต้องจัดหาในคราวเดียวกันหรือที่มีอยู่แล้ว (Machine Compatibility)
- หาค่าใช้จ่ายต่อหน่วยของงานที่กำหนดในแต่ละชุดเครื่องจักรที่เลือก (Output Costing)
- คัดเลือกและตัดสินใจขั้นสุดท้าย (Final Selection)

ระบุลักษณะงานที่ต้องการจะทำ (Task Identification)

- ปริมาณงานที่ต้องทำ เช่นจะชุดหรือขนย้ายกี่ ลบ.ม.
- ข้อกำหนดทางเทคนิคของงานที่ต้องทำ
- ช่วงเวลาการทำงานที่ให้เสร็จได้ทันเวลา
- ลักษณะพื้นที่การทำงาน ระยะทางการขนส่ง ความชัน สภาพถนน
- ชนิดของวัสดุและคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง
- การเข้าถึงแหล่งวัสดุ
- การคัดเลือกวัสดุก่อนการนำไปใช้งาน
- อื่น ๆ

คัดเลือกเครื่องจักรเบื้องต้น (Preliminary Selection)

- คัดเลือกเครื่องจักรจากหลายแหล่งและหลายขนาดที่อยู่ในข่ายที่จะทำงานตามที่ระบุ
- จัดกลุ่มของเครื่องจักรที่มีความเป็นไปได้เบื้องต้นที่สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์
- ศึกษาข้อมูลจากคุณลักษณะเฉพาะ ประสิทธิภาพจากผู้ขายอื่น ข้อเสนอของผู้ขายทางด้านราคาและการบำรุงรักษา การซื้อคืนเมื่อเสร็จงาน หรือราคาขายต่อ

การประเมินเนื้องานที่เครื่องจักรทำได้

- คำนวณเปรียบเทียบเนื้องานที่เครื่องจักรในแต่ละชุดที่จัดไว้ทำได้ตามสภาพแวดล้อมที่คาดว่าจะพบในการทำงานจริง

ความสอดคล้องกับเครื่องจักรอื่น

- พิจารณาความสอดคล้องกับเครื่องจักรในชุดเดียวกันเพื่อพยายามให้เกิดการทำงานได้เต็มประสิทธิภาพของเครื่องจักรทุกตัว
- หากมีเครื่องจักรส่วนหนึ่งอยู่แล้วต้องพิจารณาด้วยว่าสามารถทำงานเข้ากันได้หรือไม่ ตลอดจนการดูแลบำรุงรักษาและการมีอะไหล่คงคลังให้น้อยที่สุด

คำนวณค่าใช้จ่ายต่อเนื้องาน

- คำนวณค่าใช้จ่ายรวม ทั้งที่เกิดจากราคาเครื่องจักรหรือค่าใช้จ่ายคงที่ และค่าใช้จ่ายที่แปรผันกับปริมาณงานที่ต้องทำ ของเครื่องจักรทุกตัวที่อยู่ในชุดที่เลือกไว้แล้ว
- คิดเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงานต่อหน่วยงานตามที่กำหนดตาม Bill of Quantity
- พิจารณาคัดเลือกขั้นสุดทำโดยดูจากราคาต่อหน่วยและปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องทั้งหมด